

CONTRIBUCIONES INTERDISCIPLINARES EN EL ESCENARIO DE LA GERENCIA SOCIAL

Coordinadores

Aracelly Buitrago Mejía

Mario Samuel Rodríguez
Barrero

**CONTRIBUCIONES
INTERDISCIPLINARES EN EL
ESCENARIO DE LA GERENCIA
SOCIAL**

**CONTRIBUCIONES INTERDISCIPLINARES EN EL
ESCENARIO DE LA GERENCIA SOCIAL**

COORDINADORES

ARACELLY BUITRAGO MEJÍA

MARIO SAMUEL RODRÍGUEZ BARRERO

AUTORES

- ♦ Alexander Álvarez Rosario
- ♦ Alfredo Gómez Navarro
- ♦ Aracelly Buitrago Mejía
- ♦ Diana Edith Sánchez Zeferino
- ♦ Efrén Romero Riaño
- ♦ Eliana Soledad Castañeda Núñez
- ♦ Fernando Gutiérrez Portela
- ♦ Florina Almenares Mendoza
- ♦ Fredy Angarita Reina
- ♦ Helena del Carmen Zapata Lara
- ♦ Iván José Posada Almanza
- ♦ Jader Muñoz Ramos
- ♦ José David Arias García
- ♦ José Luis Sánchez Leyva
- ♦ Julián Andrés Pulecio Díaz
- ♦ Kriss Melody Calla Vásquez
- ♦ Liliana Calderón Benavides
- ♦ Luis Eduardo Peña Rojas
- ♦ Luis Gabriel Castellanos Hernández
- ♦ Manuel Mori Paredes
- ♦ Nelly Clavijo Bustos
- ♦ Norma Patricia Gutiérrez Murillo
- ♦ Oscar Camilo Valderrama Riveros
- ♦ Pedro Alberto Arias Quintero
- ♦ Pedro Julián Gallego Quintana
- ♦ Raúl Valencia Medina
- ♦ Rosa Villalba Arbañil
- ♦ Yelena Hernández Atencia
- ♦ Yesenia Janeth Juárez Juárez

Contribuciones interdisciplinarias en el escenario de la gerencia social

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización previa por escrito al Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE).

DERECHOS RESERVADOS.

Copyright © 2020

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador

Cdla. Martina Mz. 1 V. 4

Guayaquil, Ecuador

Tel.: 00593 4 2037524

<http://www.cidecuador.com>

ISBN Impreso: 978-9942-802-94-1

ISBN Digital: 978-9942-802-95-8

Impreso y hecho en Ecuador

Dirección editorial: Lic. Pedro Naranjo Bajaña, Msc.

Coordinación técnica: Lic. María J. Delgado

Diseño gráfico: Lic. Danissa Colmenares

Diagramación: Lic. Alba Gil

Fecha de publicación: diciembre, 2020



Guayaquil – Ecuador

La revisión de este libro fue realizada por pares ciegos

Catalogación en la fuente

Contribuciones interdisciplinarias en el escenario de la gerencia social/
coordinadores Aracelly Buitrago Mejía, Mario Samuel Rodríguez Barrero.--
Ecuador: Institución Editorial CIDE, 2020

230 p.: il.; mapas; 21 x 29, 7 cm.

ISBN Impreso: 978-9942-802-94-1

ISBN Digital: 978-9942-802-95-8

1. Gestión educacional 2. Ciencia y tecnología 3. Ciencias agropecuarias

SEMBLAZA DE LOS AUTORES

Alexander Álvarez Rosario

Docente investigador de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia. Hace parte del grupo de investigación AQUA (Agua y desarrollo sostenible en ingeniería). Doctor en Ingeniería Mecánica (Brasil). Magíster en Ingeniería Mecánica (Brasil). Ingeniero Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia).

Alfredo Gómez Navarro

Profesor de la Facultad de Ingeniería de Producción, Instituto Universitario de la Paz. Magíster en Salud Ocupacional de la Fundación Universidad del Norte. Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia.

Aracelly Buitrago Mejía

Investigador Emérito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas, Administrador de Empresas. Profesor Investigador de la Universidad Cooperativa de Colombia, programa Contaduría Pública, integrante del grupo de investigación PLANAUDI, categorizado en A en la medición de Minciencias del año 2019, y Profesor Investigador de la Universidad del Tolima, programa Administración Financiera, líder del grupo de investigación Desarrollo Empresarial Sectorial Productivo y Competitivo DESPyC, categorizado en B en la medición de Minciencias del año 2019, y reconocido por Sapiens Research en el año 2019 como uno de los mejores grupos en desarrollo tecnológico e innovación, al ocupar el puesto No. 10 entre más de 4000 grupos analizados.

Diana Edith Sánchez Zeferino

Profesora de Tiempo Completo, adscrita a la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos (México). Maestra en Gestión de la Calidad. Licenciada en Administración de Empresa. Coordinadora de Investigación de la Facultad y Coordinadora de la Academia de

Matemáticas. Integrante del Cuerpo Académico en Consolidación (UV-CA-506): Economía del Conocimiento e Innovación. Autora de publicaciones y ponente en congresos nacionales e internacionales en temas de emprendimiento y competitividad.

Efrén Romero Riaño

Docente Investigador de la Universidad Industrial de Santander. Magíster en Ingeniería Industria. Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander UIS (Colombia). Estudiante de doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB (Colombia). Experto en bibliometría y análisis de redes sociales.

Eliana Soledad Castañeda Núñez

Investigadora CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica), grupo Carlos Monge Medrano III. Doctora en Ciencias de la Educación. Magíster en Gestión Educacional. Especialista en Currículo por Competencias. Licenciada en Educación en la Universidad Nacional Federico Villarreal, con estudios de segunda especialidad en Estadística e Investigación Científica en la Universidad Federico Villarreal. Con más de 12 años de experiencia como docente universitario de posgrado en diferentes instituciones públicas y privadas.

Fernando Gutiérrez Portela

Profesor Investigador de la Universidad Cooperativa de Colombia de la sede Ibagué–Espinal. Grupo de investigación AQUA. Magíster en Software Libre de la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB (Colombia). Especialista en Teleinformática de la Universidad de Ibagué (Colombia). Ingeniero de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño. Candidato a Doctor en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB. Sus intereses de investigación se orientan en el uso de sistemas de detección de intrusiones con uso de inteligencia artificial y la ciberseguridad.

Florina Almenares Mendoza

Profesora Titular de la Universidad Carlos III de Madrid. Doctora en Tecnologías de las Comunicaciones, especialidad Telemática, por la UC3M. Sus intereses de investigación incluyen gestión de confianza y reputación, gestión de identidad y control de acceso, ciberseguridad y gestión de riesgo.

Fredy Angarita Reina

Profesor Coordinador de Investigaciones y Auxiliar Investigador de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Cooperativa de Colombia. Candidato a Doctor en Proyectos de la Universidad Americana de Europa, UNADE. Magíster en Dirección de Marketing de la Universidad del Mar (Chile). Especialista en Desarrollo Intelectual y Educación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Helena del Carmen Zapata Lara

Profesora de Tiempo Completo, adscrita a la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos (México). Licenciada en Contaduría y Maestra en Finanzas. Coordinadora de Vinculación de la Facultad y Coordinadora de la Academia de Contabilidad Financiera. Integrante del Cuerpo Académico en Consolidación (UV-CA-506): Economía del Conocimiento e Innovación. Ha realizado publicaciones sobre temas contables y administrativos y participa en congresos nacionales e internacionales.

Iván José Posada Almanza

Docente e investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia. Estudiante de doctorado en Ingeniería Agraria, Alimentaria y Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad de Córdoba (España), MBA Magister en Administración de la Universidad de Viña del Mar (Chile), Médico Veterinario Zootecnista Universidad del Tolima (Colombia). Consultor en temas de Desarrollo rural y fundraising.

Jader Muñoz Ramos

Profesor Titular, adscrito al Departamento de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima (Colombia). Hace parte del Grupo de Investigación PROECUT de la Universidad del Tolima. Doctor en Ciencias Agrícolas (Cuba). Magíster en Ciencias-Geoquímica Ambiental (Brasil). Geólogo de la Universidad Nacional de Colombia. Su experiencia investigativa ha estado ligada a la participación en proyectos de investigación tendientes a la armonización de la relación sociedad-medio ambiente. Ha sido ponente y ha publicado artículos científicos en eventos, revistas y libros nacionales e internacionales.

José David Arias García

Ingeniero de Mercados de la Facultad de ingenierías de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bucaramanga.

José Luis Sánchez Leyva

Profesor de Tiempo Completo, adscrito a la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos (México). Licenciado en Administración de Empresas. Maestro en Gobierno y Asuntos Públicos. Doctor en Gobierno y Administración Pública. Coordinador de Seguimiento de Egresados de la Facultad. Coordinador de la Academia de Recursos Humanos. Par evaluador del Consejo de Acreditación en Ciencias Administrativas, Contables y Afines (CACECA).

Julián Andrés Pulecio Díaz

Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia. Doctorando en Ingeniería Civil (España). Magíster en Construcción de Obras Viales (Colombia). Ingeniero Civil de la Universidad Santo Tomas (Colombia). Ponente nacional e internacional. Autor de artículos científicos en Ingeniería de la construcción y del terreno. Coautor y codesarrollador de los software en diseño de afirmados convencionales y especiales (DACE®), diseño de drenaje lateral para carreteras (SDDRoads®) y evaluación deterioros en caminos destapados (URDE). Fue Consultor Técnico Especialista del Tolima Plan Vial Departamental 2017 – 2026.

Kriss Melody Calla Vásquez

Investigadora CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica), grupo Carlos Monge Medrano III. Especialista en Programas de Responsabilidad Social Universitaria. Miembro del comité científico internacional de revistas arbitradas. Doctora en Ciencias de la Educación. Magíster en Docencia Universitaria. Licenciada en la especialidad de Lengua Española y Literatura en la Universidad Enrique Guzmán y Valle, segunda especialidad en Estadística e Investigación Científica en la Universidad Federico Villareal.

Liliana Calderón Benavides

Docente e Investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Doctora en Informática y Comunicación Digital de la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona (España). Sus intereses de investigación se enfocan a la analítica de datos, particularmente al análisis de sentimientos y aplicación de machine learning al análisis de redes sociales.

Luis Eduardo Peña Rojas

Docente Investigador de la facultad de Ingenierías de la Universidad de Ibagué. Doctor en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas (Colombia). Doctor en Ingeniería del Agua y Medio Ambiental (España). Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Especialista en ingeniería Sanitaria y Ambiental (Colombia). Ingeniero Civil de la Universidad del Quindío (Colombia). Ponente Nacional e Internacional en distintos eventos científicos. Autor de artículos científicos en el área de la Hidráulica e Hidrología.

Luis Gabriel Castellanos Hernández

Profesor Facultad de Ingenierías de la Corporación Escuela Tecnológica del Oriente de Bucaramanga, Colombia. Candidato a Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Enseñanza, UDES, Colombia. Especialista en TIC Aplicada a la Enseñanza UDES Colombia. Ingeniero de Mercados de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Manuel Mori Paredes

Investigador Renacyt P0069900. Doctor en Administración. Doctor en Educación. Maestría en Administración Educativa. Licenciado en Educación. Ingeniero Estadístico. Investigador Académico. Evaluador de acreditación académica nacional e internacional. Exrector de la Universidad Nacional del Callao. Profesor principal de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas. Especialidad en Estadística General y Aplicada y Bioestadística. Cátedra de posgrado en facultades de Ingeniería Industrial, de Sistemas, de Ciencias de la Salud, Contabilidad y Química de la UNAC. Docente de la Universidad César Vallejo. Asesor de tesis y docente de la Escuela de Posgrado de la Maestría en Gestión Pública.

Nelly Clavijo Bustos

Profesora Tiempo Completo del programa Ingeniería de Sistemas y coordinadora E-Learning de la Universidad Cooperativa de Colombia, campus Ibagué-Espinal. Co-investigadora en proyectos de investigación en la línea de Software y Machine Learning en el grupo de investigación AQUA de la Universidad Cooperativa de Colombia. Magíster en Dirección Estratégica en Tecnologías de la Información de la Universidad Internacional Iberoamericana UNINI. Especialista en Gerencia de Instituciones Educativas de la Universidad del Tolima y profesional en Ingeniera de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño.

Norma Patricia Gutiérrez Murillo

Docente e investigadora de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia. Investigadora Junior integrante del grupo de investigación AQUA (Agua y Desarrollo Sostenible en Ingeniería). Estudiante de doctorado en Dirección de Proyectos, Universidad Benito Juárez G. (México). Magíster en Administración de la Universidad de Viña del Mar (Chile). Especialista en Gerencia del Talento Humano y Desarrollo Organizacional de la Universidad del Tolima (Colombia). Ingeniera Industrial, Universidad de Ibagué (Colombia). Consultora en gestión de proyectos con comunidades vulnerables y gestión de calidad en organizaciones.

Oscar Camilo Valderrama Riveros

Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universitaria Cooperativa de Colombia. Magíster en Ingeniería-Universidad de los Andes (Colombia). Ingeniero Electrónico – Universidad de los Andes (Colombia). Forma parte del grupo de investigación AQUA. Sus estudios están orientados a las áreas de docencia, investigación, innovación y desarrollo en tecnologías.

Pedro Alberto Arias Quintero

Profesor Coordinador de Maestrías. Auxiliar Investigador en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bucaramanga. Magíster en Redes y Sistemas de Comunicaciones de la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga. Especialista en Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Manuela Beltrán de Bucaramanga.

Pedro Julián Gallego Quintana

Coordinador del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia. Hace parte del grupo de investigación AQUA (Agua y Desarrollo Sostenible en Ingeniería). Estudiante del doctorado en Ingeniería Civil de la Universidad Veracruzana (México). Magíster en Ingeniería Civil (Colombia). Ingeniero Civil de la Universidad de Ibagué (Colombia). Consultor en el área de la Geotecnia.

Raúl Valencia Medina

Doctor en Gestión Universitaria por la Universidad César Vallejo. Magíster en Finanzas y Tributación por la Universidad César Vallejo. Economista por la Universidad San Antonio Abad del Cusco. Consultor Empresarial por la GTZ de Alemania. PADE de Finanzas en ESAN. Presidente, Vicepresidente y Director del Directorio de Caja Trujillo. Director de Caja del Santa. Gerente de COFIDE en Cusco y Trujillo. Docente en la Facultad de Ciencias Económicas, en la Universidad Andina del Cusco y la UPAO de Trujillo. Gerente de Finanzas en la Universidad César Vallejo. Director General de la Filial Chiclayo de la Universidad

César Vallejo. Director Nacional de los Centros Productivos de la Universidad Cesar Vallejo. Director General de la Filial Callao de la Universidad Cesar Vallejo.

Rosa Villalba Arbañil

Docente del programa de pregrado Formación Humanística en Competencia Comunicativa, Redacción Universitaria y Cátedra Vallejo en la Universidad César Vallejo. Docente de maestría con la asignatura Deontología Educativa y Diseño y Desarrollo del Trabajo de Investigación y del doctorado en el curso Aspectos Socioculturales en Perú. Doctora en Ciencias de la Educación. Maestra en Didáctica de la Comunicación en la Universidad Enrique Guzmán y Valle. Licenciada en la Especialidad de Lengua y literatura en la Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Estudio de Diplomado en Currículo por Competencia y Evaluación Superior, Innovaciones Pedagógicas para la Educación Técnica, Métodos y Técnicas de Investigación.

Yelena Hernández Atencia

Docente investigadora de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia. Coordinadora de Investigación del programa de Ingeniería Civil. Líder del grupo de investigación AQUA (Agua y Desarrollo Sostenible en Ingeniería). Doctorada en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas en la Universidad del Tolima. Magíster en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas. Especialista en Gerencia de Instituciones Educativas. Especialista en Docencia Universitaria (Colombia). Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia.

Yesenia Janeth Juárez Juárez

Profesora de asignatura en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos (México). Licenciada en Economía. Licenciada en Administración. Maestra en Administración y Doctora en Administración. Coordinadora de la Academia de Mercadotecnia. Integrante del Cuerpo Académico en Consolidación (UV-CA-506): Economía del Conocimiento e Innovación. Ponente en congresos nacionales e internacionales y autora de diversos artículos de investigación.

AGRADECIMIENTO

Los profesores investigadores autores de este libro, expresamos nuestro agradecimiento a las Universidades que nos albergaron en su institución, y nos brindaron la oportunidad de desarrollar diversos proyectos de investigación, cuyos avances o resultados, compartimos hoy con la comunidad científica. También agradecemos a todos los investigadores por su cooperación y disposición al trabajo colaborativo, con lo cual fuimos tejiendo no solo una red de conocimiento, sino también lazos fraternales de amistad, que seguramente perdurarán por siempre.

TABLA DE CONTENIDO

Semblanza de los autores	vii
Agradecimiento	xv
Prólogo	xvii
Introducción	xii

CAPÍTULO 1. GESTIÓN EDUCACIONAL

Estrategias del aprendizaje cooperativo para la comprensión de lectura de estudiantes de secundaria	2
Situación ocupacional de egresados de la licenciatura en Contaduría en México	32

CAPÍTULO 2. CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Perspectiva teórica de los sistemas de detección de intrusos con uso de inteligencia artificial en redes de sensores inalámbricos	73
Procesos generadores de movimientos de remoción en masa tipo avenidas torrenciales y su relación con la geomorfología. Caso: la Microcuenca El Guamal (Ibagué-Tolima, Colombia)	100
Comparativo técnico de componentes y usos de los recubrimientos en yeso comercializados en las zonas de insumos para construcción en Bucaramanga...	129

CAPÍTULO 3. CIENCIAS AGROPECUARIAS

Estrategias sostenibles para minimizar el impacto ambiental de la ganadería en una zona del sureste del departamento del Tolima, Colombia. Casos de estudio: Natagaima y Prado	163
Agricultura familiar en Colombia y resiliencia de los sistemas productivos rurales	185

PRÓLOGO

Los cambios sin precedentes a los que nos enfrentamos en la era actual demandan respuestas disruptivas y transformadoras, congruentes con estas nuevas realidades; desde esta perspectiva, surge la gerencia social como una alternativa válida que agrupa las propuestas que se articulan desde las diferentes disciplinas, para dar respuesta a las problemáticas sociales más sentidas en América Latina. La gerencia social no se limita por tanto a las ciencias administrativas, sino que se convierte en un espacio multidisciplinario, transdisciplinario y holístico, en el que confluyen las diferentes disciplinas, en la búsqueda de alternativas de bienestar, desarrollo y progreso para la sociedad, a través de la innovación social.

En este libro, encontrará aportes interdisciplinarios a problemáticas del contexto latinoamericano, con soluciones propuestas desde el escenario de la gerencia social, agrupados en tres líneas principales: educación, ciencia y tecnología y ciencias agropecuarias. Desde la óptica de la educación, se vienen gestando cambios hacia una formación más integral, solidaria y en armonía con el medio ambiente, pues las instituciones entienden que ya no basta con desarrollar un proceso formativo, sino que es necesario hacer seguimiento a los egresados, como mecanismo de retroalimentación y fundamento para generar cambios en los procesos de formación.

En la línea de ciencia y tecnología, se presenta una interesante propuesta sobre los sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos, como un avance en la protección con uso de Inteligencia Artificial. Seguidamente, se presentan avances en la búsqueda de nuevos materiales para la construcción de obras civiles y urbanísticas, que permitan reducir la huella ambiental.

Finalmente, por parte de las ciencias agropecuarias, se presentan estrategias para disminuir el impacto de las actividades ganaderas y el fomento de sistemas productivos rurales que propendan por garantizar la seguridad alimentaria.



CAPÍTULO 1

GESTIÓN EDUCACIONAL



Estrategias del aprendizaje cooperativo para la comprensión de lectura de estudiantes de secundaria

Rosa Villalba Arbañil
rosalidiavillalbaabraham@gmail.com

Eliana Soledad Castañeda Núñez
esoledadcn@ucvvirtual.edu.pe

Kriss Melody Calla Vásquez
kcalla@ucvvirtual.edu.pe

Raúl Valencia Medina
rvalencia@ucv.edu.pe

Manuel Mori Paredes
maito.m2paredes@hotmail.com

Universidad César Vallejo

Resumen

El aprendizaje cooperativo permite al docente lograr varias metas en beneficio de sus estudiantes como elevar el rendimiento académico, establecer relaciones positivas entre ellos, desarrollar aspectos sociales, psicológicos y cognitivos, y a trabajar en equipo. Una capacidad donde se observan estos beneficios es en el proceso de comprensión de la lectura; sin embargo, esta atraviesa por una gran problemática en la actualidad. Para dar solución, se realizó esta investigación de tipo aplicativo o experimental con un enfoque cuantitativo para comprobar si la aplicación de la estrategia de aprendizaje cooperativo influye en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. El instrumento utilizado fue la prueba de comprensión de texto, validada previamente por juicio de experto, posteriormente se aplicó el pretest y postest a los estudiantes del mencionado grado. Después de analizar los datos estadísticos, como resultado se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo influye significativamente en la comprensión de lectura de los estudiantes; tal como se evidencia en la prueba de hipótesis general, donde la asintótica (bilateral) = 0.00 que es menor que 0.05, por lo que se niega la hipótesis nula y por consiguiente se acepta la H_a .

Palabras clave: estrategias, aprendizaje cooperativo, comprensión de lectura, educación secundaria.

Abstract

Cooperative learning allows teachers to achieve various goals for the benefit of their students such as raising academic performance, establishing positive relationships between them, developing social, psychological and cognitive aspects, and working as a team. One ability where these benefits are observed is reading comprehension; however, it is currently experiencing great problems. To solve this research, this is why the learning strategy was applied at the Abraham Valdelomar Educational Institution. For these reasons, an applicative or experimental research was planned with a quantitative approach to verify that the application of the cooperative learning strategy influences or does not influence reading comprehension in students of the first grade of secondary education of the mentioned institution. The instrument applied was the text comprehension test; then, it was validated by expert judgment and then the pretest and posttest were applied to the students of the aforementioned grade. After analyzing the statistical data, as a result it was determined that the cooperative learning strategy significantly influences the reading comprehension of the students of the first grade of secondary education of the Abraham Valdelomar Educational Institution; as evidenced in the general hypothesis test, where the asymptotic (bilateral) = 0.00 which is less than 0.05, so the null hypothesis is denied and therefore H_a is accepted.

Keywords: learning strategies - reading comprehension

Introducción

En las últimas décadas, se ha producido una serie de cambios sociales que han forzado a los seres humanos a vivir cada vez más cerca unos de otros, formando una compleja estructura social donde las relaciones interpersonales adquieren, día a día, mayor importancia. Ante tal exigencia socioeducativa, fue oportuno investigar el aprendizaje cooperativo. Esta es una estrategia metodológica que se enmarca dentro de las distintas maneras de trabajo en equipo. Cuando las

personas unen sus habilidades, aumenta la posibilidad de lograr el éxito en cualquier misión establecida.

Esta manera de trabajar, en lo educativo, ha servido para mermar obstáculos en el proceso de aprendizaje de varios cursos para los estudiantes. Sin embargo, una competencia que aún no se ha incidido es qué tanto el trabajo colaborativo puede beneficiar a la comprensión de lectura. Cabe resaltar que la lectura juega un papel importante en la sociedad actual, ya que es el mejor medio de adquisición de conocimientos y una actividad individual que estimula el razonamiento. Asimismo, la lectura forma parte de las herramientas básicas con la que los estudiantes deben contar para desarrollar la competencia de aprender a aprender, de este modo, la comprensión de lectura es una de las habilidades fundamentales para que los estudiantes construyan sus propios aprendizajes.

Además, se puede acotar que el aprendizaje cooperativo busca el abordaje y la transformación del conocimiento desde una perspectiva de grupo; valorando la importancia de aprender a interactuar en grupo y a vincularse con los otros, aceptando que aprender a elaborar el conocimiento en equipo implica igualmente considerar que la interacción y el grupo son medio y fuente de experiencias para el estudiante que posibilitan el aprendizaje. En este sentido, la enseñanza de la comprensión de lectura debe ser mediante la estrategia de aprendizaje cooperativo que facilite el nivel de competencias del estudiante; considerando que la comprensión a la que el lector llega durante la lectura se deriva de sus experiencias acumuladas, experiencias que entran en juego a medida que decodifica las palabras, frases, párrafos e ideas del autor.

A pesar de su gran relevancia, en el Perú y en el mundo, la comprensión de lectura es uno de los principales temas de discusión, ya que es uno de los problemas que más aqueja a nuestra educación, puesto que los estudiantes de educación secundaria leen, pero no entienden, generando de esta manera, un bajo rendimiento académico. El bajo rendimiento en la comprensión de lectura se debe, entre otras razones, a los fracasos en la deficiencia de la decodificación, en la pobreza de vocabulario, en los escasos conocimientos previos, los problemas de memoria, en el desconocimiento o falta de dominio de estrategias de comprensión, en el escaso

control de comprensión; es decir, la carencia de estrategias metacognitivas y cognitivas, baja autoestima, escaso interés en las tareas, entre otros.

A partir de las evaluaciones internacionales que se han realizado en el Perú en lo que respecta a la comprensión de lectura, el Ministerio de Educación (MINEDU) estableció en el 2006, hasta la actualidad, la implementación de actividades que conllevaron el desarrollo del hábito lector; es decir, estableció el Plan lector en todas las instituciones educativas e incrementó horas en el área de Comunicación. Sin embargo, aún con estas disposiciones no se obtuvieron incrementos significativos en la comprensión de textos. Con los esfuerzos del Ministerio de Educación, se debió tener un resultado más significativo, pero la prueba PISA señaló que el Perú, comparativamente, con otros países, incluidos algunos de la región, obtuvo un resultado desastroso en la prueba, puesto que se encontró que de los 67 países que participaron, se ubicó en el puesto 62 con el más alto porcentaje de alumnos ubicados en el nivel inferior; es decir, el 64.8% de los estudiantes presentó una nota menor al nivel 2 (Campos, 2014).

Por ende, la presente investigación buscó mejorar la comprensión de lectura en el nivel secundario mediante el desarrollo de estrategias de aprendizaje cooperativas desde una concepción constructivista del proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que hay suficientes argumentos para sustentar que la aplicación de las estrategias del aprendizaje cooperativo, como aprendiendo juntos, cooperación guiada o estructurada, estrategia de trabajo en equipo – logro individual y estrategias de investigación en grupo, permitió que los adolescentes no solo adquieran, dominen y practiquen la comprensión de lectura, sino que, a la vez, se les otorgue la oportunidad de un aprendizaje cooperativo donde el estudiante construya sus conocimientos, destrezas y valores con otros, así como que adquiera habilidades cooperativas y prácticas.

Para poder estar dotado de la información respectiva, se consultaron diversos antecedentes: nacionales e internacionales. Respecto al primero, está el trabajo de Campos (2014), quien tuvo como objetivo establecer una relación entre el aprendizaje cooperativo y la comprensión de textos escritos en inglés en los estudiantes del tercer grado de secundaria del Colegio Experimental de Aplicación

de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2013. Esta fue una investigación sustantiva con un diseño correlacional. La muestra estuvo constituida por 90 estudiantes de un total de 139, a quienes se les aplicaron dos cuestionarios que fueron seleccionados de manera intencional. A partir de los resultados, se concluyó que existe una relación significativamente positiva entre el aprendizaje cooperativo y el nivel de comprensión de textos escritos en inglés, donde los estudiantes lograron mejorar su capacidad para recordar el texto, así como su capacidad para realizar inferencias y extraer significados correctos de los textos, lo cual les permitió obtener un mayor nivel de comprensión (p. 89).

Contreras y Contreras (2014) realizaron, en Junín, su investigación que tuvo como objetivo general determinar el nivel de eficacia de las estrategias del aprendizaje cooperativo para el desarrollo de la habilidad de traducción en estudiantes de la I. E. N°30708 “Rosa de Santa María”- Tarma en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Su investigación fue de tipo aplicativo, donde se utilizó el método de observación y el experimental, con un diseño pre experimental. La muestra estuvo conformada por 18 estudiantes del 5° “A”. Asimismo, empleó la técnica de muestreo no probabilístico y el instrumento fue la prueba pedagógica. Las conclusiones fueron las siguientes: las estrategias del aprendizaje cooperativo son de nivel alto, lo que permitió desarrollar la habilidad de traducción en los estudiantes; asimismo, mediante la estrategia del aprendizaje cooperativo los estudiantes pudieron desarrollar la habilidad de escuchar, leer, hablar y escribir en inglés. También se concluyó que las actividades cooperativas beneficiaron el desarrollo de habilidades de traducción para sí y para todos los miembros del grupo (p. 102).

Ponce y Holguin (2012) dieron a conocer su trabajo de investigación, cuya finalidad fue determinar los niveles de comprensión de lectura en escolares de 2° grado de primaria en una escuela de Comas, Lima. El estudio fue de tipo descriptivo simple y el instrumento fue la prueba de comprensión de lectura por niveles. La muestra fue probabilística y estuvo conformada por 102 estudiantes de siete años de edad en promedio. Las conclusiones que dieron a conocer fueron: primero, en la comprensión literal, el 67% rindió a un nivel alto y el 7% lo hizo a nivel bajo; segundo, en la comprensión reorganizativa, el 74% de la muestra lo

realizó a nivel alto y el 5% lo hizo en bajo; tercero, en la comprensión inferencial, el 39% lo realizó a nivel bajo y el 24% a medio o regular nivel, por lo que se determinó que la comprensión inferencial en estos sujetos es de nivel bajo (p. 123).

A nivel internacional, la tesis de De León (2013) tuvo como objetivo principal establecer cómo el aprendizaje cooperativo incide en el aprendizaje del idioma inglés en la Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Su estudio fue de tipo experimental, donde utilizó el método ANOVA simple. Para la ejecución de la investigación, se realizó el trabajo de campo con dos grupos, uno control y otro experimental, conformados por 74 sujetos, entre los 13 y 15 años de edad. El autor llegó a las siguientes conclusiones: primero, el proceso metodológico de aprendizaje cooperativo se aplicó en el curso de inglés y benefició, positivamente, al grupo experimental; segundo, la interacción social y el intercambio verbal que se produjo en el ejercicio del trabajo cooperativo favoreció la práctica del idioma inglés; tercero, el aprendizaje cooperativo incidió favorablemente en la conducta social de los estudiantes; cuarto, el aprendizaje cooperativo permitió la disponibilidad de tiempo del docente para prestar atención a los alumnos con dificultades de aprendizaje (p. 128).

Hernández y Mancilla (2010) plantearon como objetivo determinar las estrategias de aprendizaje cooperativo mediante un programa de intervención “Baraja de textos” y “Debate” para favorecer comprensión de lectura en niños de 3° de primaria de México. El diseño que utilizó fue el cuasi-experimental, para ello contó con grupo control y grupo experimental de medidas pretest y posttest con una fase de intervención, la cual se aplicó solo al grupo experimental. La muestra la conformaron 36 alumnos-entre 8 y 9 años de edad. Las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes: primero, el programa de intervención permitió avances en la comprensión de lectura del grupo experimental, logrando así nivelarlo con el grupo control; segundo, el análisis cualitativo permitió comprobar que, con las estrategias de aprendizaje cooperativo “Baraja de Textos” y “Debate”, se pueden obtener mejoras en la comprensión de lectura de textos expositivos (p. 213).

Por lo tanto, en base a lo emitido por los autores, queda demostrado que a la educación le urge un cambio en la diversificación de metodologías. Teorías ya

clásicas han determinado que cada estudiante aprende de diferente forma, pero la estrategia o técnica empleada es la misma. Es por ello que investigar si el aprendizaje cooperativo puede incidir en la comprensión de lectura que es una competencia básica en la formación de todo ciudadano, es una muestra del esfuerzo de la institución y del docente por acercarse al estudiante.

Base teórica de la variable estrategia de aprendizaje cooperativo

Como parte del sustento teórico, es relevante identificar las diversas definiciones que posee el aprendizaje cooperativo. Guevara (2014) señala que “es una metodología de enseñanza basada en la creencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar problemas y acciones educativas en las cuales se ven inmersos” (p. 38). Campos (2014) sostiene que el aprendizaje cooperativo se basa en el funcionamiento de las relaciones psicosociales, entendiéndose estas como un conjunto de procesos que ocurren en el alumno, entre los alumnos y entre el/los alumnos y el profesor como consecuencia de las estructuras del aprendizaje y los procesos instruccionales que implementa el profesor condicionados en el periodo por la posibilidad del aprendizaje significativo (p. 33).

Por lo leído, son diversas las explicaciones de los autores al definir qué es el aprendizaje cooperativo, algunos sostienen que es un método o técnica de enseñanza, otros opinan que es una opción para enseñar a aprender. Por otro lado, lo ven como un modelo educativo innovador, que propone una manera distinta de organizar la educación escolar a diferentes niveles, en tal sentido, es un modelo de organización institucional del salón de clases, siendo entonces una forma de organización de la enseñanza y el aprendizaje; pero también puede ser considerado como un método instruccional, técnica o estrategia para aprender.

Existen tres bases psicopedagógicas orientadas hacia la investigación sobre la importancia del aprendizaje cooperativo, donde se enfatiza la práctica del trabajo en grupo, convirtiéndose en una metodología activa, que permite experimentar un modelo interaccionista de enseñanza y aprendizaje. La primera (teoría de interdependencia social) está basada en la interdependencia social de Johnson y

Johnson. La segunda (teoría del desarrollo cognitivo), en la propuesta de Piaget y Vigostky y la tercera, en la teoría del aprendizaje conductual de Bandura y Skinner.

Las teorías son importantes para el trabajo de investigación, puesto que permitieron mejorar los niveles de comprensión de lectura. En primer lugar, la teoría de la interdependencia social resalta la relevancia de la motivación interna, generada por los factores interpersonales, para alcanzar una meta específica. En segundo lugar, la teoría del aprendizaje cognitivo se centra en lo que ocurre dentro de cada individuo y cómo es afectada por el mundo externo. Por último, la teoría conductual permitió una motivación extrínseca para lograr recompensa de las actividades a desarrollar por las lecturas propuestas (Bará y Domingo, 2005).

Asimismo, según Barnett (2003, p. 22), el aprendizaje cooperativo debe responder a los siguientes principios básicos: cooperación y autosuperación de los equipos, aprendizaje individual y evaluación individual, igualdad de oportunidades y protagonismo de los estudiantes. Estos principios deben ser el cimiento para ponerse en práctica en cualquier centro de estudios. Es ahí donde radica la importancia de saber aplicar actividades que le permitan a quien se está enseñando aprender. Por lo tanto, aplicar las técnicas de enseñanza aprendizaje va a permitir que el docente estructure diversas actividades para que el estudiante construya el conocimiento, lo transforme y lo evalúe. De este modo, las técnicas didácticas ocupan un lugar esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el aprendizaje cooperativo, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se ponen de manifiesto los principios mencionados, a través de siete momentos. Según Contreras y Contreras (2014, pp. 20 – 25), son los siguientes: momento de activación, momento de orientación, momento de procesamiento de información, momento de recapitulación, momento de evaluación, momento de interdependencia social, y momento de sentido, significado, metacognición y transferencia. Es decir, no basta con tener presente los principios del aprendizaje cooperativo, sino también hay que saber en qué momento se aplica. Esta norma sigue los parámetros de una sesión de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, las técnicas de aprendizaje cooperativo son estrategias de enseñanza estructuradas que se basan en la colaboración y ayuda entre los estudiantes, los cuales participan de

un objetivo común cuyo logro es más importante que el éxito individual. Para poder medir el impacto de la variable, estas estrategias se consideran como las dimensiones, las cuales se dan a conocer a continuación:

La primera dimensión es **aprendiendo juntos**. Para De León (2013, p. 19), esta técnica permite formar equipos heterogéneos de cuatro integrantes. La dinámica consiste en integrar estudiantes que tengan diversos niveles de comprensión de lectura dos con un nivel, uno regular y otro con un buen nivel. Se les pide que elijan la lectura que prefieran. Seguidamente, se les indica que todos deben apoyarse para que puedan explicar correctamente lo leído. Luego, la actividad consiste en que todos deben turnarse para leer el texto seleccionado, de tal manera que puedan comprender el significado de cada párrafo, a partir de la relación que les va a permitir darle el sentido a todos los párrafos. El objetivo de la cooperación es que los integrantes estén de acuerdo en la comprensión del texto y puedan explicarlo. En esta técnica, los estudiantes deben demostrar en las actividades su creatividad o sus pensamientos divergentes. El docente debe monitorear la lectura de cada equipo y verificar la responsabilidad de cada integrante. Por último, hay que solicitar a los equipos, primero que se autoevalúen y luego que coevalúen el trabajo desarrollado por equipo y propongan sus calificaciones.

La segunda dimensión o estrategia es la **cooperación guiada o estructurada**. Para Díaz y Hernández (2006), esta técnica permite formar equipos heterogéneos de dos integrantes. La dinámica consiste en integrar estudiantes que tengan diversos niveles de comprensión de lectura: uno con un nivel bajo y otro con un buen nivel. Se les pide que seleccionen la lectura. Seguidamente, se les indica que deben apoyarse como pareja para que puedan explicar correctamente lo leído. La actividad consiste en turnarse para leer el texto escogido, de tal manera que puedan comprender el significado de cada párrafo para luego darle el sentido de todos los párrafos. El objetivo de la cooperación es que los dos integrantes estén de acuerdo en lo que respecta a la comprensión del texto y puedan explicarlo. Durante las actividades el docente debe realizar las mismas actividades que en la estrategia anterior.

La tercera dimensión es **trabajo en equipo – logro individual**. Para De León (2013, p. 18), esta técnica permite formar equipos heterogéneos de cuatro integrantes. La dinámica consiste en integrar estudiantes que tengan diversos niveles de comprensión de lectura: dos con un nivel bajo, uno regular y otro con un buen nivel. Se les pide que elijan la lectura. Seguidamente, se les indica que deben apoyarse como equipo para que puedan explicar correctamente lo leído. La actividad consiste en que cada participante de cada equipo debe leer el texto seleccionado, de tal manera que puedan comprender el significado de cada párrafo para poder darle el sentido a todos los párrafos. El objetivo de la cooperación es que los dos integrantes estén de acuerdo en la comprensión del texto y que puedan explicarlo. Durante las actividades el docente debe realizar las mismas actividades que en la primera estrategia.

Como última dimensión, se encuentra la **investigación en equipo**. Para Díaz y Hernández (2006), esta técnica permite formar equipos heterogéneos de cuatro integrantes. La dinámica consiste en integrar estudiantes que tengan diversos niveles de comprensión de lectura: dos con un nivel bajo, uno o dos regular y otro con un buen nivel. Se les pide que seleccionen un tema libre del cual quieran informar y leer su contenido. Seguidamente, se les indica que deben apoyarse como equipo para que puedan desarrollar correctamente la actividad que se les proponga. La actividad consiste en que cada participante de cada equipo debe buscar información y seleccionar lo más importante. El objetivo de la cooperación es que los integrantes estén de acuerdo en la elección del tema y así puedan desarrollar la actividad y sean capaces de explicarle a los otros equipos y al docente. Durante las actividades el docente debe realizar las mismas actividades que en la primera estrategia.

Base teórica de la variable comprensión de lectura

La lectura es una actividad a través de la cual los lectores construyen significados (comprensión); en ella se combinan los conocimientos y las experiencias previas, la competencia lingüística (fonológica, léxica, información sintáctica, semántica), la información aportada por el texto y el contexto, y la forma

como se relacionan con el texto (de acuerdo con la gramática textual). Es, por lo tanto, un proceso cognitivo, psicolingüístico y sociocultural (Tapia, 2008, p. 45). Es por ello que se debe enfatizar que la lectura constante permite estar calificado para cualquier reto profesional y laboral. Por ello, tener hábito de lectura, hoy en día, es garantizar el futuro de las generaciones que en este momento están formándose en las aulas.

La comprensión de lectura está presente en los escenarios de todos los niveles educativos y se le considera como una capacidad crucial para el aprendizaje escolar, dado que una gran cantidad de información que los estudiantes adquieren, discuten y utilizan en las aulas surge a partir de los textos escritos. Es por esta razón que es menester determinar su definición.

Snow y Sweet (2003, p. 1) definen “la comprensión lectora como el proceso simultáneo de extraer y construir significado”. Asimismo, Van Dijk (1983) dijo que la comprensión de lectura es un proceso activo y constructivo de interpretación de significado del texto. Es activo porque se deben poner en juego una serie de operaciones y estrategias mentales para procesar la información que se recibe del texto, y es constructivo porque las operaciones y estrategias puestas en juego permiten construir el significado del texto y crear nueva información de la interacción entre la información obtenida del texto y el conocimiento previo del lector (p. 54). Según Solé:

La comprensión de textos depende de los conocimientos previos. A medida que el alumno se relaciona con su entorno va construyendo representaciones acerca de la realidad, de los elementos constitutivos de nuestra cultura conformando de esta manera los esquemas de conocimiento que pueden ser más o menos elaborados (p. 14).

De lo dicho, anteriormente, se concluye que, la comprensión de lectura es un proceso interactivo entre el escritor y el lector, a través del cual el lector interpreta y construye un significado. Esto implica impregnarnos de su significado, extraerlo y hacerlo consciente en nuestra mente. Por ello, el proceso mental permite darle al texto cierta lógica y sentido válido para poder ser entendido e interpretado.

Los niveles que adquiere la lectura se apoyan en las destrezas graduadas de menor a mayor complejidad. Para los intereses de la investigación, estos niveles se asumieron como dimensiones para la debida medición de la variable. La primera dimensión es el nivel literal y para Pinzás (2006) significa entender la información que el texto presenta, el cual se convierte en el primer peldaño para acceder a la comprensión total del texto; es decir, si el alumno no logra este nivel difícilmente logrará los niveles inferencial y crítico (p. 16). Como segunda dimensión se encuentra el nivel inferencial. Cassany afirma que, en este nivel, el lector debe ser capaz de obtener información nueva a partir de los datos explícitos del texto; es decir, se buscan relaciones que van más allá de lo leído (Torres, 2012). Como última dimensión, se encuentra el nivel valorativo o crítico. En este tercer nivel, según Gutiérrez (2013), el lector debe emitir un juicio valorativo, comparando las ideas presentadas en la selección del texto con criterios externos, supone, por tanto, que el lector elabore un punto de vista, para lo cual es necesario que identifique las intenciones y características del texto (p. 17). Además, el Ministerio de Educación (2006) sostuvo que el nivel crítico se produce cuando el estudiante es capaz de enjuiciar y valorar el texto que lee, cuando emite juicios sobre el contenido o la estructura del texto, lo acepta o rechaza, pero con fundamentos (p. 12).

Como se ha explicado, de manera extensa, estos niveles corroboran la interacción entre el contenido del texto y el lector, la cual está regulada por el propósito de leer, así como por la activación de un conjunto de procesos que ayudan a la comprensión significativa de la lectura. Para que estos procesos sean atractivos es necesaria la intervención del lector a través de diversos procedimientos que implican lo cognitivo y lo metacognitivo, a tales procedimientos se les denomina estrategias para la comprensión de lectura.

En secundaria, es muy importante que el estudiante entienda que la lectura es un proceso y que la comprensión de lectura es el resultado de las acciones y operaciones mentales que llevamos a cabo durante todo ese proceso. Por lo tanto, se considera recomendable en secundaria enseñarla teniendo en cuenta las siguientes estrategias que se clasifica en tres fases: estrategias para usar antes de leer, durante la lectura y después de leer (Solé, 2000).

Por lo revisado en la teoría anterior, la estrategia del aprendizaje cooperativo se debe utilizar como forma para la activación de conocimientos previos, el aprendizaje de nuevas palabras, el entrenamiento en la supervisión de la propia comprensión, la localización de ideas principales, la construcción de inferencias o elaboración de resúmenes, entre otros. Además, el aprendizaje cooperativo aporta un valor añadido en las prácticas de comprensión de lectura en las aulas, puesto que permite una lectura compartida. Es por ello que, mediante esta investigación, son indudables los beneficios que trae consigo la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo que permite mejorar poco a poco la comprensión en los estudiantes y, asimismo favorecer la interacción social en el aprendizaje.

A partir de lo expuesto, se planteó como problema general lo siguiente: ¿Cómo influye la aplicación de la estrategia de aprendizaje cooperativo en la comprensión de lectura en los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar? Respecto a los específicos, se busca la influencia de las dimensiones del aprendizaje cooperativo (aprendiendo juntos, cooperación guiada, trabajo en equipo – logro individual e investigación en grupo) en los niveles de comprensión de lectura (literal, inferencial y crítico).

Asimismo, el trabajo plantea como objetivo general determinar la influencia de la estrategia de aprendizaje cooperativo en la comprensión de lectura en los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. Respecto a los específicos, se busca determinar si las dimensiones del aprendizaje cooperativo (aprendiendo juntos, cooperación guiada, trabajo en equipo – logro individual e investigación en grupo) influyen en los niveles de comprensión de lectura (literal, inferencial y crítico) en los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar.

Esta investigación asumió una doble importancia en la medida en que los datos brindaron información relevante tanto en la variable estrategia de aprendizaje cooperativo como la variable comprensión de lectura, donde se da información a nivel teórico como práctico. **A nivel teórico**, la revisión de la literatura es

pertinente y actualizada sobre las variables establecidas y se sustentó teniendo presente los trabajos investigativos de tesis internacionales y nacionales, así como libros, revistas científicas y otros. **A nivel práctico**, se realizó bajo la aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo que influyeron en la comprensión de lectura. Por consiguiente, este nivel práctico ayudó en su desarrollo, porque las acciones realizadas mediante la estrategia de aprendizaje cooperativo guía y orienta la actividad psíquica del estudiante en equipos cooperativos. Por último, a **nivel metodológico**, la estrategia de aprendizaje cooperativo propuesta para la investigación constituyó una alternativa metodológica viable y útil; por lo que se comprueba que la aplicación de las estrategias de aprendizaje cooperativo influyeron en la comprensión de lectura de los estudiantes. Esto se observó en la aplicación metodológica de la estrategia de aprendizaje junto, cooperación guiado o estructurada, trabajo en equipo- logro individual e investigación en grupo.

Como hipótesis general, el trabajo desea conocer si la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo influye, significativamente, en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. Para el cumplimiento de tal meta, el trabajo se desarrolló en la misma institución Educativa Abraham Valdelomar, ubicada en el Asentamiento Humano Santa Rosa de la región Callao. En el trabajo realizado se consideró a los estudiantes del primer grado de educación secundaria, ya que se quiso ir mejorando desde los primeros grados la gran deficiencia que presentan ellos en la comprensión de textos en sus tres niveles.

Metodología

El trabajo presentó un enfoque cuantitativo, el cual ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente y controlar los fenómenos, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes. Asimismo, el tipo de investigación fue aplicada o experimental. Su interés radica en la aplicación de los conocimientos a la solución de un problema práctico inmediato (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El diseño determinado es cuasiexperimental, porque es difícil el control de

las variables extrañas que puedan afectar el trabajo investigado y no hay manera de asegurar la equivalencia inicial de los grupos experimental y control.

La aplicación del diseño empleado buscó verificar la siguiente hipótesis general: la estrategia del aprendizaje cooperativo influye, significativamente, en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. Asimismo, se cuenta con las siguientes hipótesis específicas: a) la estrategia del aprendizaje cooperativo, aprendiendo juntos, influye, significativamente, en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primero grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; b) el aprendizaje cooperativo, cooperación guiada o estructurada, influye, significativamente, en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primero grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; c) la estrategia del aprendizaje cooperativo, trabajo en equipo – logro individual, influye, significativamente, en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; d) la estrategia del aprendizaje cooperativo, investigación en grupo, influye, significativamente, en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar.

En lo que concierne a la población, fue un total de 90 alumnos del primer grado de educación secundaria de la institución en mención. La muestra de estudio es intencional. El tipo de muestreo es no probabilístico en la medida que supone un procedimiento de selección informal, donde “la selección de los sujetos no depende de todos los que tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión del investigador o grupo de personas que recolectan los datos” (Hernández et al., 2014, p. 262). La muestra se dividió en dos grupos constituidos (antes de la investigación): la sección A (grupo experimental) y la sección B (grupo control) de primero de educación secundaria de la institución en mención. Es importante señalar que los grupos son parecidos respecto a la edad y el grado de estudios. A los grupos se les aplicó un pretest y postest, los cuales sirvieron para verificar la

comparación inicial y final de los grupos respecto a la aplicación de la estrategia de aprendizaje cooperativo para garantizar la comprensión de lectura.

La técnica que se utilizó fue la prueba de medición, esta permitió recolectar datos sobre el proceso de la comprensión de lectura en sus tres niveles: literal, inferencial y crítico- valorativo, a través de las estrategias de aprendizaje cooperativo, empleadas en el aula a los estudiantes de primer grado de secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar en el Callao. Para la aplicación de la prueba de medición participaron 48 estudiantes. Según la técnica de opinión de expertos (doctores), se validaron los instrumentos, se obtuvo un valor de 85% donde se pudo deducir que el instrumento tiene muy buena validez. La validación de los instrumentos de recolección de datos se realizó a través de los siguientes procedimientos: validez externa y confiabilidad interna.

Los instrumentos que permitieron recoger la información fueron el cuestionario (aprendizaje cooperativo) y el test (comprensión de lectura) los cuales fueron aplicados en dos momentos (pretest y posttest) a un total de 48 estudiantes. Los instrumentos fueron aplicados de manera transversal y con una duración de 60 minutos, aproximadamente, en cada caso. La aplicación se llevó a cabo en las mismas instalaciones de la institución Abraham Valdelomar en el Callao; los dos grupos tuvieron las mismas condiciones climáticas, físicas y logísticas; lo único que varió fue la estrategia de aprendizaje cooperativo.

Para determinar la confiabilidad interna de los instrumentos de investigación, se realizó un trabajo piloto con 10 alumnos, elegidos al azar, y se aplicó la prueba estadística Kuder – Richardson 20 por ser un instrumento con respuestas de tipo dicotómico. Luego de esta actividad, se determinó que el pretest tuvo un coeficiente de confiabilidad de 0,76 y el posttest, de 0,81. En consecuencia, los instrumentos de investigación son plenamente fiables y aplicables.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 13.0, donde se realizó un análisis de los datos descriptivos y luego se aplicó la prueba estadística para verificar las hipótesis planteadas (una general y cuatro específicas). En la estadística descriptiva tenemos dos clases de medidas: de

tendencia central y de variabilidad. Para la prueba de hipótesis, hay dos tipos de análisis estadísticos: los análisis paramétricos y los no paramétricos. Para la presente pesquisa, se empleó la prueba estadístico paramétrico T de Student, ya que se busca determinar si existe alguna diferenciación, que sea significativa entre las medias de dos grupos (grupo control y grupo experimental).

Resultados

En esta sección, a partir de la información recabada, se analizó estadísticamente con la finalidad de determinar si el aprendizaje cooperativo influye en la comprensión de lectura en los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. Para ello, se plantearon dos tipos de análisis, descriptivo e inferencial.

En la tabla 1, el mayor número de notas se encuentra en el intervalo 5, con una frecuencia absoluta simple de 7. Es decir, que la mayor cantidad de calificaciones son iguales o mayores que 11.32 y menores que 12.65.

Tabla 1

Tabla de frecuencias de las notas del pretest del grupo de control

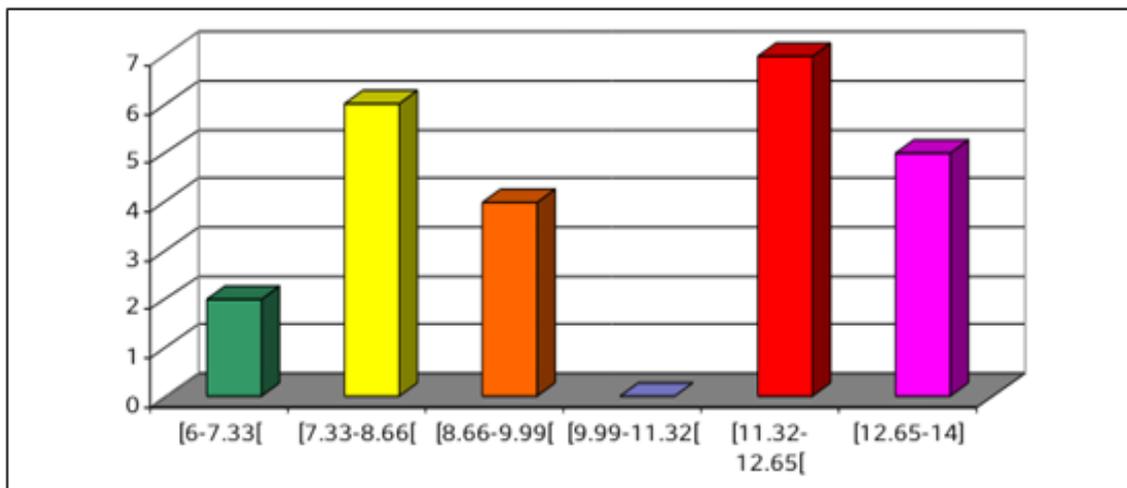
li	fi	Fi	Hi	Hi	$hi\%$	$Hi\%$	Xi	$fixi$	$\frac{(xi-xi)^2}{fi}$
[6-7.33[	2	2	0,083	0,083	8,3%	8,3%	6,665	13,33	27,602
[7.33-8.66[	6	8	0,250	0,333	25%	33,3%	7,995	47,97	34,129
[8.66-9.99[	4	12	0,167	0,500	16,7%	50%	9,325	37,3	4,452
[9.99-11.32[	0	0	0	0	0%	0%	10,655	0	0
[11.32-12.65[	7	19	0,292	0,792	29,2%	79,2%	11,985	83,895	18,032
[12.65-14]	5	24	0,208	1,000	20,8%	100%	13,325	66,625	43,365
TOTAL	24		1		100%			249,12	127,58

Asimismo, en la figura 1, la barra más elevada recae en el intervalo cinco. Este hecho indica que, la mayor cantidad de notas del pretest del grupo de control se acumulan en dicho intervalo, mientras que en el intervalo 4 no se encuentran notas. Asimismo, los datos tienen una perspectiva ascendente, luego descende

estrepitosamente hasta llegar a cero en el intervalo cuatro, para luego ascender en el intervalo cinco a su máximo punto de elevación.

Figura 1

Frecuencia de las notas del primer test del grupo de control



La tabla 2 de frecuencias muestra que el mayor número de notas se encuentra concentrado en los intervalos dos y cinco, con una frecuencia absoluta simple de seis. Es decir, que la mayor cantidad de notas son iguales o mayores que 6 y menores que 8.66, en el primer caso y en el segundo caso las notas son iguales o mayores que 11.32 y menores que 12.65. Mientras que en el tercer intervalo hay cero notas, indicando que ningún alumno ha obtenido notas entre 8.66 y 9.99.

Tabla 2

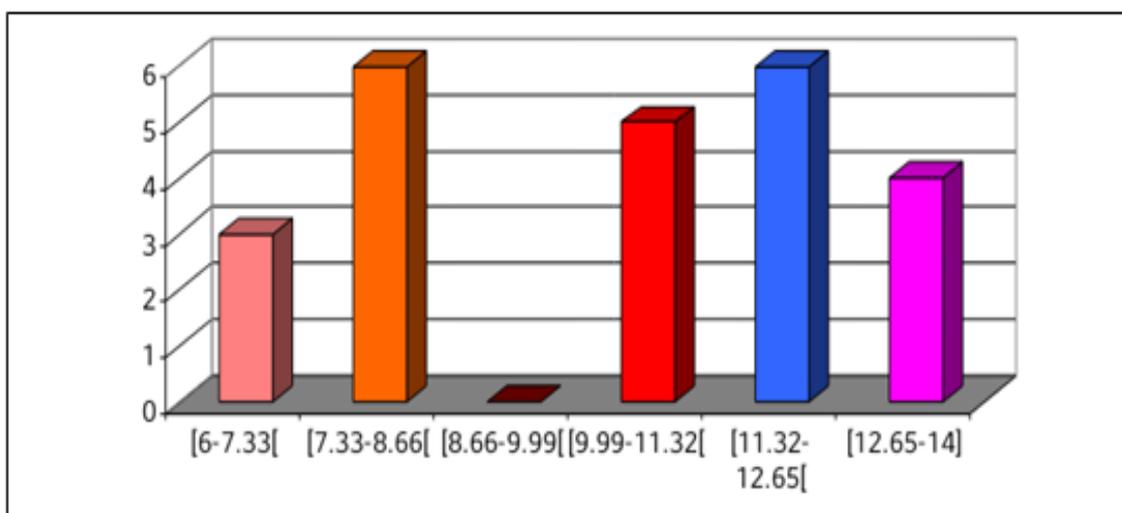
Tabla de frecuencias de las notas del pretest del grupo experimental

li	Fi	F_i	Hi	Hi	$Hi\%$	$Hi\%$	Xi	$fixi$	$(xi-xi)^2 fi$
[6-7.33[	3	3	0,125	0,125	12,5%	12,5%	6,665	19,995	38,988
[7.33-8.66[	6	9	0,25	0,375	25%	37,5%	7,995	47,97	31,105
[8.66-9.99[	0	9	0	0	0%	0%	9,325	0	0
[9.99-11.32[	5	14	0,208	0,583	20,8%	58,3%	10,655	53,275	0,741
[11.32-12.65[	6	20	0,25	0,833	25%	83,3%	11,985	71,91	17,647
[12.65-14]	4	24	0,167	1,000	16,7%	100%	13,325	53,3	37,332
TOTAL	24		1		100%			246,45	125,813

En la figura 2, las barras edificadas en función de las notas del pretest del grupo experimental. Las barras más altas están en el segundo y en el quinto intervalo; mientras que en el tercer intervalo desciende a cero. Asimismo, los datos muestran que la mayor cantidad de notas se concentran en el segundo y en el quinto intervalo y en el tercer intervalo no hay notas. En la función escalonada, se muestra la progresión de las notas que van desde 6 hasta 14 en el pretest del grupo experimental. Por lo tanto, los resultados del pretest, tanto del grupo de control como del grupo experimental, muestran que ambos grupos son homogéneos; en consecuencia, no existen aspectos perturbantes o distorsionadores de la investigación.

Figura 2

Tabla de frecuencia de las notas del primer test del grupo experimental

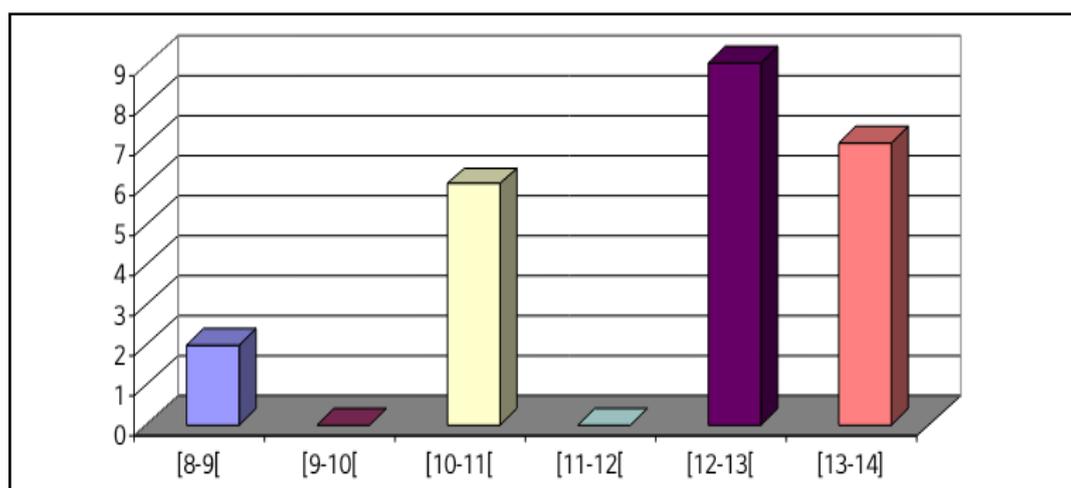


La tabla 3 de frecuencias, de las notas del postest del grupo de control, muestra que en su mayoría se concentran en el quinto intervalo. Dicho dato determina que la mayor frecuencia es de nueve, mientras que en el cuarto intervalo no registra notas.

Tabla 3*Tabla de frecuencias de las notas del postest del grupo de control*

li	Fi	Fi	Hi	Hi	hi%	Hi%	Xi	FICI
[8-9[	2	2	0,083	0,083	8,3%	8,3%	8,5	17
[9-10[	0	2	0	0	0%	0%	9,5	0
[10-11[	6	8	0,25	0,333	25%	33,3%	10,5	63
[11-12[	0	8	0	0	0%	0	11,5	0
[12-13[	9	17	0,375	0,708	37,5%	70,8%	12,5	112,5
[13-14[	7	24	0,292	1	29,2%	100%	13,5	94,5
TOTAL	24		1		100%			287

El histograma presenta gráficamente la barra más alta en el quinto intervalo cuyo límite inferior y superior son 12 y 13, respectivamente. Esto nos indica que la mayor cantidad de notas se encuentra en el quinto intervalo; mientras que la menor cantidad de puntaje del postest del grupo de control, se encuentra en el cuarto intervalo. Respecto al polígono de frecuencias, se muestra que las notas tienen un recorrido zigzagueante que va desde 08 hasta llegar a su punto más alto de 14. Además, se muestra la progresión de las notas que van desde 8 hasta 14 en el postest del grupo de control.

Figura 3*Tabla de frecuencias de las notas del postest del grupo de control*

En la tabla 4, se nota que el mayor número de notas se encuentra concentrado en el intervalo tres, con una frecuencia absoluta simple de 9. Es decir, que la mayor cantidad de notas son iguales o mayores que 16 y menores que 17 y la menor cantidad está en el intervalo uno.

Tabla 4

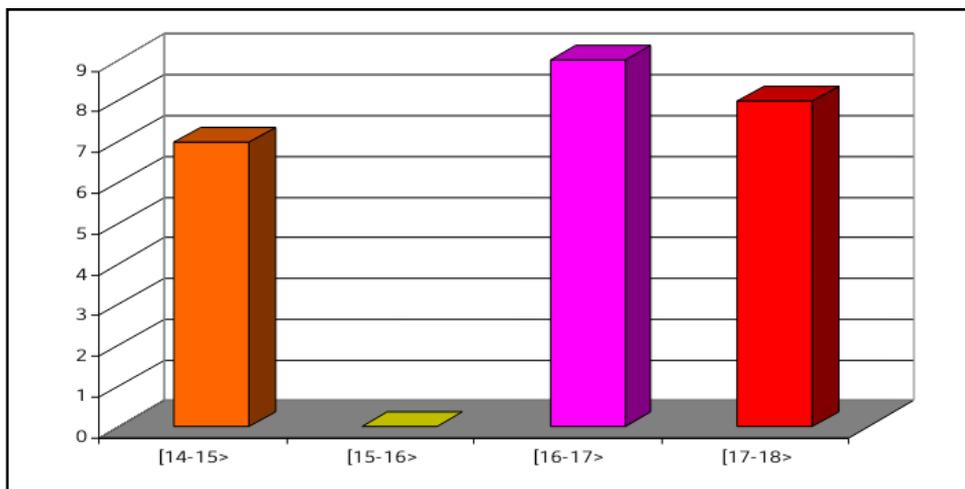
Tabla de frecuencias de las notas del postest del grupo experimental

	li	fi	Fi	hi	Hi	hi%	Hi	Xi	xi *fi	(xi-xi) ² fi
1	[14-15>	7	7	0.292	0.292	29.20%	29.2	14.5	101.5	12.25
2	[15-16>	0	7	0	0	0%	0	0	0	0
3	[16-17>	9	16	0.375	0.666	37.50%	66.6	16.5	148.5	0.5625
4	[17-18>	8	24	0.333	1	33.30%	100	17.5	140	12.5
TOTAL		24		1		100%			390	25.3125

La figura 4 presenta la barra más alta en el tercer intervalo cuyos límites inferiores y superior son 16 y 17, respectivamente. Esto indica que la mayor cantidad de notas se encuentra en el tercer intervalo; mientras que la menor cantidad de notas del postest del grupo experimental, se encuentra en el segundo intervalo con cero notas. Además, se muestra que las notas del postest tienen un recorrido escalonado que va desde 14 hasta llegar a su punto más alto de 18. Por lo tanto, haciendo una comparación entre las notas del postest de ambos grupos, en el grupo experimental están las notas más altas, concentradas en el último intervalo. La nota más alta es 18 y está en el grupo experimental, mientras que la nota más alta del grupo de control es 14. Esta diferencia de 4 puntos, a favor del grupo experimental, está determinada por la aplicación de las estrategias de aprendizaje cooperativo para mejorar la comprensión de lectura en los estudiantes del primer grado de la Institución Educativa Abraham Valdelomar.

Figura 4

El histograma



En la prueba de hipótesis, se busca aceptar si la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo influye significativamente en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar (HG). El método estadístico para comprobar la hipótesis fue la comparación de medias y el estadístico paramétrico T de Student, porque la muestra tiene 24 alumnos en cada grupo y por ser una prueba que permitió medir aspectos cuantitativos de las respuestas que se obtuvieron del instrumento administrado.

Tal como se observa en la tabla 5, al compararse las medias, se obtuvieron los valores de 17.5 (GE) y 12.5 (GC). Por tanto, la diferencia de medias fue de 3.93 (4 puntuaciones). Dicha diferencia de medias en los grupos de control tanto del postest y experimental postest es significativo. Asimismo, de acuerdo con el resultado del procesamiento en el SPSS 20.0 y excel 2013, se realizó el cálculo de los estadígrafos T obtenido y T crítico, a partir de los datos recabados por los grupos independientes (control y experimental) en el postest. Ahí se obtuvo el valor de T obtenido = -8.48 (valor resultante de los datos de la muestra); y el valor de T crítico = ± 2.05 (valor resultante de la tabla T-Student con 0.25% de nivel de significancia para 2 colas).

Tabla 5

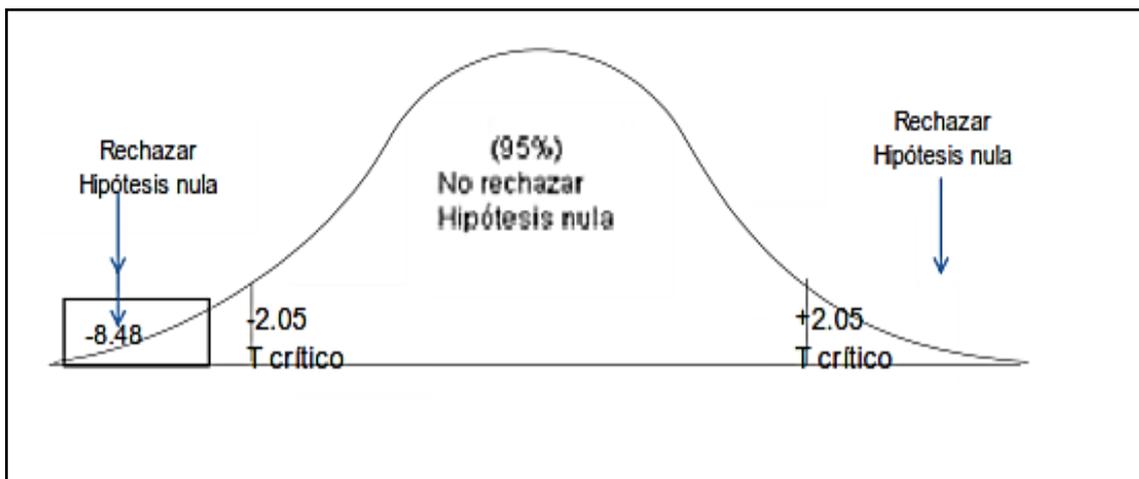
Estadísticos descriptivos de los grupos de control posttest y grupo experimental posttest

Estadísticos descriptivos	GC-Postest	GE-Postest
N°	24	24
Media	13.55555 56	17.48888 89
Moda	12.33333 33	15
Desviación estándar	0.869835 48	1.314550 24
Varianza de la muestra	0.756613 76	1.728042 33
Mínimo	10.66666 67	12
Máximo	14.33333 33	17.33333 33

Por lo observado en la figura 5, el valor de T obtenido o calculado = - 8.48 estuvo ubicado en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por lo que está en la condición de aceptar la hipótesis general propuesta para cualquier nivel de significación.

Figura 5

El valor de T obtenido o calculado- Ha



En lo que respecta a la hipótesis específica 1, se buscó comprobar si la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo, aprendiendo juntos, influye significativamente en la comprensión de la lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. A partir de la comparación de medias y el estadístico paramétrico T Student, se determinó la siguiente diferencia de medias: $12.93 - 9.2 = 3.73 \approx 4$. Por tanto, la diferencia de medias es significativa en 4 puntos que hacen que la aplicación experimental tenga efectos positivos. Asimismo, a partir del cálculo de los estadígrafos, se obtuvo el valor de t obtenido = -14 (valor que se obtiene de los datos de las muestras); y el valor de T crítico = ± 2.02 (valor que se obtiene de la tabla t-Student con 0.25% de nivel de significancia para 2 colas). El valor de $t = -14$ pertenece a la zona de rechazo de la hipótesis nula por lo que se está en la condición de aceptar la hipótesis específica 1.

En lo que concierne a la hipótesis específica 2, se buscó comprobar si la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo, cooperación guiada o estructurada, influye significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. A partir de la comparación de medias y el estadístico paramétrico T Student, se determinó la siguiente diferencia de medias: $14.86 - 10.53 = 4.33$. Por tanto, la diferencia de medias es significativa en 4 puntos que hacen que la aplicación experimental tenga efectos positivos. Asimismo, a partir del cálculo de los estadígrafos, se obtiene el valor de t obtenido = -12.6 (valor que se obtiene de los datos de las muestras); y el valor de T crítico = ± 2.02 (valor que se obtiene de la tabla t-Student con 0.25% de nivel de significancia para 2 colas). El valor de $t = -12.56$ pertenece a la zona de rechazo de la hipótesis nula por lo que se está en la condición de aceptar la hipótesis específica 2.

En lo que respecta a la hipótesis específica 3, se buscó comprobar si la aplicación de la estrategia del aprendizaje cooperativo, trabajo en equipo – logro individual, influye significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. A partir de la

comparación de medias y el estadístico paramétrico T Student, se determinó la siguiente diferencia de medias: $15.66 - 11.75 = 3.91$. Por tanto, la diferencia de medias es significativa en casi 4 puntos que hacen que la aplicación experimental tenga efectos positivos. Asimismo, a partir del cálculo de los estadígrafos, se obtiene el valor de t obtenido = -4.07 (valor que se obtiene de los datos de las muestras); y el valor de T crítico = ± 2.05 (valor que se obtiene de la tabla t-Student con 0.25% de nivel de significancia para 2 colas). El valor de $t = -4.07$ pertenece a la zona de rechazo de la hipótesis nula por lo que se está en la condición de aceptar la hipótesis específica 3.

En lo que concierne a la hipótesis específica 4, se buscó comprobar si la estrategia del aprendizaje cooperativo, investigación en grupo, influye significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. A partir de la comparación de medias y el estadístico paramétrico T Student, se determinó la siguiente diferencia de medias: $16.66 - 10.13 = 3.92$. Por tanto, la diferencia de medias es significativa en casi 4 puntos que hacen que la aplicación experimental tenga efectos positivos. Asimismo, a partir del cálculo de los estadígrafos, se obtiene el valor de t obtenido = -6.07 (valor que se obtiene de los datos de las muestras); y el valor de T crítico = ± 2.05 (valor que se obtiene de la tabla t-Student con 0.25% de nivel de significancia para 2 colas). El valor de $t = -6.07$ pertenece a la zona de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis específica 4.

Discusión de los resultados

En el trabajo de investigación se analizaron las diferencias entre el grupo de control y experimental teniendo presente las calificaciones obtenidas en el pretest y el postest, cuyo resultado permite comprobar que es aceptable la aplicación de las estrategias de aprendizaje cooperativo en los estudiantes del primer grado de educación secundaria. Las calificaciones obtenidas en el pretest tanto en el grupo de control como en el experimental muestran que en sus inicios ambos grupos obtuvieron una calificación entre 6 hasta 12.65, que se demuestran respectivamente en las tablas y figuras. Estos resultados nos indican que los estudiantes del grupo de

control obtuvieron como nota máxima entre 11.32 y 12.65 un 29% aprobado y el grupo experimental un 25%. Estos porcentajes muestran que la mayoría de los estudiantes tienen problemas de comprensión de lectura.

Comprobando el estadístico paramétrico de la *t* de Student obtenido o calculado en la prueba de hipótesis es de -8.48, con un grado de libertad de 56. Con este valor se rechaza la hipótesis nula y se acepta aprobando la hipótesis principal. Los resultados obtenidos muestran un 95% de nivel de confianza, conforme se aprecia y se interpreta en las tablas 11 y 12, respectivamente. Entonces quiere decir que, la estrategia del aprendizaje cooperativo influye significativamente en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar. Esta conclusión coincide con la investigación de Campos (2014), quien reafirma que existe una correlación muy buena entre el aprendizaje cooperativo y la comprensión de textos escritos en el curso de inglés. Asimismo, sostiene que existe una relación entre interdependencia positiva y el nivel literal de la comprensión de textos escritos en inglés. Además, existe un aprendizaje favorable para la comprensión en el nivel inferencial cuando se aplica la estrategia de la interacción cara a cara. Y, finalmente, confirma que existe una correlación media o moderada entre las habilidades interpersonales y de equipo con el nivel creativo de la comprensión de textos.

Por otro lado, el estadístico paramétrico de *t* de Student obtenido o calculado mostró un resultado favorable en las hipótesis específicas, puesto que se distribuye con 28 grados de libertad. Es decir, el valor *t* rechaza las hipótesis nulas para cualquier nivel de significación, habiéndose probado y aceptado las hipótesis específicas. Asimismo, los resultados obtenidos muestran un 95% de nivel de confianza, conforme se aprecia y se interpreta en la tabla 14, 16, 18, 20, respectivamente. Por consiguiente, coincidimos con la investigación de Contreras y Contreras (2014) quienes realizaron su trabajo de investigación en Universidad Nacional del Centro del Perú, cuyo resultado muestra que las estrategias del aprendizaje cooperativo son de nivel alto que permite desarrollar la habilidad de traducción en los estudiantes.

Asimismo, se coincide con la investigación de De León (2013), quien realizó su trabajo de investigación en la Universidad Rafael Landívar en Guatemala, cuyo resultado muestra que el proceso metodológico de aprendizaje cooperativo benefició positivamente al grupo experimental. También, la interacción social y el intercambio verbal que se produce en el ejercicio del trabajo cooperativo favoreció la práctica del idioma inglés, donde se desarrollaron las habilidades de comunicación, especialmente la de escuchar y hablar. Por lo tanto, los antecedentes nacionales e internacionales han servido para iniciar la investigación como sustento y poder demostrar que la estrategia del aprendizaje cooperativo influyó en la comprensión lectora.

Conclusiones

1. Se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo influyó significativamente en la comprensión de lectura de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; tal como lo evidenciamos en la prueba de hipótesis general y la discusión de resultados.
2. Se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo, aprendiendo juntos, influyó significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; tal como lo evidenciamos en la prueba de hipótesis específica y la discusión de resultados.
3. Se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo, cooperación guiada o estructurada, influyó significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; tal como lo evidenciamos en la prueba de hipótesis específica y la discusión de resultados.
4. Se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo, trabajo en equipo – logro individual, influyó significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primero grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; tal

como se evidencia en la prueba de hipótesis específica y la discusión de resultados.

5. Se determinó que la estrategia del aprendizaje cooperativo, investigación en grupo, influyó significativamente en la comprensión de lectura en el nivel literal, inferencial y crítico de los estudiantes del primero grado de educación secundaria de la Institución Educativa Abraham Valdelomar; tal como lo evidenciamos en la prueba de hipótesis específica y la discusión de resultados.

Recomendaciones

1. Los especialistas de Comunicación de la Dirección Regional de Educación del Callao (DREC) y los directores de cada institución deben promover la lectura comprensiva, utilizando estrategias de aprendizaje cooperativo, donde cada maestro puede emplear su creatividad.
2. Se recomienda promover la lectura comprensiva utilizando estrategias de aprendizaje cooperativo, donde cada maestro puede emplear su creatividad.
3. Se recomienda que los docentes de Comunicación y de otras áreas empleen estrategias de aprendizaje cooperativo que permitan desarrollar mejor los procesos cognitivos, como estrategia pedagógica en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, manteniendo así una motivación constante durante la clase.
4. Las estrategias de aprendizaje cooperativo que se empleen deben estar dirigidas a cumplir objetivos claros, como también a desarrollar capacidades en la aprehensión de los alumnos, de acuerdo con la edad del estudiante, así como también con su avance cognitivo. Además, se deben tener presente las necesidades e intereses del educando.
5. La escuela debe organizar talleres y círculos de lectura para fomentar el interés por la lectura en los estudiantes. Pero cabe enfatizar que pueden aplicar estrategias de aprendizaje cooperativo.

Referencias

- Bará, J. y Domingo, J. (2005). *Taller: Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Universidad Autónoma de Madrid
- Barnett, L. (2003). *El aprendizaje cooperativo y las estrategias sociales*. Aula de Innovación Educativa, ed. Graó Educación
- Campos, M. (2014). *El Aprendizaje Cooperativo y su relación con el Nivel de Comprensión de Textos Escritos en Inglés en los estudiantes del tercer grado de secundaria del Colegio Experimental de Aplicación de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2013* [tesis de maestría, Universidad Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio institucional de la Universidad Enrique Guzmán y Valle <https://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/682>
- Contreras, M. y Contreras, Z. (2014). *Estrategias del aprendizaje cooperativo y desarrollo de la habilidad de traducción en estudiantes de la I. E. N° 30708 – Tarma* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2032>
- De León, M. (2013). *Aprendizaje cooperativo como estrategia para el aprendizaje del idioma inglés* [tesis de licenciatura, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio institucional de la Universidad Rafael Landívar <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/De%20Leon-Maria.pdf>
- Díaz-Barriga, F y Hernández, G. (2006). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. Mc Graw Hill
- Gutiérrez, P. (2013). *Implementación de estrategias participativas para mejorar la comprensión lectora en los alumnos(as) del sexto grado "B" de educación primaria de la institución educativa "Fe y Alegría n°49" - Piura 2012* [tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio institucional de la Universidad de Piura https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1814/MAE_EDUC_106.pdf?sequence=1
- Guevara, M. (2014). *Estrategias de Aprendizaje Cooperativo y Comprensión Lectora con textos filosóficos en Estudiantes de Filosofía de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, año 2012* [tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3957>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6.º ed.). Mc Graw - Hill/Interamericana
- Hernández, R. y Mancilla, B. (2010). *Estrategias de aprendizaje cooperativo: "Baraja de textos" y "Debate" para favorecer la comprensión lectora en niños de 3º de primaria* [tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional de México].

Repositorio institucional de la Universidad Pedagógica Nacional de México
<http://200.23.113.51/pdf/26862.pdf>

Ministerio de Educación. (2006). *Comprensión lectora, fascículo autoinstructivo*. Minedu.

Pinzás, J. (2006). *Guía de estrategias metacognitivas para desarrollar la comprensión lectora*. Ministerio de Educación.

Ponce, S. y Holguin, J. (2014). Niveles de comprensión lectora en escolares de 2° grado de Primaria. Caso de una escuela del distrito de Comas. *Revista Científica Eduser*, 1 (1). 61 - 72. <http://blog.ucvlima.edu.pe:8080/index.php/eduser/issue/archive>

Solé, I. (2000). *Estrategias de lectura*. (11° ed.). Editorial Grao

Snow, C. y Sweet, A. (2003). *Reading for comprehension. Rethinking Reading Comprehension*. Guilford Press

Torres, J. (2012). *Eficacia del programa de comprensión lectora para alumnos de segundo de secundaria en una institución educativa de Ventanilla* [tesis de doctorado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio institucional de ALICIA https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USIL_bef6b1e65e1b5f8114a9cda0be11e9f8/Details

Situación ocupacional de egresados de la licenciatura en Contaduría en México

José Luis Sánchez Leyva
Universidad Veracruzana.
luissanchez01@uv.mx (autor corresponsal)

Helena del Carmen Zapata Lara
Universidad Veracruzana.
hzapata@uv.mx

Diana Edith Sánchez Zeferino
Universidad Veracruzana.
disanchez@uv.mx

Yesenia Janeth Juárez Juárez
Universidad Veracruzana.
yejuarez@uv.mx

Aracelly Buitrago Mejía
Universidad Cooperativa de Colombia
aracelly.buitrago@campusucc.edu.co

Resumen

Los procesos de acreditación de programas educativos de nivel superior y la preocupación por dar cumplimiento al compromiso social de las Instituciones de Educación Superior (IES) han dinamizado el quehacer académico en diversas aristas. Una de ellas es conocer el proceso de inserción de los nuevos profesionistas en el mercado de trabajo y asegurar la pertinencia social de los programas educativos. El análisis que aquí se presenta muestra los resultados de una investigación con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y corte transversal, realizada a 187 egresados de la Licenciatura en Contaduría de la Universidad Veracruzana en el sur de México, con la finalidad de analizar la situación ocupacional de quienes egresaron durante el periodo comprendido de 2014 a 2019, así como su valoración sobre la formación profesional recibida en la institución. Los resultados apuntan a que los egresados buscaron un empleo remunerado al

concluir los estudios universitarios y lo consiguieron en menos de seis meses. Además, manifiestan que los requisitos para conseguir el trabajo fueron aprobar una entrevista formal, poseer título y/o cédula profesional y aprobar exámenes de selección. Asimismo, los egresados que tuvieron dificultades para encontrar empleo fue por la escasa experiencia laboral, ofertas de trabajo poco atractivas o la falta de dominio del idioma inglés. En cuanto a la formación profesional, la mayoría de los egresados considera que fue adecuada, ya que los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos en el proceso de formación en la universidad les han permitido desarrollarse en el campo laboral.

Palabras clave: seguimiento de egresados, perfil laboral, empleabilidad, inserción laboral, formación profesional.

Occupational situation of graduates of the bachelor's degree in accounting in southern Mexico

Abstract

The accreditation processes of higher education programs and the concern to fulfill the social commitment of the Higher Education Institutions (HEIs) have energized the academic activity in various areas. One of them is the concern to follow up on graduates, learn about the process of insertion of new professionals into the labour market and review the social relevance of educational programs. The analysis presented here shows the results of a quantitative, descriptive and cross-sectional study of 187 graduates of the Degree in Accounting of the University of Veracruz in southern Mexico, in order to analyse the occupational situation of those who graduated during the period from 2014 to 2019, as well as the vocational training received at the institution. The results suggest that graduates sought paid employment upon completion of university studies and achieved it in less than six months. In addition, they state that the requirements to obtain the job were to succeed in a formal interview, have a degree and/or professional license and pass selection exams. In addition, graduates who experienced difficulties finding employment had to deal with limited work experience, unattractive job

offers or lack of proficiency in English language. With regard to vocational training, most graduates believe that it was appropriate, since the knowledge and skills acquired in the training process at university have enabled them to develop in the field of work.

Key words: graduate follow-up, job profile, employability, labor insertion, vocational training.

Introducción

El futuro de la educación es un tema de interés a nivel mundial que ha tomado relevancia desde los últimos diez años del siglo pasado (ANUIES, 2000), destacando la necesidad de que los sistemas educativos se transformen para atender las necesidades del mundo globalizado, ya que factores como la calidad y la velocidad del manejo de datos se convierten en determinantes para evaluar la competitividad de las organizaciones (Walteros & Játiva, 2007). Lo anterior, reafirma la necesidad de que las competencias de los profesionales en el campo laboral evolucionen al mismo ritmo que la sociedad y la tecnología; de ahí la importancia de que las IES preparen lo mejor posible a sus estudiantes para cumplir con los requisitos que las empresas requieren (Astrulla Cuba, 2017).

En México, la evolución y las tendencias del empleo y del desempleo, indican que la Tasa de Desocupación (TD) a nivel nacional, durante el mes de enero de 2020 fue de 3.7%, proporción superior a la del mes previo. Al hacer una comparación anual, la TD aumentó durante enero de 2020 frente a enero de 2019 (3.7% vs 3.5%), lo que demuestra el crecimiento sostenido del nivel de desempleo que enfrenta nuestro país (INEGI, 2020). Esta situación que se ha agravado por las condiciones de la contingencia sanitaria por el COVID-19, ha llevado a que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) estime que en México el porcentaje de trabajadores en sectores de riesgo llegaría al 51.5% (BBC News, 2020).

Aunado a lo anterior, los jóvenes tienen más probabilidades de caer en un estado de desocupación que las personas adultas, ya que el tiempo de espera que deben enfrentar para ingresar al mundo laboral, en algunas ocasiones, es bastante significativo (UNESCO, 2013). En algunos países, simplemente las dificultades que afrontan para tener un buen trabajo son casi insuperables (Rodríguez, 2001).

En este contexto complejo y adverso, los jóvenes se ven obligados a emplearse en condiciones de trabajo inseguras, con bajas remuneraciones económicas o que exigen (con frecuencia) largas jornadas de trabajo, sin derecho a seguridad social y sin contratos estables (Ordaz Díaz, 2019). De ahí, que los jóvenes busquen la oportunidad para acceder a una formación profesional que los habilite para la inserción al mercado de trabajo, que permita la reducción del riesgo de desempleo y la obtención de mejores salarios (Murillo & Montaña, 2018). De esta manera, el nivel educativo puede contribuir a una mayor empleabilidad, pero solo si se presentan las oportunidades laborales necesarias para los colaboradores mejor preparados, esta situación está determinada por el mercado laboral y las condiciones económicas que determinan si crecen o disminuyen los puestos de trabajo y los salarios (Rojas-Rojas, 2014).

Además, el constante adelanto en los conocimientos y la tecnología provoca que las IES se vean rezagadas en comparación con el mercado laboral, esto se refleja en el caso de los alumnos que, en el tiempo que transcurre desde que ingresan hasta que egresan de una licenciatura, las características del contexto profesional han cambiado, por lo tanto los conocimientos adquiridos son relativamente obsoletos (ANUIES, 2000).

Las IES conscientes de este desfase, promueven una serie de acciones que les permitirán asegurar la pertinencia social de los programas educativos y con ello fortalecer la calidad e innovación académica (Barradas Alarcón, 2014); en este sentido, los estudios de seguimiento egresados se posicionan como un elemento estratégico para establecer la situación ocupacional de los egresados y actualizar los planes de estudio para incorporar las demandas de los empleadores y las tendencias laborales.

Planteamiento

En los últimos años, la realización de estudios sobre el impacto social de los egresados ha sido una preocupación constante de directivos de educación superior y de gobiernos, interesados en conocer las competencias laborales y la empleabilidad de los graduados (Jaramillo, 2006).

De acuerdo con Arrieta y De la Rosa (2010), los estudios de seguimiento a egresados se han convertido en herramientas que permiten observar y estudiar una muestra de personas que han culminado sus estudios de nivel superior, permitiendo el autoconocimiento y mejoramiento de las IES.

Además, el estudio de egresados permite validar los planes y programas que se desarrollan dentro de la institución educativa pero también tiene la finalidad de perfilar alternativas y estar a la altura de las necesidades del mercado laboral (Guevara-Betancourt, 2016). De esta manera, se enfatiza la importancia de que en una institución formadora de profesionales, sea cual fuese su especialidad, exista una clara articulación entre la preparación académica que brinda a los educandos con las necesidades reales de la sociedad actual en el terreno laboral.

El estudio de egresados constituye una herramienta importante para analizar los caminos que toman los egresados al integrarse al campo laboral, así como el conocer su opinión referente a su estancia en la universidad (Ibarra, 2009). Al mismo tiempo, se convierten en un referente del proceso de inserción de los nuevos profesionales en el mercado de trabajo, así como de los niveles de satisfacción del egresado respecto de la formación recibida (Fresán, 2003).

En este contexto, resulta indispensable identificar cuál es la situación laboral de los egresados de la licenciatura en Contaduría de la Universidad Veracruzana campus Coatzacoalcos. Para ello, se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y corte transversal en el que se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Establecer la situación laboral de los egresados de las generaciones 2014 a 2019 de la licenciatura en Contaduría de la Universidad Veracruzana campus Coatzacoalcos.

Objetivos específicos

1. Caracterizar a los egresados de la Licenciatura en Contaduría.
2. Identificar los rasgos que caracterizan el primer empleo al que se enfrentaron los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV, campus Coatzacoalcos.
3. Diagnosticar las características del empleo actual de los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV campus Coatzacoalcos.
4. Identificar las necesidades de formación disciplinaria en los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV campus Coatzacoalcos.
5. Describir las características del empleo ideal desde la percepción de los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV campus Coatzacoalcos.
6. Describir la calificación que obtiene la UV como formadora de profesionistas desde la percepción de los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV campus Coatzacoalcos.
7. Identificar diferencias, con enfoque de género, sobre la percepción de los egresados de Contaduría con respecto a la formación profesional recibida en la UV.

Estos resultados permitieron establecer la situación laboral de los egresados, además de convertirse en un insumo para el diseño de estrategias de formación y mejoramiento de programas educativos, así como para identificar áreas de oportunidad de la oferta educativa.

Justificación

De acuerdo con Barradas (2014), la evaluación del impacto que tiene la educación superior en el entorno regional, nacional e internacional, ofrece a las IES elementos para la toma de decisiones que coadyuven en la mejora institucional y en la calidad de las funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión de los servicios. De esta manera, el seguimiento de egresados se convierte en una actividad que permite, además de generar vínculos y desarrollar el sentido de pertenencia entre la Universidad y sus egresados; evaluar la pertinencia social de los planes y programas de estudio; además de apoyar a los egresados en su desarrollo profesional y social mediante los servicios de extensión universitaria (Universidad Veracruzana, 2017).

Uno de los puntos clave en este tipo de estudios es conocer el destino laboral de los egresados, pero en específico, identificar las características que los han ayudado a conseguir empleo, así como aquellas que han entorpecido de alguna manera su contratación o crecimiento en la empresa (Guzmán Silva et al., 2008). Por ello, es importante que tanto las IES como el responsable del seguimiento de egresados en la universidad, tengan claros los objetivos que se persiguen y la información que se desea recabar.

Por lo tanto, los estudios de egresados deben enfocarse en lograr un conocimiento preciso del funcionamiento del mercado de trabajo y de las condiciones laborales y ocupacionales de la profesión respectiva (Fernández Pérez et al., 2006).

En este sentido, las opiniones de egresados se consideran una fuente útil y de suficiente información, para incidir en las reformas educativas necesarias y adecuar la oferta educativa con miras a las demandas de las ofertas laborales.

Los estudios de egresados se convierten entonces en una herramienta que permite identificar problemas y oportunidades, y propone alternativas para poder desenvolverse en el área de conocimiento; además, proporciona elementos fundamentales para el planeamiento educativo en las IES (Fernández Pérez et al.,

2006). Asimismo, sirven de referencia para conocer el grado de satisfacción del egresado respecto a la formación recibida y como diagnóstico de la realidad al hacer una reflexión de los fines y valores de la educación.

Marco de referencia

El propósito de los estudios de seguimiento de egresados es incorporar mejoras en los procesos de efectividad institucional de la universidad o institución de educación superior, a través de la recopilación y análisis de información sobre el desempeño profesional y personal de los egresados (Campos, 2006).

Los estudios de egresados buscan contribuir a la explicación del desempeño profesional. Para lograrlo, necesitan ampliar su alcance ya que la relación entre el título obtenido y el desempeño profesional puede verse afectada no solo por las variables del mercado laboral, sino también por las variables sociales, familiares y educativas que caracterizan a cada egresado (GRADUA2, 2006)

Sin embargo, el trabajo de las IES y su relación con el mercado de trabajo debe iniciar desde el proceso de planeación y formación académica de los estudiantes, mediante el acercamiento que debe promover en los estudiantes con el entorno laboral. Para ello, se pueden poner en marcha diversos mecanismos como bolsa de trabajo o diversas estrategias que se pueden instalar previos a egresar, tales como programas de orientación profesional.

Además, la caracterización de los profesionales es muy importante para identificar cuáles son sus cualidades, en cuál rama de su licenciatura se especializan, puesto que las empresas contratan al personal con un perfil que se adecue a lo que ellos requieran en ese momento para que su empresa siga creciendo. Las IES en los estudios que realizan a los egresados con más éxito laboral, comparan los datos con las empresas que han investigado en la inserción laboral como su tamaño, rango de salarios, entre otros (Guzmán Silva *et al.*, 2008). Lo anterior, facilita que el plan de estudios se mantenga actualizado y mejore las oportunidades de obtener y permanecer en un empleo a los futuros egresados.

En este sentido, el estudio de seguimiento de egresados permite conocer el desarrollo profesional de los egresados, genera información para la modificación y actualización de los planes de estudio y también es un instrumento mediante el cual el egresado hace una evaluación específica sobre su experiencia durante su estancia en la universidad.

Metodología

El estudio realizado es con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y corte transversal; participaron todos los estudiantes, titulados o no, que concluyeron sus estudios de licenciatura en Contaduría entre enero 2014 y julio 2019, en la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos.

La muestra utilizada fue de carácter probabilístico, específicamente mediante el uso de un muestreo aleatorio simple, para que todos los elementos de la población tuvieran la misma posibilidad de ser escogidos. Del total de la población (N=356) se extrajo el tamaño de la muestra con el apoyo del *software* Survey IM. La muestra resultante fue 187 egresados (n=187) que se requieren para tener representados a los 356 egresados que conforman la población total, con 95% de confianza y 5% de error máximo. Cabe destacar que la investigación se realizó durante el primer semestre de 2020.

Instrumento de recopilación

La información se obtuvo mediante la técnica de la encuesta para lo cual se diseñó el cuestionario denominado “Estudio de egresados y de prospectiva del mercado laboral 2020”.

El instrumento estuvo integrado por dos apartados; el primero de ellos, encaminado a obtener información relacionada con la situación laboral del egresado -estudio de egresados- y el segundo, enfocado a la recolección de datos que refieren las principales tendencias del mercado laboral para los próximos cinco años -prospectiva del mercado laboral-.

Además, este cuestionario fue elaborado tomando en cuenta los elementos que proponen diversas instancias. Destacan las siguientes:

- La metodología que propone la ANUIES para realizar un estudio de egresados y determinar la satisfacción de los estudiantes con la formación recibida en la universidad (ANUIES, 2003).
- El instrumento diseñado por la Universidad Veracruzana para realizar estudios de egresados y valorar la pertinencia social de los planes y programas de estudio que esta institución ofrece (Acosta *et al.*, 2005).
- El cuestionario “Estudio prospectivo de las tendencias del mercado laboral y de los avances científicos y tecnológicos en el sector educativo”, basado en cuestionarios empleados para realizar diagnósticos y estudios de prospectiva en la educación superior en México y América Latina (Sánchez Leyva *et al.*, 2019).
- El cuestionario está compuesto por 54 ítems distribuidos en cinco secciones que permiten obtener la siguiente información:
- Sección 1: Datos generales de caracterización de los participantes. Esta sección está integrada por seis dimensiones *-edad, género, año de egreso, experiencia laboral, modalidad de titulación último grado de estudios, trámites administrativos y prácticas profesionales-*. Los datos fueron obtenidos con preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas (1-11).
- Sección 2: Elementos relacionados con la caracterización del primer empleo. Esta sección está integrada por una dimensión *-búsqueda del primer empleo-* con la finalidad de identificar las dificultades que enfrentó el egresado inmediatamente después de concluir sus estudios de licenciatura para conseguir el primer empleo. Los datos fueron obtenidos con preguntas de opción múltiple, dicotómicas y preguntas abiertas (12-20).
- Sección 3: Datos relacionados con el empleo actual. Esta sección se integra por cuatro dimensiones *-ubicación y área a la que pertenece el empleo, rango de sueldo, uso de conocimientos y habilidades, así como satisfacción con el empleo-* para identificar la zona geográfica y el área en que el egresado desempeña el empleo actual, el rango de sueldos y para diagnosticar el nivel de satisfacción

percibido por los egresados con respecto al empleo actual. Los datos fueron obtenidos con preguntas de opción múltiple y dicotómicas (21-36).

- Sección 4: Datos relacionados con la formación profesional recibida en la UV. La sección se encuentra formada por cinco dimensiones *-calificación a UV, participación en actividades de formación, sueldo justo, características del empleo ideal y razones para estudiar en la UV-* para identificar la calificación que los egresados asignan a la Universidad Veracruzana, así como las características que consideran deben poseer el empleo ideal. Los datos fueron obtenidos con preguntas de opción múltiple, dicotómicas y preguntas abiertas (36-52).
- Sección 5: Datos relacionados con la prospectiva del mercado laboral para los Licenciados en Contaduría. La sección se encuentra formada por dos dimensiones *-cambios en la actividad profesional y áreas de desarrollo profesional-* con la finalidad de identificar los campos de desarrollo profesional que ofrecerán mayores oportunidades de crecimiento y desarrollo profesional en los próximos cinco años. Los datos fueron obtenidos con preguntas de opción múltiple y escala ordinal tipo Likert (53-54).
- Los apartados, secciones y dimensiones que integran el instrumento se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Dimensiones del instrumento

Apartado 1. Estudio de egresados		
Sección 1.	Dimensiones	Ítems
	Datos generales	1-4
	Experiencia laboral	5
	Modalidad de titulación	6-7
Caracterización	Último grado de estudios	11
	Trámites administrativos	8
	Prácticas profesionales	9-10
Sección 2.	Dimensiones	Ítems
Primer empleo	Primer empleo	12-20
Sección 3.	Dimensiones	Ítems
	Ubicación y área a la que pertenece el empleo	21-32
	Rango de sueldo	33
Empleo actual	Conocimientos y habilidades	34-35
	Satisfacción con el empleo	36

Apartado 1. Estudio de egresados		
Sección 4.	Dimensiones	Ítems
	Calificación a UV	37-40
	Participación en actividades de formación	41-42
Formación profesional	Sueldo justo	43
	Características del empleo ideal	44-45
	Razones para estudiar en la UV	46-52
Apartado 2. Prospectiva del mercado laboral		
Prospectiva del mercado laboral	Cambios en la actividad profesional	53
	Áreas de desarrollo profesional	54

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad del instrumento se valoró mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, únicamente en lo que respecta a los ítems relacionados con “calificación a la UV”. El resultado obtenido fue $\alpha=0.856$. Estos datos indican que la confiabilidad del instrumento es buena por lo que se considera que existe consistencia en la construcción del instrumento.

Previo a su uso, el instrumento fue aplicado a un grupo de académicos expertos en el tema de estudio de egresados y prospectiva para validar la consistencia de los ítems y verificar que estos se relacionaran directamente con lo que se desea medir. Además, se atendieron las observaciones de los expertos y se piloteó nuevamente para obtener la mejor versión del cuestionario que se utilizó en la presente investigación.

Para la aplicación del instrumento a los egresados se utilizaron las diversas plataformas de redes sociales -*Facebook, Instagram, Whatsapp*- así como el correo electrónico. A través de estos medios, se les invitó a participar en el estudio y para ello, se les envió el link -<https://forms.gle/XFar7VScEbMdU9QNA>- del formulario online diseñado para tal fin.

El instrumento fue remitido a partir de enero de 2020 y se concluyó con la recolección de los datos en febrero del mismo año.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados agrupados de acuerdo con los objetivos específicos planteados.

Caracterización de los egresados de la licenciatura en Contaduría

Para la obtención de la información se contó con la participación de 187 egresados de la licenciatura en Contaduría de la Universidad Veracruzana campus Coatzacoalcos. El perfil de los participantes se presenta en las tablas 2, 3 y 4.

Del total de participantes, 66 son hombres y 121, mujeres. Además, el rango de edad oscila, entre 21 a 25 años (45%) y 26-30 años (54%); egresaron durante los años 2014 a 2019 y el máximo nivel de estudios de los participantes es de nivel licenciatura.

Como se observa en la tabla 2, la participación de las mujeres en la formación como Licenciadas en Contaduría es significativa, pues representan el 65% en el presente estudio. También, se puede apreciar la presencia de una población de jóvenes egresados entre 21 a 30 años (99%) que se encuentran inmersos en el mercado laboral. Además, los datos reflejan una elevada participación de quienes egresaron en 2015 (30%) y 2016 (23%), dato importante pues tienen entre cinco y cuatro años, respectivamente, que egresaron de la universidad y, en consecuencia, poseen un conocimiento más amplio de la situación laboral contemporánea. Finalmente, la tabla 2 muestra que apenas el 8% de los egresados de la licenciatura en Contaduría han continuado sus estudios profesionales con alguna especialización o maestría.

Tabla 2*Características de los participantes*

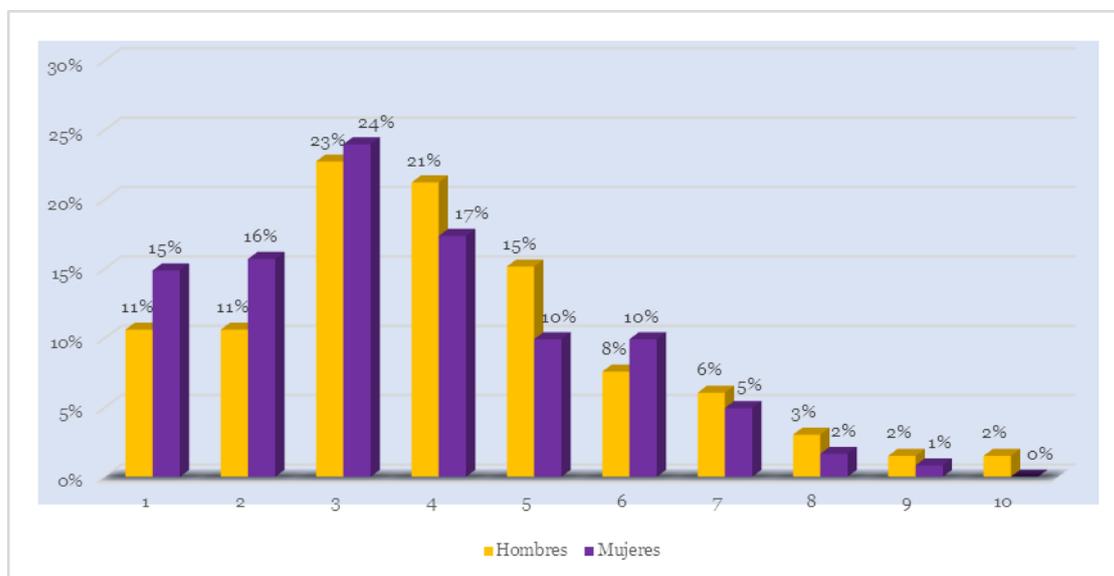
Criterio	Participación
Género	
Hombre	35%
Mujer	65%
Edad	
21-25	45%
26-30	54%
31-35	1%
Año de egreso	
2014	5%
2015	30%
2016	23%
2017	17%
2018	17%
2019	8%
Educación actual	
Licenciatura	92%
Especialidad	2%
Maestría	6%
n=187	

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, la figura 1, muestra la experiencia laboral en años, clasificada de acuerdo con el género de los participantes. En ella, se puede observar que un elevado porcentaje de egresados tienen entre 1 y 5 años de experiencia laboral. Asimismo, se observa que tanto hombres como mujeres tienen una experiencia laboral muy similar, entre 3 y 4 años. Lo anterior, se relaciona directamente con los años de egreso de los participantes y permite establecer que iniciaron su trayectoria laboral al concluir los estudios universitarios.

Figura 1

Experiencia laboral en años



Nota: La figura muestra la experiencia laboral en años de los sujetos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Otro elemento que permite caracterizar al egresado de la licenciatura en Contaduría es la situación académica actual. En este sentido, el Estatuto de los Alumnos 2008 proporciona un marco normativo para regular los procesos de ingreso, permanencia y egreso de los alumnos e incorpora definiciones de los conceptos que regulan la vida académica y que el Modelo Educativo Institucional (MEI) trae consigo (Universidad Veracruzana, 2015). Por lo anterior, es importante aclarar que, para el MEI, el alumno que egresa con el 100% de los créditos también obtiene su titulación. Además, el Plan de Estudios del PE de Contaduría establece en su fundamentación que en relación con el egreso se incluyen como EE el Servicio Social y la Experiencia Recepcional, pues su objetivo es que los alumnos salgan ya titulados de la licenciatura, después de haber cursado y aprobado la totalidad de créditos de las EE del Plan de Estudios respectivo.

En este caso, el 94% de los egresados ya realizaron el trámite administrativo correspondiente para que hoy puedan poseer título y cédula profesional. También, la tabla 3 muestra que las modalidades de titulación elegidas con mayor frecuencia por los participantes son; elaboración de trabajo escrito (tesis, tesina, monografía) (45%) y presentación del EGEL del CENEVAL (54%).

Tabla 3*Situación académica de los participantes*

Criterio	Participación
Situación académica	
Egresado con título	94%
Egresado sin título	6%
Modalidad de titulación	
Tesis	45%
EGEL CENEVAL	54%
Promedio	1%
n=187	

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, la tabla 4 refleja el tiempo que transcurrió para que los egresados obtuvieran el título y cédula profesional, después de concluir los estudios universitarios.

Tabla 4*Tiempo para obtener título y cédula profesional*

Criterio	Participación
Tiempo para obtención del título y cédula profesional	
Menos de 6 meses	50%
De 6 a 9 meses	33%
Más de 9 meses a 1 año	10%
Más de 1 año a 2 años	5%
Más de 2 años	2%
n=175	

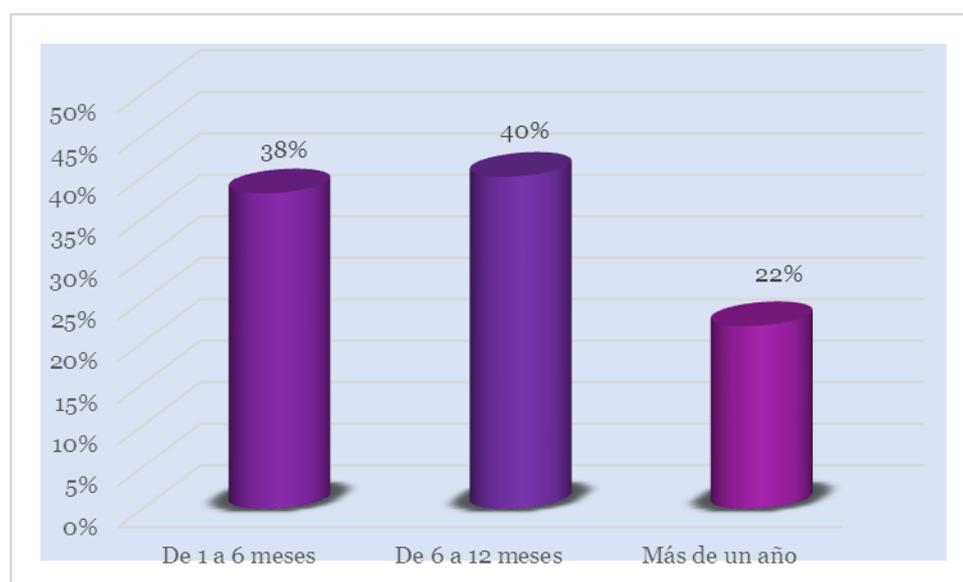
Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que del 94% de los egresados que cuentan con título y cédula profesional, el 83% afirma que el tiempo para obtener estos documentos fue de seis a nueve meses. Con respecto a la realización de prácticas profesionales, el 86% de los participantes afirman que durante su formación universitaria realizaron prácticas profesionales en alguna empresa de la región. La figura 2 muestra la duración en meses de las prácticas profesionales.

Ahora bien, la figura 2 refleja que las prácticas profesionales en las que participaron los egresados tuvieron una duración como se explica enseguida: el 38% de 1 a 6 meses, el 40% de 6 a 12 meses y el 22% realizó prácticas durante más de un año. En consecuencia, los datos indican que apenas un 14% de los participantes en el presente estudio no realizaron ninguna práctica profesional durante su vida universitaria que les permitiera reforzar los conocimientos teóricos con la práctica.

Figura 2

Tiempo de realización de prácticas profesionales



Nota: La figura muestra el periodo de duración de la práctica profesional realizada por los sujetos de estudio en la presente investigación. Fuente: Elaboración propia.

Caracterización del primer empleo de los egresados de la licenciatura en Contaduría

Las características del primer empleo de los egresados se describen en la figura 3. En ella, se detalla que el 71% buscó un empleo remunerado al concluir los estudios universitarios; 20% siguió en el mismo empleo que tenía durante la universidad; 5% indagó sobre empleo, pero no lo encontró; el resto, evitó el empleo por diversas razones entre las que destacan: se dedicaron al cuidado de sus hijos, decidieron emprender o seguir estudiando con el apoyo de una beca.

Con respecto al tiempo en que consiguieron el primer empleo, los datos indican el 74% lo consiguió en menos de seis meses; el 10% de 6 a 9 meses; el 3%

de 9 meses a 1 año; mientras que el 8% se llevó más de un año en conseguir empleo. Cabe destacar que el 5% continúa, hoy día, desempleado.

Además, de los egresados que consiguieron empleo, el 63% lo hizo de forma exitosa, el 37% tuvo dificultades principalmente por las siguientes razones: 52% por escasa experiencia laboral; 37% por ofertas de trabajo poco atractivas; 9% por no dominar el idioma inglés y para el 2% una situación personal le dificultó conseguir empleo.

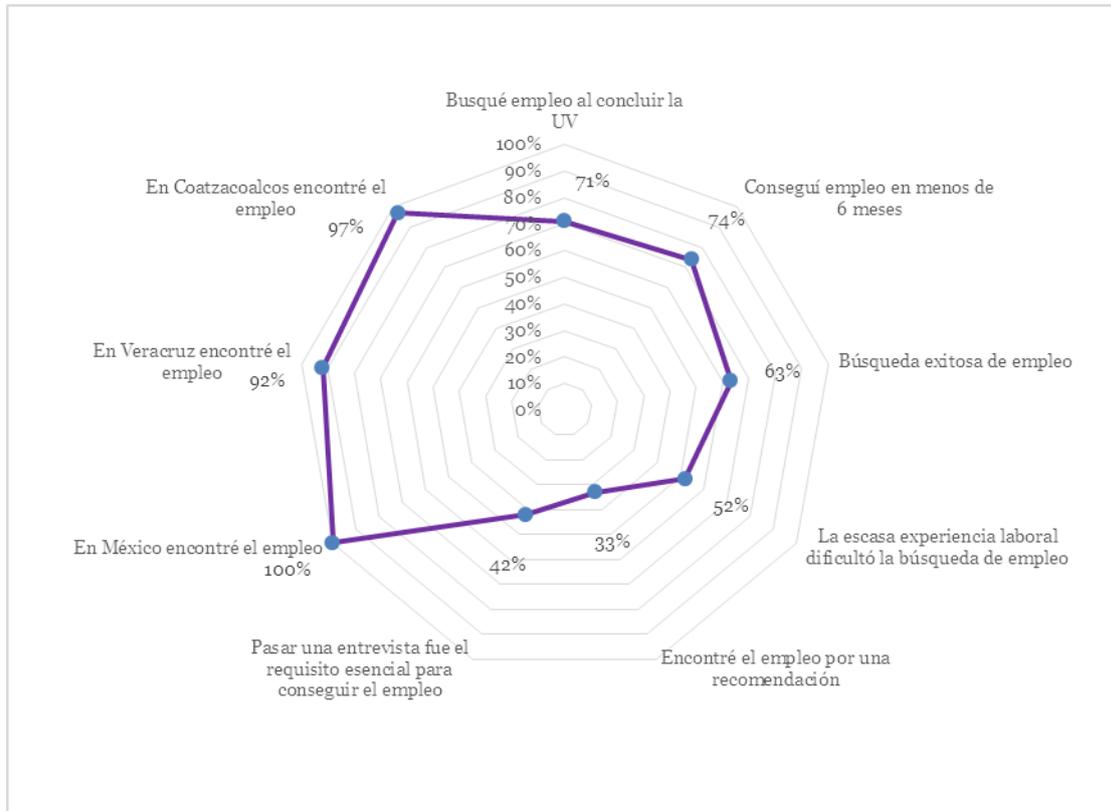
Asimismo, el 33% de los participantes encontró empleo principalmente por una recomendación; 30% en bolsas de trabajo; 17% en anuncios de redes sociales e Internet; 11% por invitación de alguna empresa; el 16% restante encontró empleo por medio de anuncios en el periódico, negocio familiar o por el desempeño en el servicio social o práctica profesional.

Para el 42% de los participantes, el requisito formal de mayor peso para conseguir el trabajo, una vez que concluyeron la universidad, fue aprobar una entrevista formal; en segundo lugar, se encuentra el poseer título y/o cédula profesional con un 29%; en tercer lugar, se ubica la aprobación de exámenes de selección con un 26% y, finalmente, la experiencia laboral ocupa el cuarto lugar con un 3%.

Con respecto a la zona geográfica donde se encontró el primer empleo de los egresados de la licenciatura en Contaduría, la figura 3 indica que el 100% se ubicó en México. De este total, el 92% lo encontró en el estado de Veracruz y el 8% restante en los estados de Baja California, Chiapas, Ciudad de México, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Querétaro y Tabasco. Además, del total de egresados de Contaduría que consiguió su primer empleo en el estado de Veracruz, 97% fue en la región Coatzacoalcos-Minatitlán, mientras que el resto se encontraba ubicado en Xalapa y Veracruz-Boca del Río.

Figura 3

Características del primer empleo de los egresados de LC



Nota: La figura muestra el contexto general del primer empleo al que ingresaron los egresados de la licenciatura en Contaduría en México. Fuente: Elaboración propia.

Hasta ahora se ha caracterizado el perfil de los participantes y se han descrito los elementos que identifican el primer empleo. En el siguiente apartado se presenta la caracterización del empleo actual.

Caracterización del empleo actual de los egresados de la Licenciatura en Contaduría de la UV campus Coahuila

Del total de participantes en este estudio, la figura 4 refleja que, el 84% cuenta actualmente con un empleo remunerado. Además, el 16% que no tiene empleo, se debe a diversos factores, que se detallan enseguida: 52% ha buscado empleo pero no lo ha encontrado; 37.93% (se dedica al cuidado de los hijos; 6.90% cuenta con empleo no remunerado como voluntario; y 3.45% se encuentra buscando algo nuevo en otra ciudad.

Los principales medios a través de los cuales, los egresados (158) han encontrado trabajo se describen a continuación: 34% por recomendación; 29.75% en bolsas de trabajo; 15.82% mediante anuncios en redes sociales o Internet; 12.03% por invitación de una empresa; 3.16% por el desempeño en el servicio social y/o prácticas profesionales; 1.90% por integración a un negocio familiar; y 1.90% decidió la creación de un negocio propio.

En el empleo actual que ostentan los participantes en el presente estudio, el 54% son empleados sin personal a cargo; 42.41% empleados con personal a cargo; 1.90% son trabajadores independientes, mientras que apenas el 1.27% son propietarios de su propio negocio. Con respecto al giro de la empresa donde se desempeñan los egresados de la licenciatura en Contaduría, destacan los siguientes: 80% en el sector privado; 15.19% sector público; el resto se desempeña como profesionista independiente, laboran en una empresa familiar u organización no gubernamental.

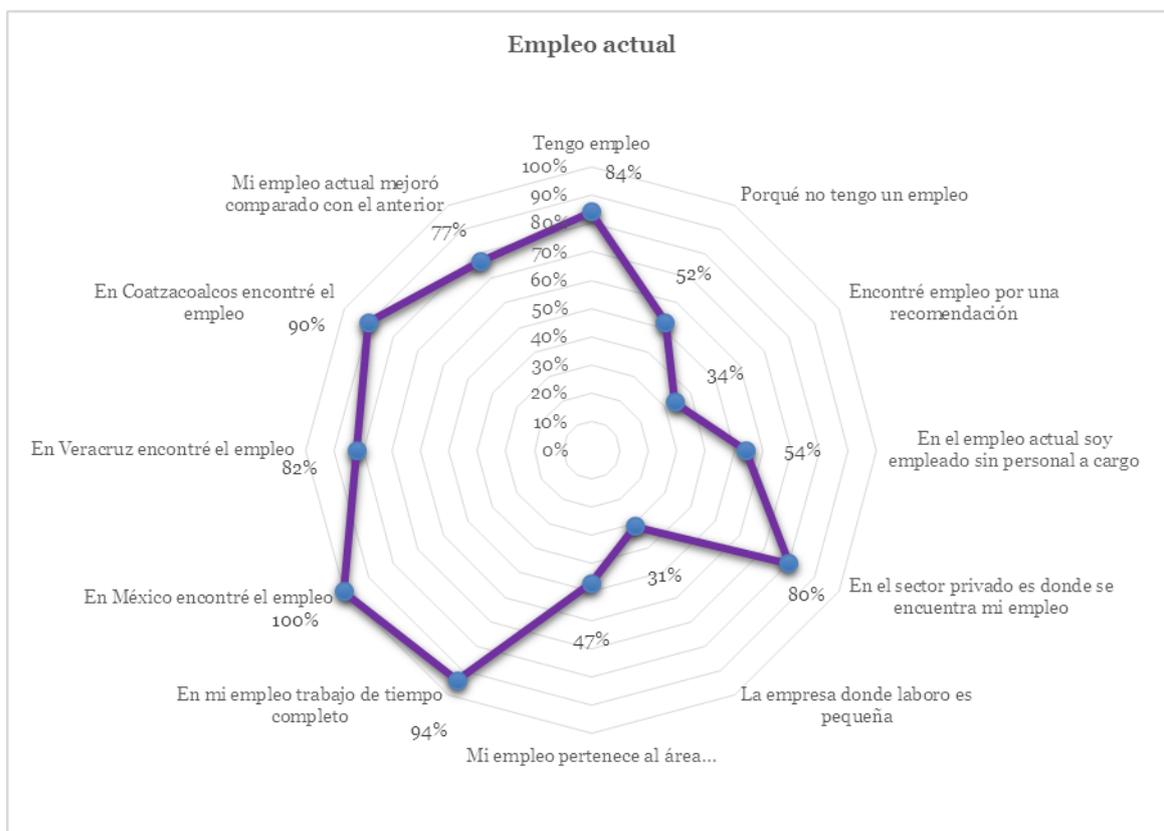
Con la finalidad de identificar el tamaño de la empresa en la cual trabajan los participantes, se preguntó sobre el número de personas que se emplean en total en la institución u organización en la que trabajan actualmente. Los resultados indican que, 31% se desempeña en pequeñas empresas *-10 a 49 colaboradores-*; 20.89% trabaja en medianas empresas *-50 a 249 colaboradores-*; 20.89% labora en empresas muy grandes que concentran más de 1000 colaboradores; 13.92% trabaja en microempresas que emplean de 1 a 9 colaboradores; y, finalmente, el 13.29% labora en grandes empresas que cuentan con personal que oscila de 250 a 999 colaboradores.

También, la figura 4 refleja el área y/o disciplina donde se ubica el empleo actual de los egresados. Al respecto, el 47% se desempeña en el área de economía y contabilidad y 36.08% en oficinas administrativas; el resto se desempeña en diversas áreas como: tecnología, marketing y ventas, educación, recursos humanos, gerencia administrativa y turismo. Al analizar el tiempo que los egresados dedican a su empleo, el 94% afirma que se encuentran contratados de tiempo completo, mientras que el 6% se encuentran contratados por medio tiempo.

Con respecto a la zona geográfica donde se encuentra el empleo actual de los egresados de la licenciatura en Contaduría, la figura 4 indica que el 100% se encuentra en México. De este total, el 82% se ubica en el estado de Veracruz y el 18% restante se encuentra trabajando en los estados de Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sonora, Tabasco, estado de México y Morelos.

Figura 4

Características del empleo actual de los egresados de LC



Nota: La figura muestra el contexto general del empleo actual de los egresados de la licenciatura en Contaduría en México Fuente: Elaboración propia.

Además, del total de egresados de Contaduría que laboran en el estado de Veracruz, 90% se encuentra en la región Coatzacoalcos-Minatitlán, mientras que el resto se encuentran ubicados en Xalapa, Veracruz-Boca del Río y el resto se encuentra en otra zona del estado.

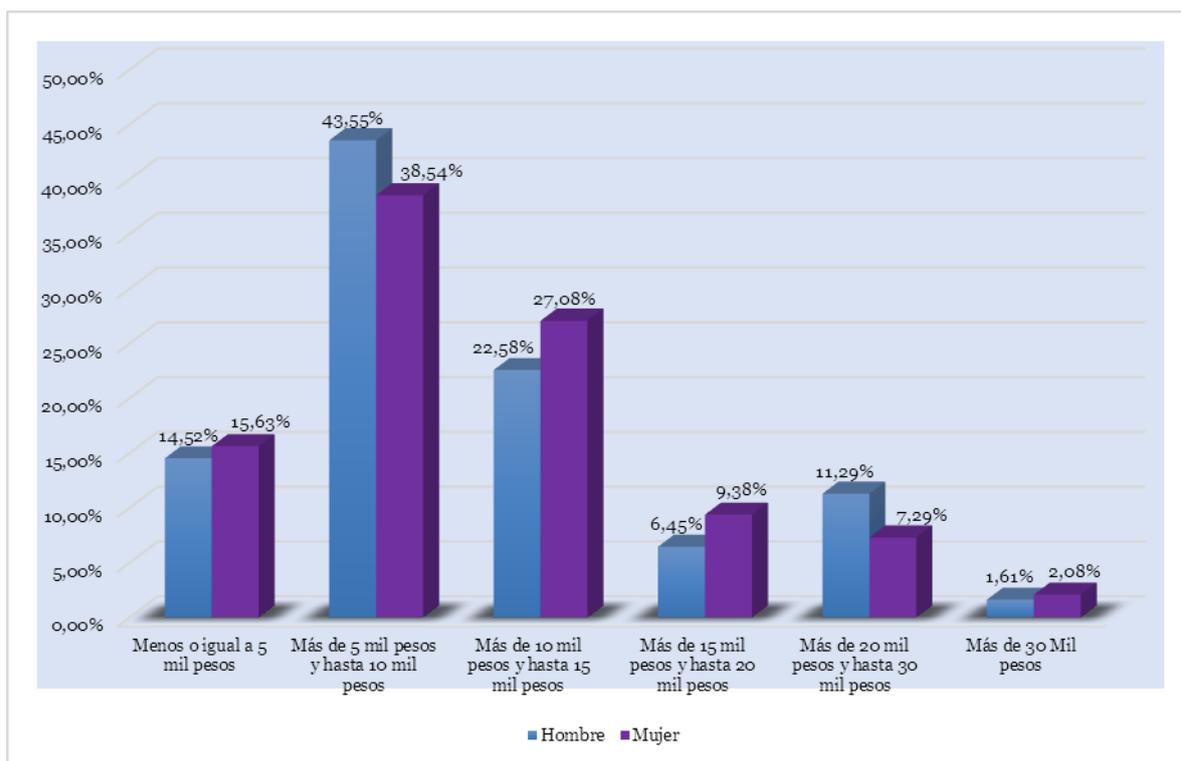
Finalmente, en la figura 4 se muestra la opinión de los egresados de Contaduría respecto a las condiciones del empleo actual en comparación con el

primer empleo. En este rubro, el 77% afirma que el empleo actual mejoró sustancialmente; 6.96% menciona que está igual; 1.27% (establece que empeoró, el resto no había tenido un empleo anterior que permita comparar con el empleo actual.

Ahora bien, la figura 5 muestra el rango de sueldo que reciben mensualmente los egresados de la licenciatura en Contaduría. Como se puede observar, el 43.55% de los hombres y 38.54% (de las mujeres ganan más de 5 mil hasta 10 mil pesos; 22.58% de los hombres y 27.08% de las mujeres ganan más de 10 mil y hasta 15 mil pesos; 14.25% de los hombres y 15.63% de las mujeres ganan menos o igual a 5 mil pesos; el resto afirma que ganan por encima de 15 mil pesos.

Figura 5

Rango de sueldo mensual por género



Nota: La figura muestra el rango de sueldo mensual por género que obtienen los egresados de la licenciatura en Contaduría. Fuente: Elaboración propia.

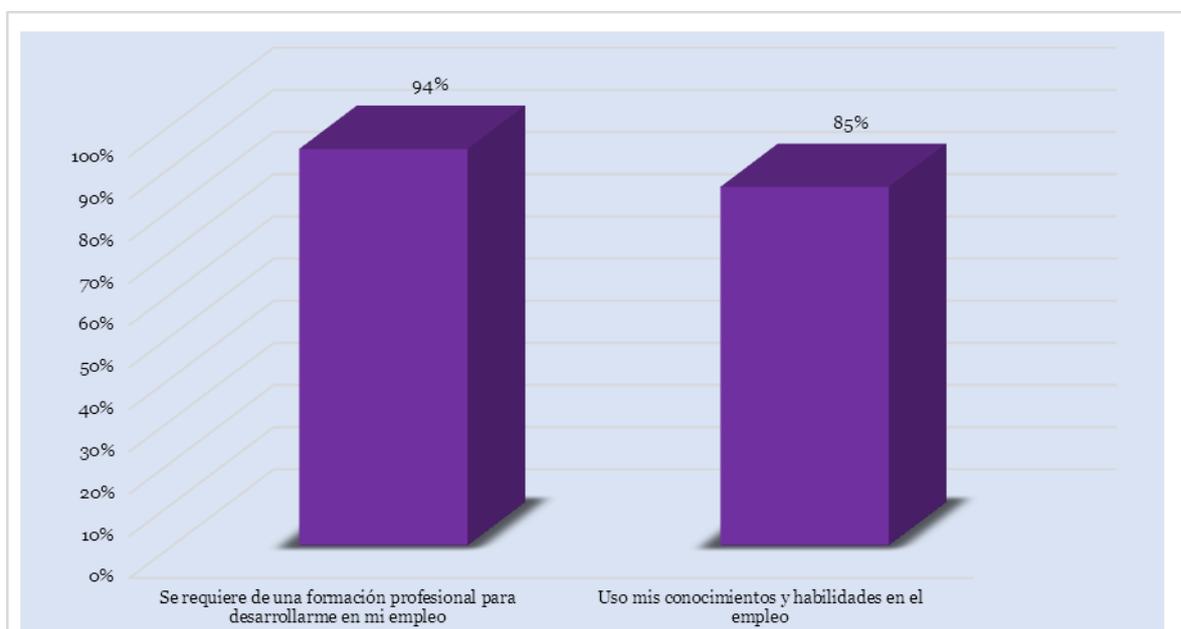
Con respecto a la formación, el 94% de los participantes afirma que para desarrollarse con eficiencia en el empleo se requiere de una formación profesional. El 4% acepta que se requiere una formación profesional, pero de otra área de

estudios distinta a la recibida en la universidad, mientras que el 2% declara que no se requiere tener una formación profesional para desarrollar el empleo, tal como se observa en la figura 6.

Asimismo, el 85% de los participantes hace uso de los conocimientos y habilidades adquiridos en la universidad para la ejecución de las actividades inherentes al puesto de trabajo; el 10% los usa medianamente y el 5% en pocas ocasiones, como se observa en la figura 6.

Figura 6

Uso de conocimientos y habilidades en el empleo

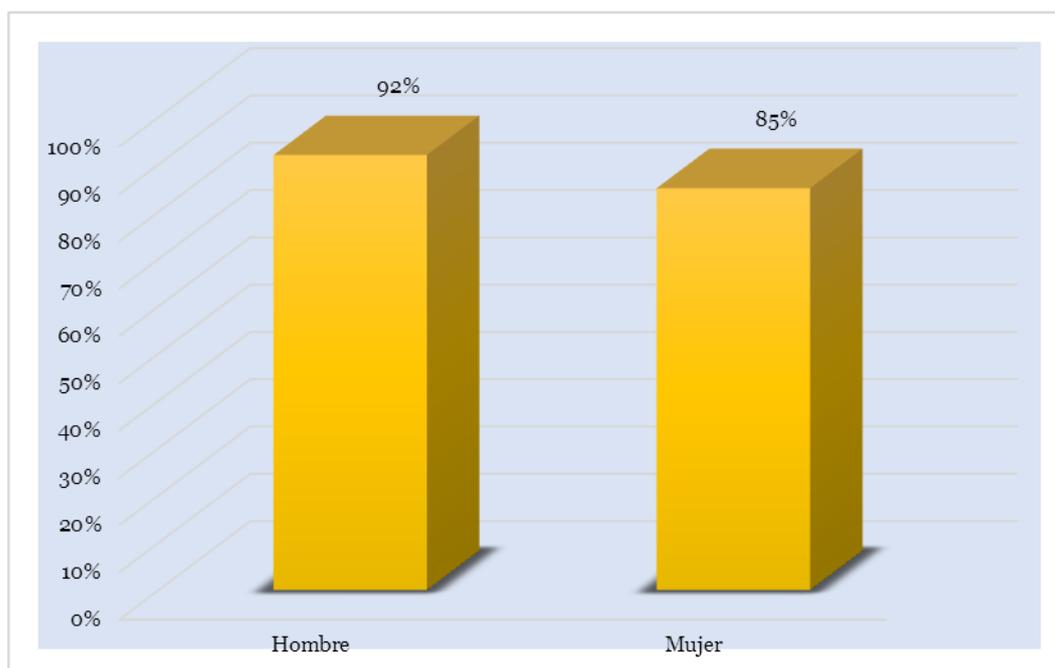


Nota: La figura muestran la importancia de los conocimientos y habilidades en el desarrollo de las actividades laborales de los sujetos de estudio. Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, la figura 7 muestra el nivel de satisfacción de los participantes, con el empleo actual, por género. Al respecto, el 92% de los hombres se siente satisfecho con el empleo actual; el 6%, ni satisfecho ni insatisfecho y el 2% se encuentra insatisfecho. Al mismo tiempo, la figura 5 muestra que el 85% de las mujeres se siente satisfecha con el empleo actual y el 15%, ni satisfecha ni insatisfecha.

Figura 7

Satisfacción con el empleo por género



Nota: La figura muestra el porcentaje de satisfacción de los egresados de la licenciatura en Contaduría con respecto al puesto laboral que desempeñan. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha podido observar, el empleo actual de los egresados muestra una serie de elementos que permiten el aprovechamiento de áreas de oportunidad para los estudiantes que en este momento se encuentran cursando la licenciatura en Contaduría.

En el siguiente apartado, se reflejan los elementos de valoración que los egresados de Contaduría asignan a la Universidad Veracruzana como institución formadora de profesionistas.

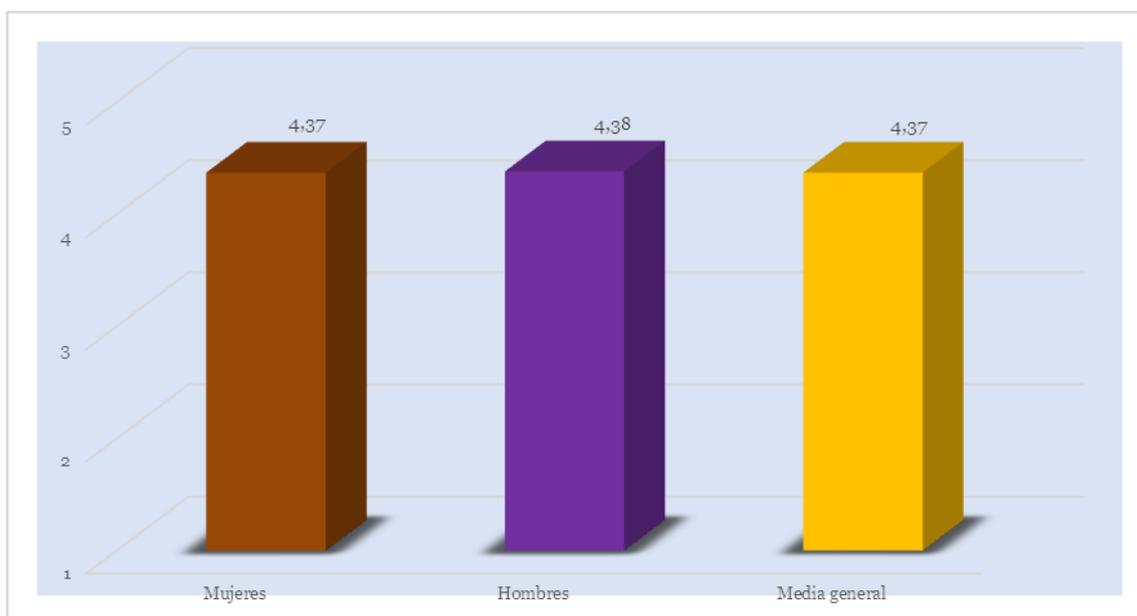
Calificación que obtiene la UV como formadora de profesionistas desde la percepción de los egresados de la licenciatura en Contaduría de la UV, campus Coatzacoalcos

Los participantes calificaron la formación profesional recibida en la Universidad Veracruzana mediante una escala de respuestas que va de 1 a 5, donde uno significa deficiente mientras que 5 significa excelente. Los resultados, por género, se muestran en la figura 8.

Los resultados revelan la calificación que los egresados de Contaduría asignan a la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos. La escala empleada indica que mientras el valor sea más cercano a 5, mejor es la calificación que los participantes otorgan a la institución como formadora de profesionistas. Por lo que se identifica que tanto hombres (4.38) como mujeres (4.37) asignan una elevada calificación para la institución. De forma general, reconocen que la Universidad Veracruzana es una institución de prestigio para la formación de profesionistas con calidad.

Figura 8

Calificación para la formación profesional recibida en la UV



Nota: La figura muestra la calificación que los egresados de la Licenciatura en Contaduría asignan a la Universidad Veracruzana, por la formación profesional recibida. Fuente: Elaboración propia.

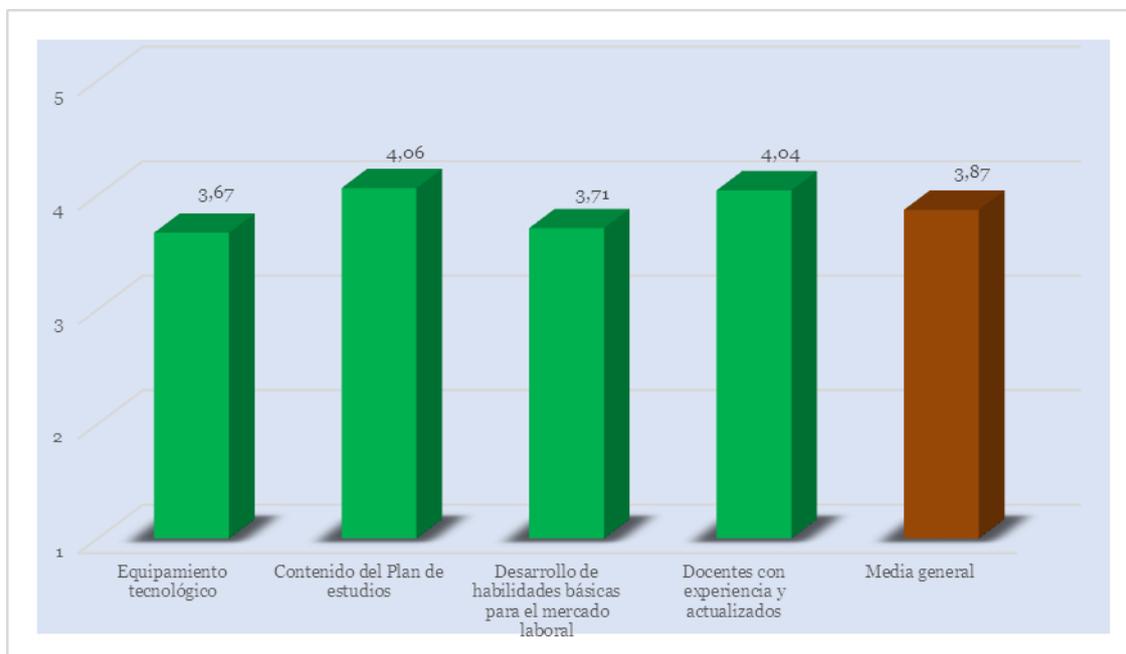
Ahora bien, la formación de profesionistas, en la Facultad, se logra de conformidad con ciertos elementos que se consideran necesarios para el correcto funcionamiento de la institución y el cumplimiento de las funciones sustantivas de esta. En este caso, la figura 9 muestra la calificación de los participantes para cuatro elementos involucrados en su formación profesional: equipamiento tecnológico, contenido del plan de estudios, docentes con experiencia y actualizados, así como el desarrollo de habilidades básicas para el mercado laboral. La escala de respuestas va de 1 a 5, donde uno significa deficiente mientras que 5 significa excelente.

Los resultados revelan la calificación que los egresados de Contaduría asignan a cuatro elementos relacionados con su formación profesional. Al igual que en la figura 8, la escala empleada indica que mientras el valor sea más cercano a 5, mejor es la calificación que los participantes otorgan a estos elementos. En este caso, se identifica que, los cuatro elementos reciben una calificación por encima de la media (3) en la escala que se indica (1-5).

Como se puede observar, la “existencia de docentes con experiencia y actualizados en el “área” y “contenido del plan de estudios” son los factores que obtienen las medias más elevadas (4.04 y 4.06, respectivamente), mientras que los factores relacionados con el “desarrollo de habilidades básicas para el mercado laboral” y “equipamiento tecnológico” obtienen las medias más bajas (3.71 y 3.67, respectivamente) en este estudio.

Figura 9

Calificación de aspectos relacionados con la formación profesional



Nota: La figura muestra la calificación de aspectos relacionados con la formación profesional de los egresados de la licenciatura en Contaduría. Fuente: Elaboración propia.

De forma general, reconocen que la Universidad Veracruzana refleja áreas de oportunidad para mejorar la formación de los profesionistas en el área

económico – administrativo, sobre todo, en lo relacionado a equipamiento tecnológico y en el desarrollo de habilidades básicas en los futuros profesionistas para que puedan hacer frente al mercado laboral dinámico y diverso.

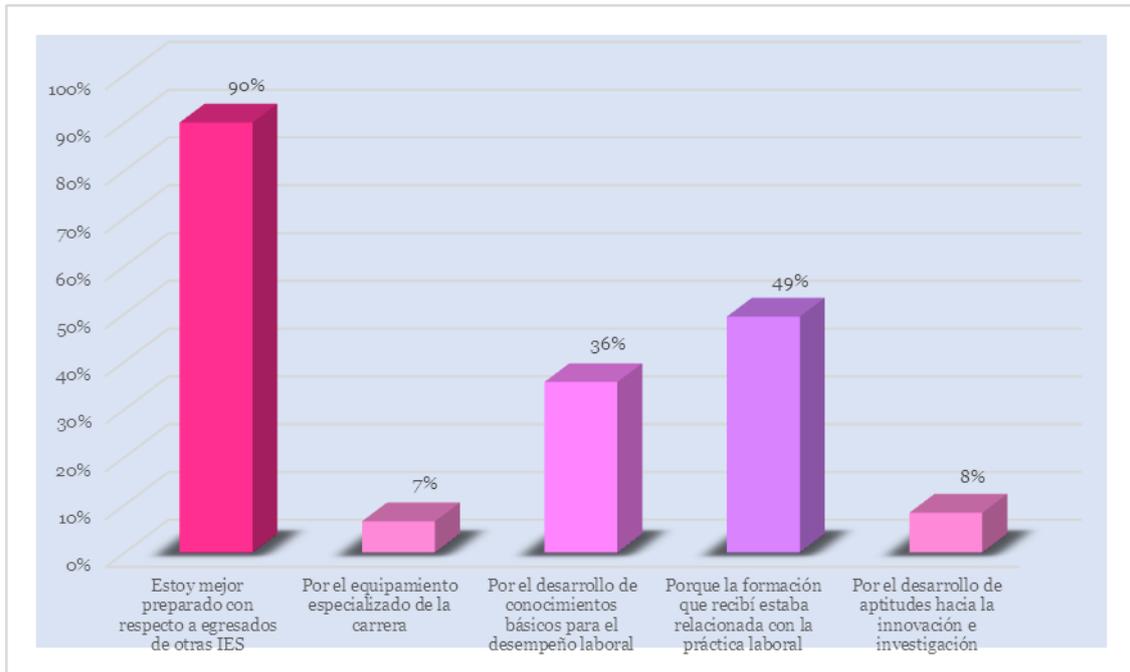
Finalmente, la figura 10 muestra que, el 90% de los egresados de Contaduría consideran que se encuentran mejor preparados con respecto a egresados de otras IES. El restante 10% considera lo contrario.

De los participantes que consideran estar mejor preparados con respecto a egresados de otras instituciones, el 49% afirma que esta percepción se debe a que la formación recibida en la facultad siempre estuvo relacionada con la práctica laboral; el 36% declara que el desarrollo de conocimientos básicos para el desempeño laboral que se realiza en la facultad, es un factor importante que marca la diferencia; 8% indica que por el desarrollo de aptitudes hacia la innovación e investigación; únicamente, el 7% califica al equipamiento especializado de la carrera como factor de diferencia entre la UV y otras IES.

La figura 10 nuevamente refleja la carencia de infraestructura tecnológica que se manifiesta en la percepción de quienes se formaron en las aulas y centros de cómputo de la facultad. Con ello, se refleja una importante área de oportunidad que se debe atender en lo inmediato para garantizar la mejor formación profesional.

Figura 10

Porcentaje de egresados que consideran estar mejor preparados



Nota: La figura muestra las razones por las cuales los egresados de la licenciatura en Contaduría afirman que están mejor preparados. Fuente: Elaboración propia.

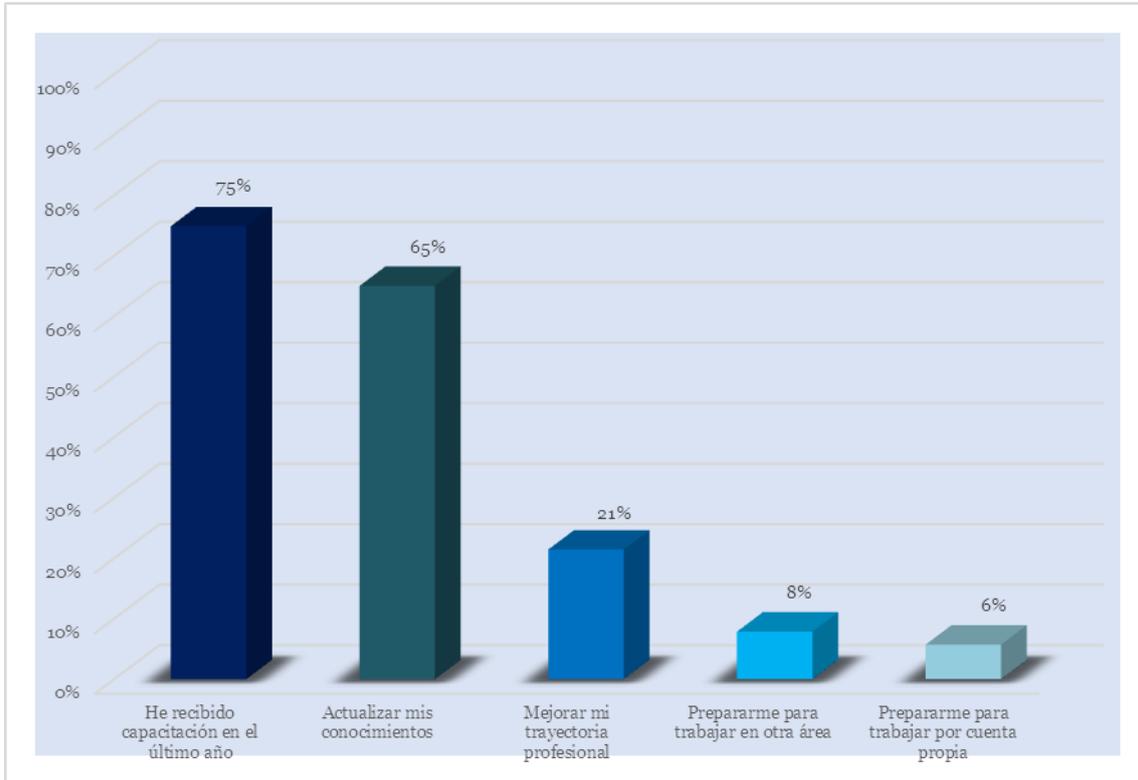
Ahora bien, los resultados con respecto a la capacitación que han recibido los egresados de Contaduría en los últimos 12 meses se indican en la figura 11.

En este sentido, el 75% de los participantes ha realizado alguna actividad de capacitación y desarrollo relacionado con su trabajo en los últimos 12 meses, mientras que el 25% no ha realizado alguna actividad de capacitación en el periodo que se indica.

Las razones por las cuales los participantes han realizado alguna actividad de capacitación y desarrollo se mencionan a continuación; el 65% para actualizar sus conocimientos; 21% para mejorar su trayectoria profesional; 8% para trabajar en otra área de la empresa; y el 6% para trabajar por cuenta propia en un futuro cercano.

Figura 11

Porcentaje de egresados que tomaron cursos en los últimos 12 meses



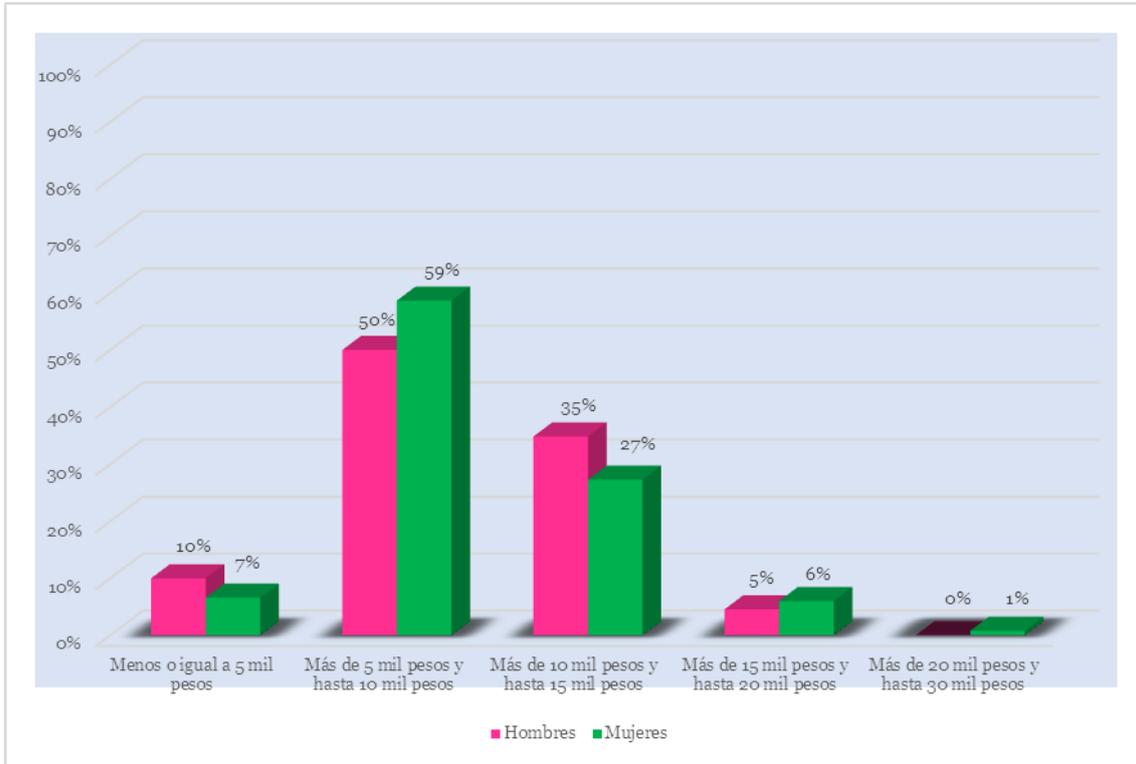
Nota: La figura muestra el porcentaje de egresados de licenciatura en Contaduría que han tomado capacitación en los últimos doce meses. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al rango de sueldo mensual -justo- que debe recibir un recién egresado, los datos se detallan en la figura 12. En ella, se observa que tanto hombres (85%) como mujeres (86%) afirman que el rango de sueldo debería estar entre más de 5 mil pesos y hasta 15 mil pesos mensuales.

Además, en la figura 12 se puede observar que el 50% de los hombres y 59% de las mujeres afirman que un salario mensual justo para los recién egresados debería oscilar entre el rango “más de 5 mil pesos y hasta 10 mil pesos”; el 35% de hombres y el 27% de mujeres reflejan que un salario mensual justo para los recién egresados debería oscilar entre el rango “más de 10 mil pesos hasta 15 mil pesos”. El resto -% bastante menor- afirma que el salario mensual justo debería ser más de 15 mil pesos y hasta 30 mil pesos; también se observa que existe un porcentaje significativo (7%) de mujeres y (10%) de hombres que afirma que el salario mensual justo debería ser menor o igual a 5 mil pesos.

Figura 12

Salario mensual justo para un recién egresado



Nota: La figura muestra el salario mensual justo que debe recibir un egresado de la licenciatura en Contaduría desde la percepción de estos sujetos de estudio. Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se puede verificar la consistencia en las respuestas, tanto de hombres como de mujeres, en el sentido del sueldo mensual justo que merecen. Sin embargo, es una cantidad precaria para las necesidades que los seres humanos deben atender en el día a día.

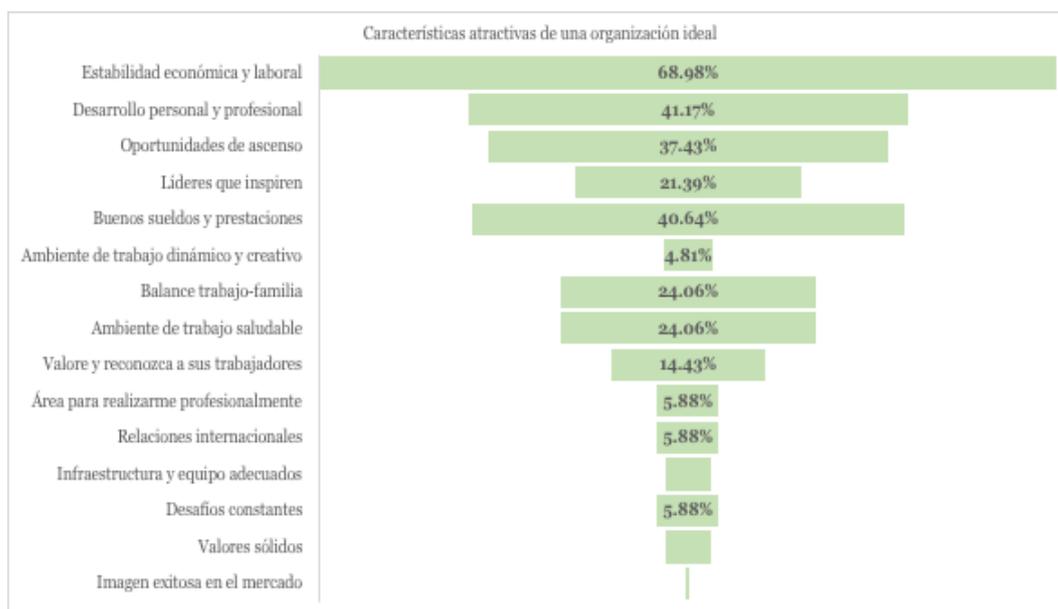
Características más atractivas que debería tener la organización empleadora ideal

Con respecto a las características más atractivas que debería ofrecer la organización empleadora ideal, la figura 13 muestra que los licenciados en Contaduría identifican las siguientes: estabilidad económica y laboral (68.98%), oportunidades de ascenso (33.43%), desarrollo personal y profesional (41.17%) así como buenos sueldos y prestaciones (40.64%) serían las características específicas del campo profesional que les gustaría tuvieran las empresas de hoy.

Con menor potencial se encuentran las características siguientes: equilibrio entre la vida profesional y personal (24.06%), ambiente de trabajo saludable y calidad de vida (24.06%), líderes que inspiren para el desarrollo profesional (21.39%), así como, valor y reconocimiento al trabajo de los colaboradores (14.43%).

Figura 13

Características atractivas de una organización ideal.



Nota: La figura muestra las características más atractivas de la organización ideal donde a los egresados de la licenciatura en Contaduría les gustaría desarrollarse profesionalmente. Fuente: Elaboración propia

Las características relacionadas con desafíos constantes, así como relaciones internacionales apenas fueron seleccionados por un 5.88%. Finalmente, elementos como infraestructura y equipo adecuados para el desarrollo del trabajo, valores sólidos e imagen exitosa en el mercado, apenas obtuvieron valores por debajo de 5% como factores que debería tener la organización empleadora ideal.

Organización donde idealmente me gustaría trabajar

Los resultados indican en qué tipo de empresas les gustaría desarrollarse profesionalmente a los egresados de la licenciatura en Contaduría, destacan organizaciones como el sector bancario, despachos contables, sector público o

escuelas. Es importante destacar que un porcentaje importante de ellos (18.18%) no sabe en qué empresa les gustaría trabajar. Asimismo, apenas un 9.09% de los egresados afirma que contar con un negocio propio sería la empresa ideal para desarrollar sus habilidades y conocimientos adquiridos en el aula.

Razones para estudiar en la Universidad Veracruzana

La figura 14 muestra las razones por las cuales los egresados de Contaduría eligieron estudiar esta carrera en la Universidad Veracruzana. Entre otros aspectos, destacan los siguientes: el 92.51% afirma que la UV fue la primera opción al seleccionar una IES para estudiar mientras que para el 7.49% la UV nunca fue la primera opción.

Además, el 62.03% de los participantes en este estudio afirma que, en caso de no ser la UV, hubieran elegido otra universidad pública para estudiar; el 17.11% hubiera elegido una universidad privada; 13.36% un instituto tecnológico; 5.88% una universidad tecnológica; mientras que el 1.6% restante hubiera elegido una escuela normal.

Asimismo, al 52.40% le hubiera gustado estudiar en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en lugar de la Universidad Veracruzana; 10.16% en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP); mientras que el % restante les hubiera gustado estudiar en universidades como: Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad de Guadalajara (UDG), Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Universidad de Monterrey (UDEM), Escuela Libre de Derecho, Benemérita Escuela Normal Veracruzana, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Iberoamericana, IPN, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

En cuanto a la razón más importante para estudiar en la Universidad Veracruzana, el 59.35% de los participantes afirma que fue por el prestigio que mantiene la institución en el estado y en el país como formadora de profesionistas

de calidad. Otras razones por las cuales los egresados eligieron la UV para estudiar son las siguientes: 25.66% eligió a la UV por la cercanía geográfica con el domicilio; 4.81% por el bajo costo de inscripción y cuotas en general; 2.14% por consejos de familiares y amigos; el 8.02% porque el programa educativo solo se ofrecía en UV.

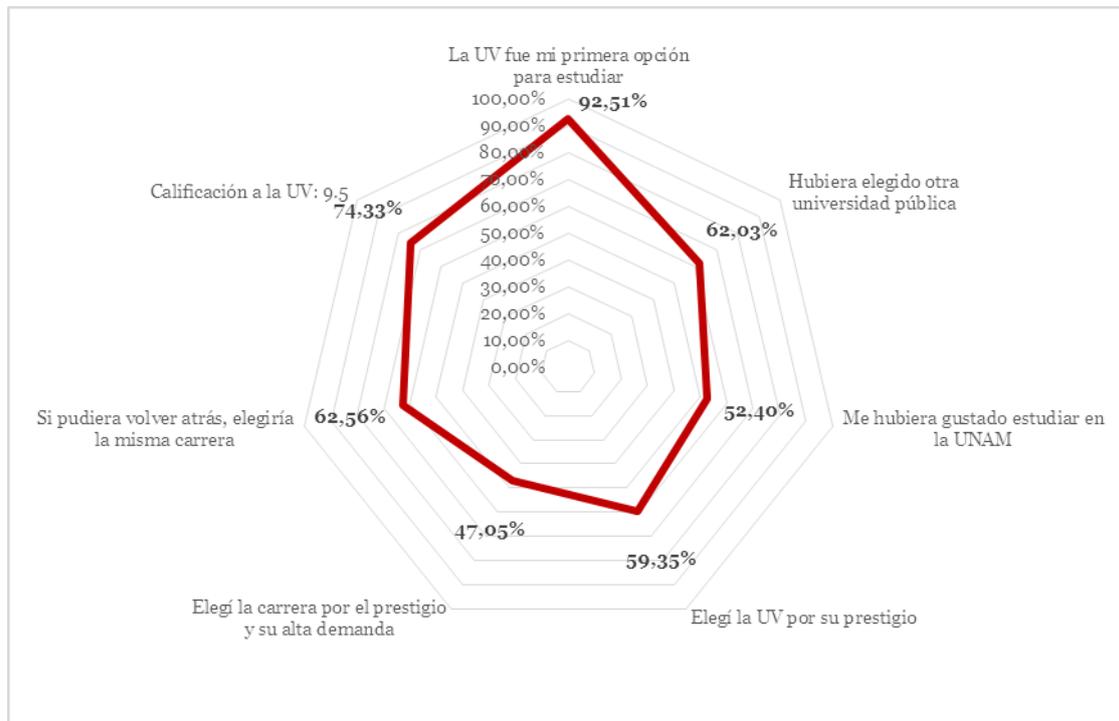
Asimismo, el 26.20% de los egresados eligieron estudiar la licenciatura en Contaduría por la alta demanda del programa educativo; el 18.71% porque consideraron que tenían vocación y habilidades para estudiar esta carrera; el 20.85% por el prestigio de este programa educativo; 12.83% por el plan de estudios que ofrecía; 9.09% por el consejo de familiares y amigos; el % restante afirma que la razón más importante para elegir el PE de Contaduría fue por la cercanía geográfica a su domicilio; las cuotas de inscripción, la facilidad de ingreso al programa educativo, por el consejo de familiares, amigos, orientadores, por tradición familiar, entre otras.

Al cuestionar a los participantes sobre la posibilidad de volver atrás y elegir un programa educativo o carrera para estudiar, el 62.56% indica que elegiría el mismo programa educativo en la Universidad Veracruzana; 25.67% buscaría un programa educativo distinto en la Universidad Veracruzana; el resto optaría por un programa educativo distinto en otra universidad o el mismo programa educativo, pero en otra universidad.

Finalmente, el 94.65% de los participantes en el presente estudio le asigna una calificación a la UV en un rango de 8 – 10. El detalle se muestra enseguida: el 40.10% califica a la UV con un diez; 34.22% le asigna un nueve, mientras que el 20.32% afirma que la UV merece un ocho de calificación como institución formadora de profesionistas. Cabe destacar que únicamente el 3.7% de los egresados asigna una calificación de siete a la UV y el 1.06% le asigna un seis de calificación a esta institución.

Figura 14

Razones para estudiar en la UV

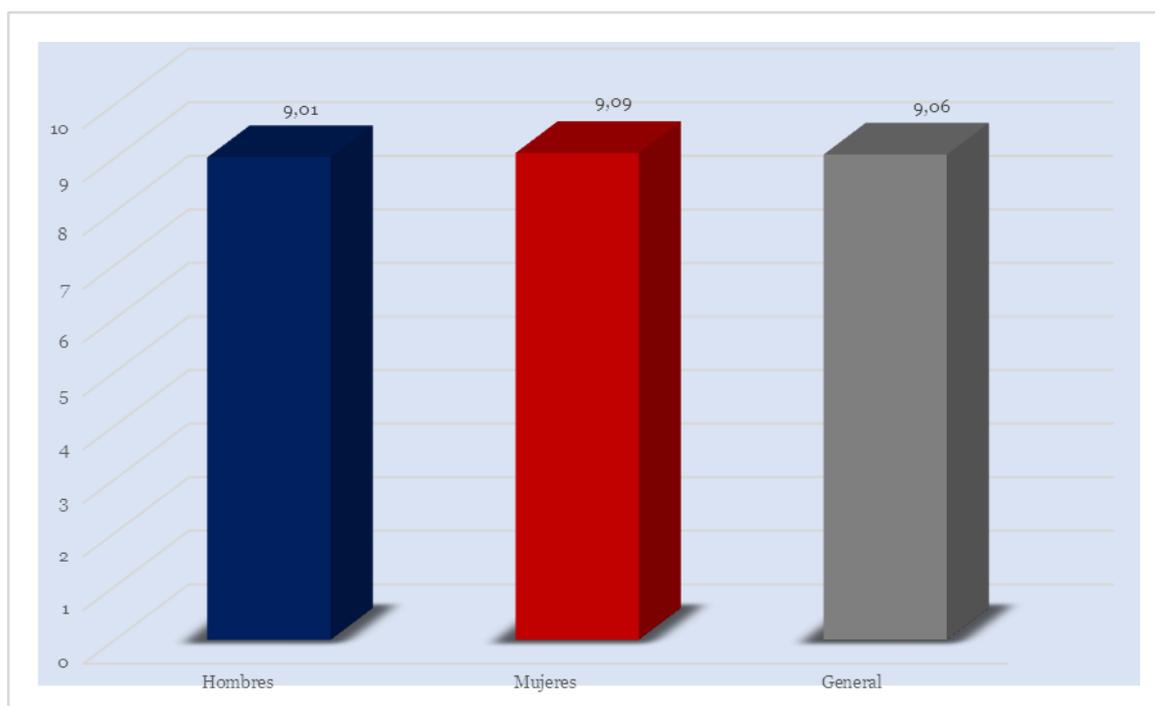


Nota: La figura muestra el contexto general que los egresados de la licenciatura en Contaduría tomaron en cuenta para estudiar en la Universidad Veracruzana. Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, la figura 15 muestra la calificación que recibe la UV como formadora de profesionistas. En este caso, la figura describe la calificación de acuerdo con el género de los participantes. La escala empleada oscila de 0 a 10, donde 0 es deficiente y 10 es excelente.

Figura 15

Calificación de la Universidad Veracruzana como formadora de profesionistas



Nota: La figura muestra la calificación que recibe la Universidad Veracruzana como formadora de profesionistas. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 15, las mujeres proporcionan una calificación de 9.09 y los hombres una calificación de 9.01. Estos datos permiten establecer que no existe diferencia significativa entre la calificación que asignan las mujeres y los hombres a la Universidad Veracruzana como formadora de profesionistas. Esto es, ambos géneros tienen la misma percepción respecto a la calificación que merece esta institución.

Discusiones

En este trabajo se han reflejado las características de los egresados de la licenciatura en Contaduría y su proceso de inserción en el mercado de trabajo, desde la caracterización del primer empleo hasta la satisfacción con el empleo actual.

Los egresados encuestados se encuentran en un rango de edad entre los 21 a 30 años, egresaron durante los años 2014 a 2019. El estudio reveló que la mayoría

de los egresados cuentan con una experiencia laboral de 1 a 5 años puesto que algunos ya se encontraban laborando mientras cursaban el nivel medio superior o la licenciatura o bien, hicieron prácticas profesionales en despachos contables durante su estancia en la universidad.

Los egresados de Contaduría se han capacitado después que egresaron de la universidad. Para ello, han realizado cursos de especialidad o maestría que los habilita en temas específicos de su disciplina. Además, un alto porcentaje consiguió empleo en menos de 6 meses, otros no corrieron con la misma suerte, ya que la escasa experiencia laboral o la escasez de empleos no les permitió adquirir un puesto profesional. Según los resultados, la mejor forma para encontrar empleo es mediante bolsas de trabajo, recomendaciones, anuncios en redes sociales o Internet, otros dicen que por invitación de alguna empresa o por su desempeño en el servicio social. Los egresados mencionan que fue mediante algunas de estas opciones que adquirió un empleo.

Cabe mencionar que cuando un egresado emprende la búsqueda de un empleo lo hace principalmente en el país y la ciudad donde reside, pocos egresados lo hacen fuera de su lugar de residencia. Además, la mayoría de ellos actualmente cuentan con un empleo; laborando en el área administrativa de tiempo completo, sin personal a cargo, en una empresa mediana y perteneciente al sector privado, en la ciudad de Coahuila de Zaragoza.

Asimismo, el rango de sueldo mensual oscila entre los 5 mil hasta los 15 mil pesos; ya que la mayoría de las mujeres gana entre 5 mil y 10 mil pesos mensuales. Estas cifras se presentan de igual forma en la situación actual; sin embargo, la opinión que tienen tanto hombres como mujeres en cuánto a la diferencia de sueldos, ambos consideran que el rango de sueldo mensual de 5 mil y hasta 15 mil pesos es conveniente y justo para los dos géneros.

Ahora bien, la mayoría de los egresados cuenta hoy en día con un empleo remunerado que consiguieron mediante bolsas de trabajo. Además, desarrollan actividades relacionadas con puestos administrativos de oficina de tiempo completo

en empresas del sector privado dentro del país. Asimismo, laboran como empleados sin personal a cargo.

Los egresados calificaron la formación profesional que recibieron en la facultad y hacen referencia que fue excelente ya que están bien preparados en comparación a otros egresados de otras instituciones educativas, por lo que esto les aporta grandes oportunidades en el campo laboral; asimismo, destacan haber contado con un buen equipamiento tecnológico, el contenido del plan de estudios, docentes con experiencia y actualizados en el área, y desarrollo de habilidades básicas para el mercado laboral.

La mayoría de los egresados expresó que la UV es una de las mejores instituciones a elegir para desarrollar una licenciatura debido al prestigio a nivel regional y su acertado plan de estudios.

Conclusiones

Los egresados consideran que las competencias adquiridas en la universidad fueron suficientes para ingresar al campo laboral ya que son útiles en su trabajo. Un alto porcentaje considera que los procesos de enseñanza y aprendizaje fueron adecuados para alcanzar las competencias que se establecen en el perfil de egreso de la universidad.

En cuanto a la congruencia de la organización y el contenido curricular del plan de estudios con el perfil de egreso, los objetivos y metas de los programas, la mayoría de los egresados considera que fue adecuada, ya que los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos en el proceso de la universidad les han permitido desarrollarse en el campo laboral.

En cuanto a la inserción laboral, se puede observar que para conseguir un empleo requirieron de bolsas de trabajo, o de una recomendación; y, como requisito principal, tuvieron que pasar por una entrevista.

Por otro lado, en cuanto al nivel de satisfacción de sus estudios, se encontró que la mayoría de los egresados de Contaduría están satisfechos con los conocimientos que adquirieron en la universidad, así mismo consideran capacitados y actualizados a los docentes que impartían cada una de las disciplinas. De igual modo, opinan que la institución es de calidad, por lo que consideran que es una buena opción para que los alumnos de preparatoria estudien en la Universidad Veracruzana.

Cabe destacar que estar preparado profesionalmente es de vital importancia ya que es una herramienta que te ayudan a consolidar las competencias que posees.

Es importante mencionar que el objetivo de estudio se cumplió satisfactoriamente pues se obtuvieron las características de los egresados de la licenciatura en Contaduría.

También se identificaron las características que corresponden al rango de sueldos de los egresados, donde se realizó una figura que representa los sueldos por género; los resultados muestran que no hay diferencias significativas en cuanto al sueldo mensual que perciben los hombres en comparación con las mujeres, lo que quiere decir que hoy en día ambos géneros tienen las mismas oportunidades en el campo laboral.

El estudio demostró que no hay diferencias de género significativas en cuanto a la percepción sobre la formación profesional recibida en la UV. Por lo tanto, se puede afirmar que la máxima casa de estudios se encuentra dentro de las mejores IES como formadora de profesionistas.

Referencias

Acosta, M. E., Aguirre, S. M., Barradas, G. M., Echazarreta, N. I., Medina, M. N., & Mota, F. I. (2005). *Guía para el diseño de proyectos curriculares con el enfoque de competencias. UV. Xalapa. Universidad Veracruzana.*

ANUIES. (2000). *La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo.* ANUIES.

- ANUIES. (2003). *Esquema básico para estudios de egresados en educación superior. Propuesta*. ANUIES.
- Arrieta Torres, W., & De la Rosa, C. A. (2010). *Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander*. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133724.pdf>
- Astrulla Cuba, Y. Y. (2017). *Análisis de la situación laboral de los graduados universitarios de la Facultad de Ingeniería Económica de la UNA*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Repositorio institucional UNAP <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6937>
- Barradas Alarcón, M. E. (2014). *Seguimiento de egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad*. Palibrio.
- BBC News. (8 de abril de 2020). OIT advierte efecto devastador sobre el empleo ante pandemia por COVID-19. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/oit-advierte-efecto-devastador-sobre-el-empleo-ante-pandemia-por-covid-19>
- Campos, G. (2006). Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados. *Red GRADUA2 / Asociación Columbus, TEC de Monterrey*.
- Fernández Pérez, J. A., Reyes Teutli, K. M., & Torres Luna, O. (2006). Maestros en educación superior: un estudio de egresados. *Actualidades Investigativas en Educación*, 6(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447/44760306>
- Fresán, O. M. (2003). Los estudios de egresados. Una estrategia para el autoconocimiento y la mejora de las. En *Esquema básico para estudio de egresados*. ANUIES.
- García, C. (2010). *Seguimiento de Egresados*. https://www.uaeh.edu.mx/campus/icea/revista/articulos/_num7/articulo4.htm
- GRADUA2, R. (2006). Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados. Asociación Columbus. *Asociación Columbus*.
- Guevara-Betancourt, S. (2016). Análisis del desempeño profesional del graduado. *Ecos de la Academia*, 4, 77-85.
- Guzmán Silva, S., Febles Álvarez-Icaza, M., Corredera Marmolejo, A., Flores Machado, P., Tuyub España, A., & Rodríguez Reynaga, P. A. (2008). Estudio de seguimiento de egresados: recomendaciones para su desarrollo. *Innovación Educativa*, 8(42), 19-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1794/179421234003>

- Ibarra, C. M. (2009). Programa de seguimiento de egresados y opinión de empleadores. <http://www.uv.mx/orizaba/enfermeria/files/2012/11/>
- INEGI. (2020). *Indicadores de ocupación y empleo*. INEGI.
- Jaramillo, A. (2006). Estudio sobre egresados la experiencia en la universidad EAFIT. *Universidad EAFIT*, 141.
- Murillo, G. F., & Montaña, U. P. (2018). Condiciones laborales de egresados de Instituciones de Educación Superior en México. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(3), 56-68.
- Ordaz Díaz, A. (2019). A 8 de cada 10 jóvenes con empleo no les alcanza para la canasta básica: estudio. <https://www.forbes.com.mx/a-8-de-cada-10-jovenes-con-empleo-no-les-alcanza-para-la-canasta-basica-estudio/>
- Quesada, R. (2008). *El seguimiento de egresados en la evaluación de programas de capacitación docente; un caso práctico*. http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista48_S1A1ES.pdf
- Rodríguez, S. C. (2001). *La inserción laboral de egresados de la educación superior en el Estado de Hidalgo*. http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista127_S2A1ES.pdf
- Rojas-Rojas, D. (2014). Impacto en la situación laboral de egresados de la educación presencial y virtual: estudio comparativo. *Educación y Educadores*, 17(2), 339-354. <https://www.redalyc.org/pdf/834/83432362008.pdf>
- Sánchez Leyva, J. L., Sánchez Zeferino, D. E., & Zapata Lara, H. d. (2019). Prospectiva del mercado laboral para la carrera de gestión y dirección de negocios en la región sur de Veracruz. *VinculaTégica EFAN*, 267-283.
- UNESCO. (2013). *Los jóvenes y las competencias: trabajar con la educación*. UNESCO.
- Universidad Veracruzana. (2015). *Estatuto de los alumnos 2008*. <https://www.uv.mx/legislacion/files/2012/12/estatutodelosalumnos2008.pdf>
- Universidad Veracruzana. (2017). *Reglamento Interno de la Facultad de Contaduría y Administración*. <https://www.uv.mx/legislacion/files/2017/07/Reglamento-I-de-la-Facultad-de-Contaduria-y-Administracion-Coatzacoalcos.pdf>
- Walteros, D. P., & Játiva, G. H. (2007). *Situación laboral de los egresados del Programa de Administración y Finanzas*.



CAPÍTULO 2

CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Perspectiva teórica de los sistemas de detección de intrusos con uso de inteligencia artificial en redes de sensores inalámbricos¹

Fernando Gutiérrez Portela

Universidad Cooperativa de Colombia de la sede Ibagué-Espinal
fernando.gutierrez@campusucc.edu.co

Florina Almenares Mendoza

Universidad Carlos III de Madrid.
florina@it.uc3m.es

Liliana Calderón Benavides

Universidad Autónoma de Bucaramanga
mcalderon@unab.edu.co

Efrén Romero Riaño

Universidad Industrial de Santander
efren.romero@saber.uis.edu.co

Nelly Clavijo Bustos

Universidad Cooperativa de Colombia de la sede Ibagué Espinal
nelly.clavij@campusucc.edu.co

Resumen

Las redes de sensores inalámbricos (WSN) sufren de numerosos ataques y amenazas que afectan gravemente la disponibilidad, confidencialidad e integridad, autenticación e identificación y la privacidad de los datos, y como respuesta a estas intrusiones algunos sistemas de detección usan técnicas de aprendizaje automático que ayudan a que los servicios que prestan las WSN no se vean afectados. Se identifica que existe la necesidad de trazar la trayectoria de investigación en la detección de intrusiones dentro de redes de sensores inalámbricos e identificar el uso de las herramientas de inteligencia artificial que

¹ Artículo derivado de proyecto de investigación denominado “Aplicación de técnicas de aprendizaje automático para la detección de intrusiones en las redes de sensores inalámbricas empleadas en la movilidad inteligente urbana”, INV2658, asociado al grupo AQUA de la Universidad Cooperativa de Colombia, sedes Ibagué-Espinal

obtienen el mejor desempeño dentro de este objetivo. Por ello, esta investigación analiza los sistemas de detección de intrusos basados en inteligencia artificial para redes de sensores inalámbricos, desde una perspectiva teórica, a través de un estudio de la producción científica en tres bases de datos: Scopus, IEEE y Elsevier. El resultado de la investigación muestra las tendencias de investigación en los sistemas de detección de intrusos que protegen estas redes. Además, debido a que nacen cada día nuevas intrusiones de seguridad, estos sistemas son ineficientes en dar una respuesta inmediata. Por otra parte, las WSN presentan múltiples limitaciones en sus recursos lo que genera que futuras investigaciones en esta temática aborden de forma paralela intrusiones vs limitaciones de recursos computacionales, con nuevos retos para responder ante un ataque de seguridad.

Palabras clave: inteligencia artificial, intrusiones de seguridad, redes de sensores inalámbricos, sistemas de detección de intrusos, técnicas de aprendizaje automático

Theoretical perspective of intrusion detection systems using Artificial Intelligence in wireless sensor networks

Abstract

Wireless sensor networks (WSN) suffer from numerous attacks and threats that seriously affect the availability, confidentiality and integrity, authentication and identification and privacy of data, and in response to these intrusions some detection systems use automatic learning techniques that help ensure that the services provided by WSNs are not affected. It is identified that there is a need to trace the research path in the detection of intrusions within wireless sensor networks and identify the use of Artificial Intelligence tools that obtain the best performance within this objective. Therefore, this research analyzes the intrusion detection systems in wireless sensor networks with Artificial Intelligence, from a theoretical perspective through a study of the scientific production in three databases: Scopus, IEEE and Elsevier. The result of the research shows the research trends in the intrusion detection systems that protect these networks. In addition, due to the fact that new security intrusions are born every day, these systems fall

short of giving an immediate response. On the other hand, WSNs present multiple limitations in their resources, which generates that future researches in this subject matter address in a parallel way intrusions Vs limitations of computational resources, with new challenges to respond to a security attack.

Keywords: wireless sensor networks, artificial intelligence, intrusion detection systems, security intrusions, automatic learning techniques

Introducción

Las redes de sensores inalámbricos (WSN) se componen de varios nodos de sensores autónomos (SN) distribuidos en diversas áreas de interés para recopilar y transmitir de forma cooperativa datos importantes a través de un medio inalámbrico al nodo principal del cluster, quien a su vez transmite a la estación base o nodo receptor. Un nodo sensor está compuesto por un procesador, una memoria, un transceptor, uno o más sensores, un conversor de señal analógica a digital (ADC) y una fuente de alimentación (Bhushan & Sahoo, 2018; Karakaya & Akleylek, 2018).

El despliegue masivo de las WSN exige mejores mecanismos de seguridad en primera y segunda línea para protegerse de diferentes ataques y amenazas, garantizando la confidencialidad de las tareas que en ella se ejecutan, la fiabilidad de los datos generados y la precisión y seguridad de la transmisión de información. En este tipo de redes, existen numerosos ataques y amenazas que tienen como finalidad filtrar información, interrumpir la comunicación con el enrutamiento del nodo del sensor y causar demoras, entre otros (Karakaya & Akleylek, 2018).

Frente a esta problemática, las técnicas de aprendizaje automático (técnicas que usan la inteligencia artificial- IA-) se pueden aplicar para resolver la detección de valores atípicos y la prevención de intrusiones de las WSN y, para ello, los diferentes estudios plantean soluciones relacionadas con la mitigación de intrusiones y operaciones de sistemas de detección de intrusos de tipo activo, desarrollados como contramedidas de propósito general, por ejemplo, los enfoques

de defensa basados en el aprendizaje automático contra los ataques DoS de la capa de red en las WSN se catalogan como soluciones planas y jerárquicas de acuerdo con la topología de red (Gunduz *et al.*, 2015).

Los sistemas de detección (IDS) o prevención de intrusiones (IPS) son la segunda línea de defensa de un sistema o una red ad-hoc, con capacidad de contrarrestar las intrusiones o anomalías dentro de una red. El IPS se diferencia del IDS porque logra prevenir intrusiones, mientras que los IDS las detectan (Abduvaliyev *et al.*, 2013). Los mecanismos pueden ser “un hardware y/o software, que controla pasiva o activamente actividades intrusivas en un host y un perímetro de red definidos” (Tidjon *et al.*, 2019, p.365).

La limitación de los recursos tecnológicos para IoT y WSN -reducida eficiencia para el procesamiento, mínima capacidad de almacenamiento y una batería limitada-, demandan que los sistemas de protección deberían ser livianos, con mínimos consumos de recurso computacional y alta comunicación, sin dejar a un lado una alta precisión de detección (Arshad *et al.*, 2020).

Por lo anterior, esta investigación analiza las redes de sensores inalámbricos, protocolos, ataques de seguridad y algunas contramedidas acorde con los principios de seguridad, según la ISO/IEC 27001:2013, los sistemas de prevención y detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos con IA abordando la revisión teórica desde la clasificación técnicas de detección, problemas de los IDS, sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos con Inteligencia Artificial con sus métricas de rendimiento y principales retos de los IDS en las WSN.

Marco de referencia

Las redes de sensores inalámbricos

Las WSN se han convertido en un área de investigación activa en los últimos años debido a su gran cantidad de aplicaciones que se aprovechan de ella,

versatilidad, facilidad de implementación para recopilar algunos datos físicos e informar los datos a una entidad de gestión (Beheshti , 2016).

Estas redes se utilizan en muchos campos, control de desastres, monitoreo de hábitat, vigilancia de seguridad y sistema de ingreso al hogar y especialmente en el campo médico, dada su importancia en la vida cotidiana. Numerosas investigaciones se han centrado en este tipo de red de sensores, y comienzan a buscar soluciones a problemas de seguridad dado que la confidencialidad y la privacidad son muy necesarias en esta área (Gaware & Dhonde, 2016; Zkik *et al.*, 2017). En la tabla 1 relaciona la arquitectura en capas con sus estándares y protocolos.

Tabla 1

Arquitectura estándares y protocolos

Capas	Protocolos	Organización
Transporte/Aplicación	COAP, MQTT, AMQP	IETF, ISO
Red/Enrutamiento	RPL, BCP, CTP	IETF
Adaptación	6LoWPAN	IETF,
Enlace/MAC	IEEE 802.15.4.e, B-MAC	IEEE, Universidad de Berkeley
Física	IEEE 802.15.4	IEEE,

Fuente: Tomic & McCann (2017); Bhushan & Sahoo, (2018)

Tomic & McCann (2017) presentan los estándares y protocolos de la WSN en una arquitectura por capas: en la capa física el protocolo IEEE 802.15.4, para comunicaciones de baja potencia y tasa de datos; en capa de enlace, estándares de la versión revisada del IEEE 802.15.4.e, para comunicaciones multisalto y el protocolo B-MAC de eficiencia energética; en la capa de adaptación, protocolo (6LoWPAN) que permite a los nodos inalámbricos de baja potencia conectarse a la Internet; en la capa de red, el protocolo de enrutamiento (RPL), el protocolo (BCP) de encaminamiento dinámico y el protocolo (CTP) diseñado para tasas de tráfico relativamente bajas que proporciona una comunicación de muchos a uno o de uno

a muchos. Por último, la capa de transporte y aplicación, con protocolo (CoAP) de aplicación de especializado de Internet para dispositivos limitados.

La naturaleza inalámbrica de la comunicación, la falta de protección física y las restricciones de recursos como el tamaño de la memoria, la duración de la batería de los sensores y la capacidad de almacenamiento, las hacen vulnerables a ataques internos y externos, como información falsificada, reenvío selectivo, replicación de nodo, agujero de gusano, ataque de inundación, entre otros, que amenazan el flujo de datos y la calidad de la información que se comunica por la red afectando la disponibilidad de los servicios mediante un ataque de negación del servicio y el caso más extremo, la pérdida total o parcial de la red y la información. Es importante aclarar que algunos de los protocolos mencionados utilizan su propia pila de protocolos y tienen considerado utilizar la seguridad mediante el protocolo DTLS, TLS o IPSEC, orientados precisamente a proporcionar protección para la confidencialidad, autenticación, integridad si considerar la disponibilidad de la red debido a su arquitectura por capas como se observa en la tabla 2 (Tomic & McCann, 2017).

Tabla 2

Amenazas de seguridad por capas de la WSN

Capas WSN y Características	Ataques o vulnerabilidades
Transporte (transmisión confiable de datos)	Integridad de datos, drenaje de energía, desincronización, inyección de mensajes falsos.
Red (enrutamiento de datos, administración de la topología)	Agujero negro, agujero de gusano, ataque de Sumidero, inundación, reenvío selectivo, denegación de servicios.
Enlace de datos	Colisiones, fragmentación, autenticación, escuchas, suplantación identidad, análisis de tráfico, ataques de privación de sueño.
Física	Interferencia, escuchas ilegales, manipulación de nodos, interceptación, piratería-hardware.

Fuente: Tomic & McCann (2017); Bhushan & Sahoo (2018)

La capa física debido a la naturaleza de transmisión de la comunicación inalámbrica es vulnerable a interferencias, escuchas, manipulación de nodos. En la capa de enlace, que se ocupa de los errores de transmisión, los ataques más

comunes son las interferencias y colisiones, en la capa de red, un nodo malicioso dentro de la red puede iniciar una amplia gama de ataques internos, como suplantación, reproducción de información, reenvío selectivo, ataque de replicación de nodo, agujero de gusano y hola inundación; en la capa de transporte durante la transmisión, los datos pueden verse comprometidos, así como la conexión establecida entre los nodos, debido a un ataque de integridad de datos, un ataque de drenaje de energía y un ataque de desincronización.

Los tipos de ataque que normalmente se esperan de un intruso y que está en medio de la comunicación en la red son la suplantación, reproducción de información, reenvío selectivo, ataque de replicación de nodo, agujero de gusano y hola inundación, aunque los protocolos pueden cubrir integridad, confidencialidad como en las redes normales uno de los grandes desafíos es proteger la disponibilidad de la red en la WSN e IoT. No hay suficientes propuestas, sobre todo cuando son ataques distribuidos de denegación y que normalmente atacan contra la disponibilidad de la red y de no implementarse una capa de seguridad se tendrán amenazas de integridad, confidencialidad y autenticidad.

De acuerdo con la ISO/IEC 27001:2013, la seguridad de la información gira en torno a principios de seguridad como la preservación de la confidencialidad de los datos, integridad, disponibilidad y la autenticidad. A continuación, se presentan algunos mecanismos de seguridad como contramedidas para contrarrestar las amenazas en las redes WSN.

1- En relación con la **confidencialidad e integridad** de los datos, se ha propuesto la seguridad mediante el protocolo DTLS (*Datagram Transport Layer Security*) en las redes basadas en sensores inalámbricos para proteger la comunicación de extremo a extremo entre nodos, con mecanismos de seguridad para el establecimiento o distribución aleatoria de claves, configuración de confianza, esquemas de cifrado y control de acceso, funciones hash y firma digital (Bhushan & Sahoo, 2018). Estudios (Ahlawat & Dave, 2018) proponen un esquema de redistribución de clave híbrida segura (Hybrid Key Predistribution Scheme, HKP-HD), la cual utiliza una cadena de hash basada en el valor

máximo del coeficiente de ataque, con el fin de evitar que un adversario pueda extraer las claves criptográficas o las claves de grupo.

- 2- Con respecto a la **autenticación e identificación** de nodos y la generación de claves secretas, esta juega un papel fundamental para garantizar la autenticación, mediante un protocolo de nodo ligero para WSN en TinyOS (Moon *et al.*, 2016).
- 3- En cuanto a la **disponibilidad**, se ha avanzado con mecanismos de seguridad como sistemas de detección de intrusos híbridos, sistemas de detección de anomalías basado en reglas (Rule-Based Anomaly Detection System, RADS), marco adaptativo distribuido, basado en la lógica subjetiva y la extensión probabilística de autómatas cronometrados, protocolo de enrutamiento (Energy-optimized Secure Routing, EOSR), protocolo de enrutamiento vector de distancia multirruta ad hoc por demanda (Ad hoc On Demand Multipath Distance Vector, AOMDV), entre otros, para evitar ataques de inundación, interferencia, repetición, reenvío selectivo, agujero de gusano, entre otros (Climent *et al.*, 2014; Duan *et al.*, 2014; Jahandoust & Ghassemi, 2017; Li *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2018).
- 4- Para la conservación de la **privacidad** en la WSN, se han propuesto mecanismos de cifrado de extremo a extremo para cada mensaje transmitido, funciones de cifrado homomórfico de clave simétrica, reportes de tiempo, seudónimos criptográficos, minería de datos con reconocimiento de privacidad (Lopez *et al.*, 2017).

Los sistemas de detección de intrusiones

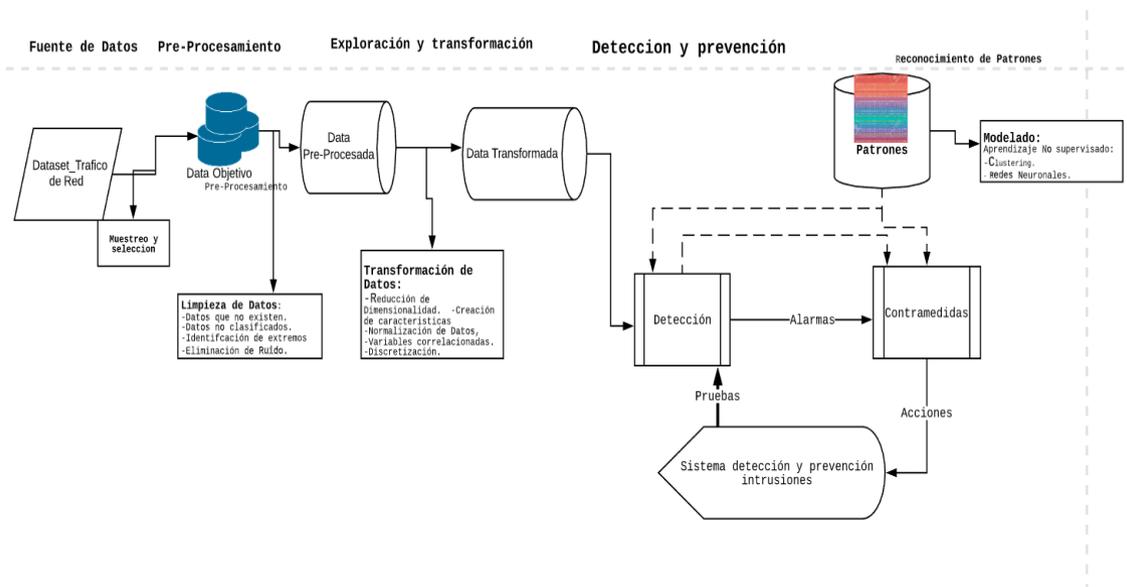
Los sistemas de detección y/o prevención de intrusiones (IDS/IPS, *Intrusion Detection/Prevention System*) son la segunda línea de defensa de un sistema o una red ad-hoc, con capacidad de intervenir las intrusiones o anomalías dentro de una red. El IPS se diferencia del IDS porque logra prevenir intrusiones, mientras que los IDS las detectan (Abduvaliyev *et al.*, 2013). Los mecanismos pueden ser “un hardware y/o software, que controla pasiva o activamente actividades intrusivas en un host y un perímetro de red definidos” (Tidjon *et al.*, 2019, p. 365); a pesar de que los

IDS/IPS son mecanismos de seguridad claves contra diversos tipos de intrusiones, en la actualidad son mínimas las propuestas de dichos mecanismos que optimizan los recursos del sistema, comprometiendo la confidencialidad, integridad y disponibilidad de las WSN e IoT (Elrawy & Awad, 2018).

Las operaciones básicas de un sistema de detección son el monitoreo de las acciones de un usuario y la observación del comportamiento del sistema o la red en las diferentes capas. Fundamentalmente, se agrupa en tres módulos: i) módulo de monitoreo, mediante el uso de sensores aplicados en la red o en el host; ii) módulo de análisis, con métodos estadísticos, heurísticos o inteligencia artificial para extracción de características o métodos de identificación de patrones y módulo de detección, con técnicas de detección de intrusiones por mal uso, anomalías o híbridos. De manera general, el IDS/IPS adquiere una imagen de datos de un sistema o red para posteriormente examinarlo y descubrir acciones intrusivas, notificar de la ubicación de un atacante, registrar los movimientos anómalos, minimizar o interrumpir las acciones maliciosas y alertar del tipo de intrusiones de seguridad al administrador (Elrawy & Awad, 2018; Mekelleche *et al.*, 2018; Pundir *et al.*, 2020; Tidjon *et al.*, 2019).

Figura 1

Modelo de un sistema de detección y prevención de intrusos



Fuente: elaboración propia

La clasificación de los sistemas de detección de intrusos obedece a diversos factores como el tipo, estructura, técnica de detección, tipo de respuesta, entorno, frecuencia de uso, almacenamiento de estado, entre otros. Entre los factores más relevantes en el momento de desarrollar un IDS en una red ad-hoc están: el tipo, la estructura y la técnica.

Según el **tipo** se clasifican en: NIDS, HIDS e híbridos (Tidjon *et al.*, 2019): 1) basados en red (NIDS, *Network Based-IDS*) se usan para descubrir paquetes de tráfico de red y detectar intrusiones y ataques maliciosos, estos pueden ser un software o un sistema en hardware implementado en un dispositivo tecnológico (Elrawy & Awad, 2018; Zarpelão *et al.*, 2017); 2) HIDS (*Host based-IDS*), se implementan en el sistema que protege los datos y el sistema operativo de intrusiones o ataques maliciosos (Elrawy & Awad, 2018; Zarpelão *et al.*, 2017), y 3) híbridos, que combinan el NIDS y HIDS (Tidjon *et al.*, 2019).

De acuerdo con la **estructura** y topología de red, existen tres clases principales: 1) IDS centralizado: en donde los agentes examinan los nodos y generan alertas heterogéneas, las cuales son enviadas a un controlador central de comando y control, encargado de agregar, correlacionar y responder en forma oportuna; 2) distribuido: un agente responde por su nodo, que examina incidentes y lanza alertas. Estos, a su vez, se clasifican en distribuidos colaborativos (CDIDS) y distribuidos individuales, llamados independientes (Khan & Herrmann, 2019) y 3) híbrido: que combina los centralizados y distribuidos en grandes tipos de red (Tidjon *et al.*, 2019).

Según la **técnica de detección** se clasifican en tres:

- 1) Basados en mal uso o firmas. Utilizan una base de datos de firmas acreditadas y estándares de códigos maliciosos e intrusiones para identificar ataques ya analizados (Khan & Herrmann, 2019; Tidjon *et al.*, 2019).
- 2) Basados en anomalías. Técnica utilizada para descubrir patrones de comportamiento que no coinciden con el perfil de conducta normal del sistema monitoreado (Tidjon *et al.*, 2019).

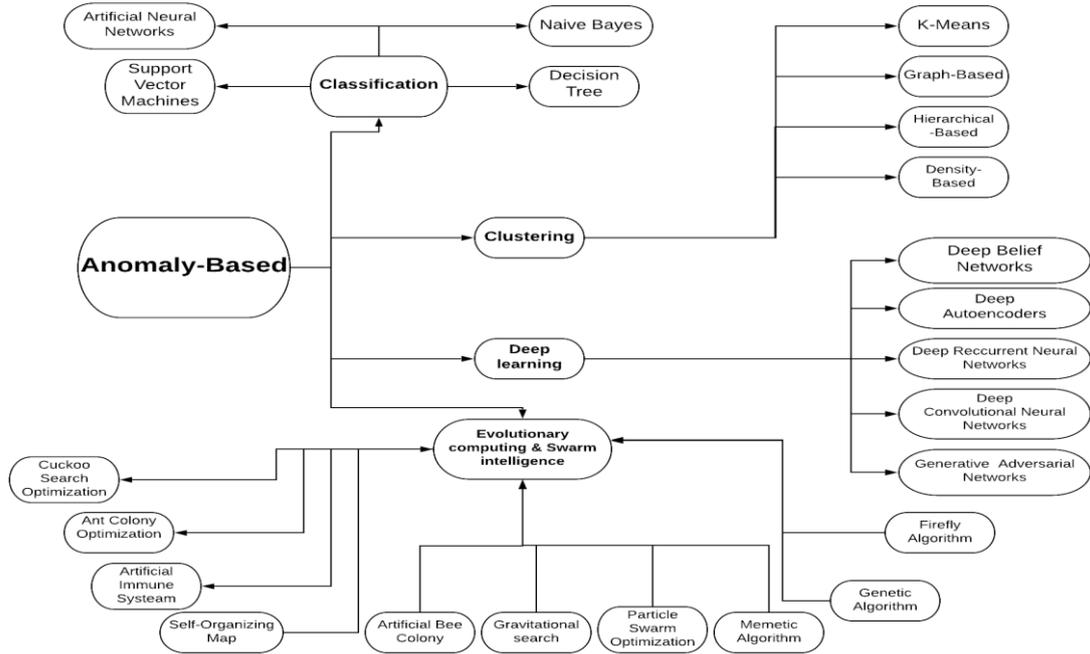
- 3) Híbridos. Combinan los enfoques basados en firmas y anomalías, usando dos módulos, a) el que detecta ataques basados en firmas y b) el que descubre anomalías del perfil de comportamiento normal de la red, considerados como aquel IDS que tiene un menor número de falsos positivos y negativos y a su vez, presentando desventajas por el alto consumo de recursos computacionales, debido a que los módulos deben ejecutarse en paralelo (Khan & Herrmann, 2019; Tidjon *et al.*, 2019).

A continuación, Tidjon *et al.* (2019) exponen la clasificación de las técnicas basadas en anomalías de anomalías. Las primeras cinco técnicas se pueden agrupar en tres enfoques:

- a) Clasificación y regresión como parte del aprendizaje supervisado, los cuales utilizan algoritmos como máquina de soporte vectorial (SVM, *Support Vector Machine*), redes neuronales, Naive Bayes, árbol de decisión, vecinos cercanos, regresión lineal, etc.
- b) Clustering como aprendizaje no supervisado, el cual utiliza técnicas como K-means, basada en gráficos, jerárquica y la agrupación basada en la densidad.
- c) Aprendizaje de refuerzo y activo, se aprende a controlar un sistema para maximizar una medida numérica de rendimiento que expresa un objetivo a largo plazo, se conocen varias técnicas como la teoría del juego bayesiano, proceso de decisión de Markov, Q-Learning (Tidjon *et al.*, 2019).

Figura 2

Técnicas de Detección usadas IDS



Fuente: Tidjon *et al.* (2019). Adaptada por los autores

Además, se utilizan las técnicas de aprendizaje profundo, inspiradas en la capacidad del cerebro humano para aprender de la experiencia instintivamente; hacen parte de ellas: la red de creencias profundas (DBN), máquina de Boltzmann profunda (DBM), autoencoder profundo (DAE), red neuronal recurrente (RNN), red neuronal convolucional profunda (DCNN), redes de confrontación generativas (GAN).

El diseño de sistemas de detección de intrusos, dependiendo del dominio de aplicación, presenta múltiples desafíos que retan a los investigadores para mejorar las métricas de rendimiento tanto en consumo de recurso del sistema como del control y detección de intrusiones para su tratamiento, entre los desafíos se tienen:

- a) Los sistemas utilizan módulos de detección pesados y de múltiples niveles que no son eficientes para redes ad hoc con recursos limitados (Khan *et al.*, 2020) y provocan sobrecarga de comunicación (Khan & Herrmann, 2019; Pundir *et al.*,2020; Xie *et al.*, 2019).

- b) Algunos IDS basados en anomalías con el uso de redes neuronales son complejos y generan agotamiento de recursos (Soliman & Sakr, 2012).
- c) Las limitaciones de recursos tecnológicos, así como la sobrecarga de rendimiento y la eficiencia de detección contra ataques múltiples y simultáneos, han provocado que las WSN y los dispositivos IoT no ejecuten operaciones intensivas de computación, comunicación y almacenamiento porque requieren una mayor potencia para realizar estos procesos; al mismo tiempo, que se perturba la transmisión de los datos, con la posibilidad también de la fuga de datos almacenados (Pundir *et al.*, 2020).
- d) Al aumentar los niveles de tráfico, aumenta la carga de procesamiento asociada y el IDS se vuelve inestable, presentando fallas (Tidjon *et al.*, 2019), producto de la sobrecarga y degradación del rendimiento del sistema (Khan & Herrmann, 2019).
- e) Los IDS al presentar una baja respuesta a los ataques, producen inestabilidad de la red debido a la reacción de IDS ante falsos positivos, con agregación de nuevas vulnerabilidades al sistema (Khan & Herrmann, 2019).

La ausencia de infraestructura, las limitaciones en los recursos del sistema y los mecanismos de seguridad desplegados no terminan de ser eficaces en la WSN para contrarrestar amenazas de seguridad internas y externas, que impactan la disponibilidad de la red (Khan *et al.*, 2020), los IDS como segunda línea de defensa, deben ser capaces de responder ante la seguridad, pero presentan inconvenientes que han analizado algunos autores como:

- a) En relación a la capacidad del IDS para brindar seguridad, se ha encontrado que algunos IDS presentan una configuración predeterminada, que puede comprometer la seguridad (Tidjon *et al.*, 2019) en la defensa de ataques múltiples y simultáneos (Bogaz Zarpelão *et al.*, 2017; Pundir *et al.*, 2020; Xie *et al.*, 2019)
- b) Algunos de IDS no proporcionan autodefensa, creando repetidamente falsas alarmas por parte de los atacantes, quienes envían una avalancha de paquetes irrelevantes al host IDS. Si se utiliza una computación ligera se reducen la

seguridad y no proporcionan suficiente precisión en la detección de amenazas, provocando grandes cantidades de falsas alarmas positivas (Khan *et al.*, 2020).

- c) A pesar de que los IDS y IPS son mecanismos de seguridad claves contra diversos tipos de intrusiones, en la actualidad son pocos los que optimizan los recursos del sistema, comprometiendo la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la WSN y IoT (Elrawy *et al.*, 2018).
- d) La detección de intrusiones en tiempo real con datos de transmisión de alta velocidad requiere que el sistema de detección de intrusiones se ocupe de grandes volúmenes de datos de red en muy poco tiempo (Geetha *et al.*, 2018).

Metodología

Con el objetivo de obtener una visión general del panorama científico de las publicaciones en WSN, se implementa una metodología adaptada de análisis cualitativo y cuantitativo que se resume en la tabla 3. Debido a la multiplicidad de fuentes y para garantizar la inclusión de resultados relevantes publicados en bases de datos genéricas y especializadas, se utilizan tres fuentes de metadatos: Scopus, ScienDirect e IEEE. En cada una de estas se implementan la misma cadena de búsqueda, constituida por las palabras clave.

Para poder fusionar los resultados de búsqueda desde las tres fuentes, se extraen los datos en formato (Research Information System) “RIS”. Como ventana de tiempo se usa todo el periodo disponible dentro de los accesos de suscripción en Colombia (2000-2019). Para responder a las principales preguntas de investigación planteadas, se definen como unidad de análisis las palabras clave y los términos (extraídos de los resúmenes) y como tipo de análisis la coocurrencia de palabras y términos. Esta selección posibilita la identificación de tendencias y frentes de investigación.

Como estrategia para abstraer la complejidad y diversidad de los contenidos de los registros identificados, se usan múltiples técnicas y herramientas como mapas y tablas. El reporte final de los resultados incluye una descripción de las

principales características de la producción científica en sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos.

Tabla 3

Resumen de las fases de la metodología de revisión

Fase	Descripción
1. Preguntas de investigación	¿Cuáles son los principales frentes de investigación en WSN? ¿Cuáles son las principales corrientes o tendencias de investigación?
2. Identificación de fuentes	Suscripción académica (Scopus, ScienteDirect, IEEE)
3. Extracción de metadatos (ventana de tiempo y formatos de extracción)	Se utiliza la ventana de tiempo entre los años 2000-2019. Se usa el formato de exportación de datos: .RIS
4. Definición de unidades de análisis	Las unidades de análisis son: palabras clave y términos
5. Definición de tipos de análisis	Coocurrencia de palabras y términos
6. Análisis de contenido	Análisis de coocurrencia, tablas, mapas conceptuales
7. Reporte de resultados	Se construye el documento de investigación y se expone ante la comunidad científica los resultados

Fuente: elaboración propia

Resultados

Sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos con inteligencia artificial

Los sistema de detección y prevención de intrusiones en redes de sensores inalámbricos, con el uso de la IA bajo un enfoque basado en anomalías impacta los problemas de seguridad de las capas, donde el sistema permite la detección y prevención de intrusos en las operaciones de las WSN y genera alertas tempranas en caso de detección de un intruso.

Bogaz *et al.* (2017) manifiestan que:

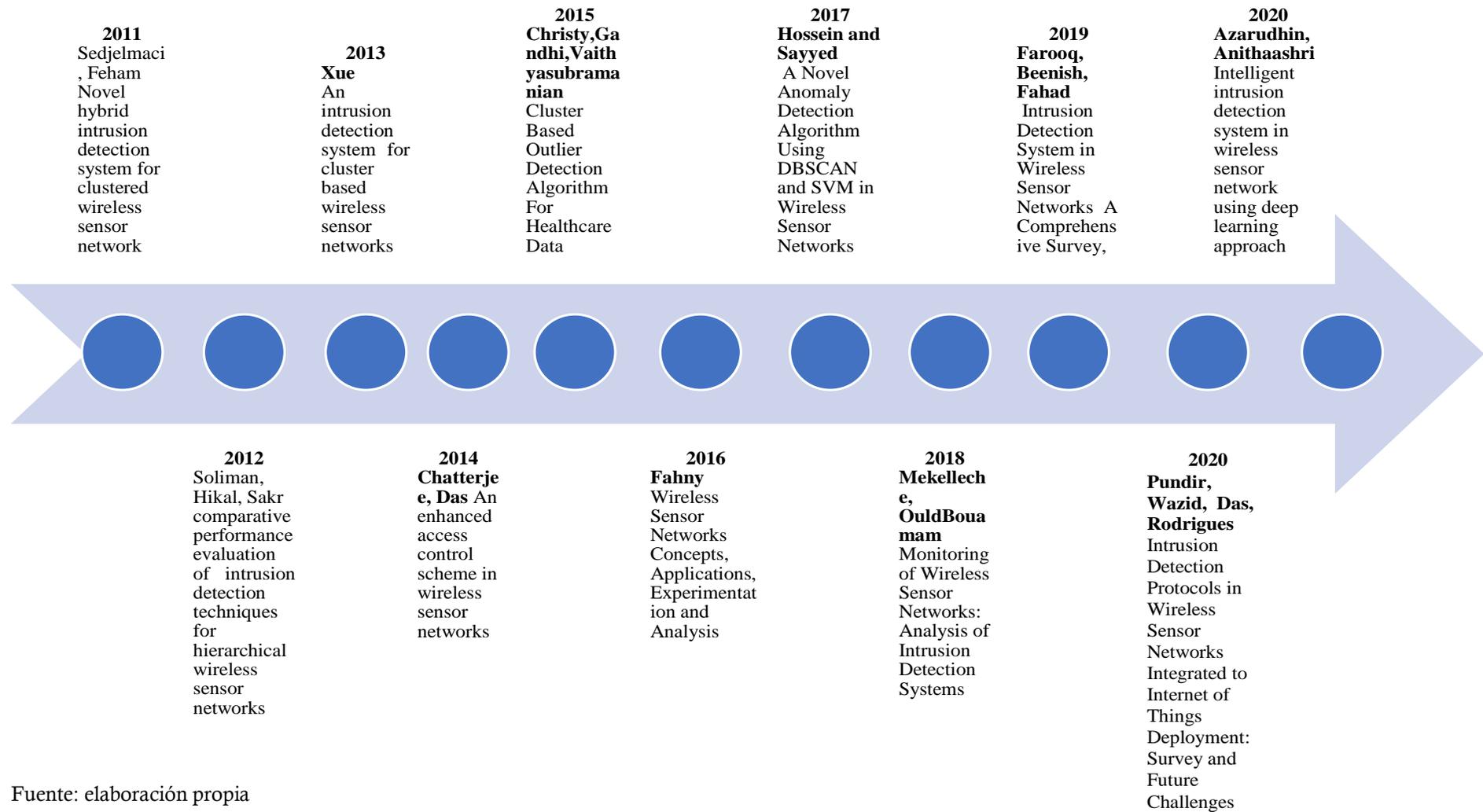
La detección de intrusos es una acción que se realiza, con el fin de identificar actividades anómalas o intrusivas dentro de un sistema. Las incursiones sin autorización al sistema se denominan anomalías o intrusiones. Las intrusiones son realizadas por un usuario interno o externo; el usuario interno utiliza sus privilegios de acceso con el fin de acceder a información restringida y/o obtener el control del sistema o la red. De la misma manera, el intruso externo, busca obtener permisos para acceder al sistema o red de forma arbitraria con el fin de ingresar y sustraer información vital de una empresa y/o alcanzar la administración del sistema o la red. (p.27)

La implementación de un sistema de detección debe contemplar requerimientos específicos como la inclusión de mínimas vulnerabilidades en el sistema o red cubierta, con el compromiso de utilizar pocos recursos tecnológicos (la operación de detección debe ser simple y no compleja), que funcione con datos locales y parciales, y garantice la disminución de alertas por falsos negativos y falsos positivos, siendo capaz de responder a intrusiones hostiles (Mekelleche & OuldBouamam, 2018; Pundir *et al.*, 2020).

En la figura 3 se presenta una relación de trabajos relacionados con respecto a la evolución de los sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos del 2011 al 2020.

Figura 3

Evolución de los sistemas de detección de intrusos 2011-2020



Fuente: elaboración propia

Medidas utilizadas para evaluar el rendimiento de IDS

Dentro de las métricas más importantes a tomar en consideración en la detección efectiva de intrusiones en tecnologías WSN se encuentran aspectos como la sobrecarga de rendimiento y la eficiencia en la detección. Las redes ad-hoc al presentar limitaciones en sus recursos computacionales de potencia de procesamiento, baja capacidad de almacenamiento y la batería limitada, requieren que el IDS realice procesos muy complejos computacionalmente y sin agotar sus recursos (Arshad *et al.*, 2020). Al presentar las WSN limitaciones de recursos en memoria, transmisión, procesamiento, almacenamiento y energía - establece la vida útil del sistema o la red-, se requieren soluciones efectivas para el adecuado uso de estos recursos (Rueda & Talavera, 2017).

Por tal motivo, el consumo y el rendimiento de un sistema son parámetros importantes y se refleja en el tiempo empleado para realizar su actividad. El estudio realizado ha demostrado que gran parte de los sistemas de detección actuales no han contemplado el coste computacional por el funcionamiento y la eficacia en la capacidad para detección de intrusiones. Se ha considerado que, debido a la condición de recursos limitados en la WSN, se convierte en un requerimiento importante para evaluar la eficiencia de un sistema de detección, es por esta razón, que se crea una línea futura de investigación con iniciativas de aplicar métricas evaluativas a los IDS, al igual que la capacidad de un sistema para brindar un buen desempeño de detección es con la agilidad que el sistema detecta y previene correctamente una intrusión (Arshad *et al.*, 2020).

Dentro de las métricas utilizadas para evaluar el rendimiento del sistema intervienen variables como a) tasa de verdaderos positivos o sensibilidad o tasa de aciertos y b) la medida de falsos positivos o caída. Para hallar la métrica de evaluación del desempeño de un IDS, se calcula la "cantidad de intrusos detectados por el IDS sobre el total de intrusos presentes en la muestra de la prueba" (Elrawy *et al.*, 2018; Tidjon *et al.*, 2019). En estas medidas, el IDS deberá informar ataques efectivos, dejando a un lado aquellos comportamientos benévolos y para ello, esta evaluación de seguridad se puede dar, así como lo expresa Patcha y Park (citado en Khan & Herrmann, 2019).

Tabla 4

Medidas utilizadas para evaluar el rendimiento de IDS

Autor	Año	Visibilidad	Motor de detección	Arquitectura	Sobrecarga de rendimiento	Tipos de ataque	Rendimiento de detección
Nobakht, M.; Sivaraman, V.; Boreli, R.	2016	Host	Híbrido	Distribuido	No disponible	Masquaring	Precisión: 94,25%, Recuperación: 85,05%
Midi, D.; Rullo, A.; Mudgerikar, A.; Bertino, E. Kalis	2017	Red	Híbrido	Colaboración	Uso de la CPU: 0,19%, uso de RAM (KB) á 13,978.62%	ICMP Flooding, SMURF	Tasa de detección: 91%, Precisión: 100%
Chordia, A.S.; Gupta, S.	2015	Red	Anomalía	Centralizada	Uso de la CPU: 49%	U2R, R2L, DoS, Sonda	Precisión: 95,55%, Tasa de detección: 93,67%, FPR: 0,019
Khan, Z.; Herrmann,	2016	Red	Anomalía	Distribuido	No disponible	Sumidero, reenvío selectivo y número de versión	Para 300 nodos: FNR a 26%, FPR a 47%, Tasa de detección a 50%
Zhang, Y.; Wang, L.; Sun, W.; Green, R., II; Alam, M	2011	Red	Anomalía	Distribuido	No disponible	DoS, U2R, R2L	FPR: 0,67, 0,7 y 1,3. FNR: 2,15%, 21,02%, 26,32%
Haddad Pajouh, H.; Javidan, R.; Khayami, R.; Ali, D.; Choo, K. A	2016	Red	Anomalía	Centralizada	No disponible	U2R y R2L	Precisión de detección: 81,97% y FPR: 5,44%

Autor	Año	Visibilidad	Motor de detección	Arquitectura	Sobrecarga de rendimiento	Tipos de ataque	Rendimiento de detección
Summerville, D.; Zach, K.; Chen, Y	2015	Red	Anomalía	Distribuido	No disponible	Propagación de gusanos, tunelización, inyección de código SQL	Precisión de detección: 100%
Yang, L.; Ding, C.; Wu, M.; Wang, K	2017	Red	Anomalía	No disponible	Consumo de energía: 8,48 mJ	No disponible	No disponible
Sedjelmaci, H.; Senouci, S.	2017	Red	Híbrido	Distribuido	Eficiencia: 2 s, consumo de energía: aprox 3000 mJ para 300 nodos	DoS	Precisión de detección 92% para un gran número de nodos. FPR: 3%
Raza, S.; Wallgren, L.; Voigt, T.	2013	Red	Híbrido	Distribuido	eficiencia: >150.000 mJ para 64 nodos	sumideros y ataques de reenvío selectivo	TPR: aprox 80% para 30 nodos en promedio.
Meidan, Y.; Bohadana, M.; Mathov, Y.; Mirsky, Y.; Shabtai, A.	2018	Red	Anomalía	Distribuido	No disponible	Botnets	TPR: 100%, FPR: 0.007,
McDermott, C.D.; Majdani, F.; Petrovski, A. V.	2018	Red	Anomalía	Centralizado	No disponible	Botnets	Precisión de detección: Mirai: 99%, UDP: 98%, DNS: 98%

Fuente: Arshad et al. (2020). Adaptada por los autores

El estudio realizado Arshad et al. (2020) en el análisis de los enfoques en IDS existentes advierte que muchos de los IDS desarrollados muestran un alto desempeño de detección en términos de precisión de detección, (Tasa de falsos positivos) FPR y (Tasa de verdaderos positivos) TPR; sin embargo, en el estudio señalan que muchas de las mediciones presentadas se han obtenido con un conjunto de datos no actualizados y mediante simulaciones que no reflejan con precisión entornos reales de WSN o de IoT, de la misma manera, se observa que la información de sobrecarga de rendimiento es incompleta y es por esta razón que se requiere de nuevas investigaciones que aborden esta problemática BE (Arshad et al., 2020).

IDS para la detección de ataques en WSN y sus principales

A continuación, se exponen algunos estudios con respecto a los mecanismos para la detección de ataques y los principales avances.

- A- En lo que respecta a las intrusiones que intentan producir comportamientos anormales en la WSN, se ha observado que los IDS se implementan como un mecanismo para detectar e identificar estos comportamientos, donde los sistemas monitorean las actividades del usuario y el comportamiento de la red en diferentes capas. Los sistemas son de naturaleza pasiva y solo detectan intrusiones y generan una alarma, los basados en firmas (detección de uso indebido) y los basados en anomalías (detección de anomalías) (Mekelleche & OuldBouamam, 2018).
- B- Los mecanismos basados en el cifrado de rango, como VERA, TRAIL y los métodos de padres seguros implementan métodos de cifrado de alto nivel y proporcionan una verificación de rango en cada nodo para evitar ataques de rango disminuido, que según la literatura son complejos en términos de implementación y funcionan de manera efectiva cuando se combina con los otros dos enfoques, con la particularidad que provoca un alto consumo de recursos, tiempo de detección diario e interferencia, lo que conduce a altas tasas de falsos positivos (Alzubaidi *et al.*, 2017).

- C- Para la detección de intrusiones apoyado en una máquina de vectores de soporte (SVM) de clase única y simularon con la plataforma QualNet ataque DoS (denegación de servicio). El resultado muestra que es factible aplicar SVM al diseño del sistema de detección de intrusos (Wang et al., 2018).
- D- Shamshirband et al. (2014), proponen el método de teoría de juegos, a saber, el Fuzzy Q-learning (G-FQL) basado en un juego cooperativo. G-FQL adopta una combinación de enfoque teórico del juego y algoritmo de aprendizaje Q difuso en WSN. El modelo propuesto implementa escenarios de contra ataque de defensa cooperativa para que el nodo receptor y la estación base funcionen como jugadores que toman decisiones de manera racional a través de una estrategia de teoría de juegos.
- E- Por otra parte, Sicari et al., (2017) presentan un mecanismo, el Good Network (GoNe), que se fundamenta en SOM (Mapas de autoorganización) para la detección de intrusiones en WSN, mecanismo idóneo para evaluar la confiabilidad de los nodos sensores y comparado con otros es eficaz en términos de rendimiento, clasificación de nodos, identificación de ataques, precisión de datos, consumo de energía y sobrecarga de señalización.
- F- Gutiérrez Portela *et al.*, (2019) evaluaron el rendimiento de algoritmos supervisados y no supervisados para la detección de intrusiones, utilizando el dataset UNSW-NB15. Los resultados señalaron que el algoritmo supervisado SVM gaussiana fine, obtuvo un 92% de exactitud en la predicción, indicando la capacidad para clasificar correctamente datos normales y anormales. Con respecto a los algoritmos no supervisados el algoritmo K-Means, agrupó los datos en forma correcta y permitió definir claramente el número apropiado de grupos

A pesar de que existen avances importantes para la prevención de estos ataques, estudios recientes (Tomic et al., 2017) han determinado que existen amenazas a 6LoWPAN que están surgiendo de 802.15.4 y las redes IP, pero las más graves son la consecuencia de los ataques en la capa de red, que generalmente están representados en ataques al protocolo de salida para el protocolo de enrutamiento en redes de baja potencia y pérdida (RPL). La principal amenaza proviene de ataques internos, donde, por ejemplo, un nodo malintencionado puede

elegir reenviar datos de forma selectiva o eliminar todos los paquetes recibidos con rutas que se eligen espontáneamente en función de la calidad del enlace.

Discusiones

Las WSN se enfrentan a ataques maliciosos de nodos internos y externos causados por la ausencia de infraestructura, limitantes de recursos del sistema y mecanismos de seguridad que no terminan de ser eficaces. Según el análisis de los ataques típicos a las WSN, se puede concluir que la mayoría de estos se caracterizan por descartar o rechazar mensajes, reenviar paquetes o agotar la potencia de los nodos. Los ataques de nodos externos se pueden prevenir con tecnologías de autenticación y encriptación; sin embargo, los ataques de nodos internos son difíciles de eliminar con estos enfoques. Por tanto, la detección de intrusiones se considera una segunda línea de defensa para proteger la seguridad y conservar la disponibilidad de la WSN.

Es así como se presentan múltiples investigaciones sobre los IDS en las WSN, pero dejan al descubierto que no existe un sistema de detección de intrusiones único que soporte los diferentes ataques que presenta la red, mas aún cuando estas intrusiones de seguridad evolucionan con nuevas formas de hacer vulnerable la WSN.

Por lo tanto, los retos giran en torno a lo expuesto por Tidjon et al.,(2019) como son:

- Los IDS aún no se han escalado para cumplir con los requisitos planteados por las redes de alta velocidad (terabit, petabit) y algunos factores como el ruido en el tráfico entrante, afectan significativamente los perfiles de tráfico, generan tantos falsos positivos, en ocasiones, dejan caer el tráfico cuando se sobrecargan, algunos son intensivos en recursos (ancho de banda de red y requieren hardware de alto rendimiento), muchos no descifran los paquetes encriptados

- La evaluación de los IDS contra los ataques más recientes aún no es posible ya que los conjuntos de datos como DARPA, KDD-CUP 99 y NSL-KDD están en desuso. Siempre que se realiza una intrusión ética para pruebas de penetración, se requiere mucha experiencia, tiempo y un profundo conocimiento de la red objetivo.
- A pesar de los muchos formatos de eventos unificados propuestos, cada proveedor de IDS aún proporciona diferentes formatos de eventos. Esto causa problemas de interoperabilidad durante el procesamiento.
- Como la frecuencia de las actualizaciones de firmas varía de un proveedor a otro, esto puede causar un problema para los IDS basados en el conocimiento que requieren actualizaciones continuas para la detección de ataques de día cero.

Conclusiones

La perspectiva teórica de los sistemas de detección de intrusos en redes de sensores inalámbricos con inteligencia artificial muestra que las propuestas de IDS/IPS en WSN son insuficientes para la detección de ataques que normalmente atacan contra la disponibilidad de la red, se han encontrado deficiencias en el rendimiento de estos sistemas con un alto consumo de recursos del sistema.

De igual manera, en la literatura, algunas investigaciones de IDS no presentan la información de consumo de recursos del sistema y exponen muy buenas tasas de rendimiento en escenarios simulados, sin embargo, estos resultados en escenarios con entornos distribuidos, limitados recursos del sistema y en contextos reales en las WSN pueden variar. Así mismo, los investigadores han abordado mayoritariamente algoritmos de aprendizaje automático con técnicas de clasificación que requieren de un proceso de entrenamiento y etiquetado para el aprendizaje.

Las técnicas no supervisadas de Clustering y Deep Learning de acuerdo con la literatura han demostrado que presentan mejores tasas de acierto, no requieren de un proceso de entrenamiento, identifican valores atípicos basados en modelos

heurísticos y no necesitan tener conocimiento previo sobre la distribución de los datos.

Finalmente, así como se requiere el desarrollo de nuevas metodologías y mecanismos que permitan a las WSN proporcionar los servicios de seguridad en términos de confidencialidad de los datos, integridad y disponibilidad; de igual manera, los protocolos de enrutamiento también requieren mecanismos de seguridad para asegurar su fiabilidad.

Referencias

- Abduvaliyev , A., Pathan, A. K., Zhou, J., Roman, R., & Wong, W. (2013). On the Vital Areas of Intrusion Detection Systems in Wireless Sensor Networks,. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(2), 1223-1237. doi:10.1109/SURV.2012.121912.00006
- Ahlawat, P., & Dave, M. (2018). An attack resistant key predistribution scheme for wireless sensor networks. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.03.002>
- Alzubaidi, M., Anbar, M., Al-Saleem, S., Al-Sarawi, S., & Alieyan, K. (2017). Review on mechanisms for detecting sinkhole attacks on RPLs. In *Information Technology (ICIT), 2017 8th International Conference on*, 369-374. DOI: 10.1109/ICITECH.2017.8080028
- Arshad, J., Azad, M., Amad, R., Salah, K., Alaz, M., & Iqbal, R. (2020). A Review of Performance, Energy and Privacy of Intrusion Detection Systems for IoT. *Electronics*, 9(4), 629. doi:doi:10.3390/electronics9040629
- Beheshti , B. D. (2016). A framework for Wireless Sensor Network security. In *Systems, Applications and Technology Conference (LISAT), 2016 IEEE Long Island*, 1-4). DOI: 10.1109/LISAT.2016.7494109
- Bhushan, B., & Sahoo, G. (2018). Recent advances in attacks, technical challenges, vulnerabilities and their countermeasures in wireless sensor networks. *Wireless Personal Communications*, 2037-2077. doi:<https://doi.org/10.1007/s1127>
- Bogaz Zarpelão, B., Sanches Miani, R., Toshio Kawakani , C., & de Alvareng, S. C. (2017). A survey of intrusion detection in internet of things, *Journal of Network and Computer Applications*, 84, 25-37. doi:ISSN 1084-8045, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.02.009>

- Climent , S., Sánchez, A., Capella, J. V., Meratnia, N., & Serrano, J. J. (2014). Underwater acoustic wireless sensor networks: Advances and future trends in physical, MAC and routing layers, *Sensors*, 795-833
- Duan, J., Yang, D., Zhu, H., Zhang, S., & Zhao, J. (2014). TSRF: A trust-aware secure routing framework in wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 29-36
- Elrawy, M., Awad, A., & Hamed, H. (4 de 12 de 2018). Sistemas de detección de intrusiones para entornos inteligentes basados en IoT: una encuesta. *J Cloud Comp* 7, 21 (2018). *Journal of Cloud Computing*, 7(21). <https://bbibliograficas.ucc.edu.co/2160/10.1186/s13677-018-0123-6>
- Fahny, H. (2016). *Wireless sensor networks concepts, applications, experimentation and analysis*. Cairo: Springer . doi:10.1007/978-981-10-0412-4.
- Gaware, A., & Dhonde, S. B. (2016). A survey on security attacks in wireless sensor networks. In *Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. 2016 3rd International Conference, 536-539. IEEE
- Geetha, S., Uma, N., Dulhare , N., Siva , S., & Sivatha , S. (2018). Intrusion Detection using NBHoeffding Rule based Decision Tree for Wireless Sensor Networks. 2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAECC)(doi: 10.1109/ICAECC.2018.8479483), 1-5
- Gunduz, S., Arslan, B., & Demirci, M. (2015). A Review of Machine Learning Solutions to Denial-of-Services Attacks in Wireless Sensor Networks IEEE. 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Miami,, 150-155. doi: 10.1109/ICMLA. 2015.202
- Gutierrez Portela, F., Almenares Mendoza, F., & Benavides, L. C. (2019). Evaluation of the performance of supervised and unsupervised machine learning techniques for intrusion detection. *IEEE International Conference on Applied Science and Advanced Technology (iCASAT)*, 1-8. doi:10.1109/iCASAT48251.2019.9069538
- Jahandoust, G., & Ghassemi, F. (2017). An adaptive sinkhole aware algorithm in wireless sensor networks. *Ad Hoc Networks*, 59, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2017.01.002>
- Karakaya, A., & Akleyek, S. (2018). A survey on security threats and authentication approaches in wireless sensor networks. . In *Digital Forensic and Security (ISDFS) 2018 6th International Symposium*, 1-4. IEEE. DOI: 10.1109/ISDFS.2018.83
- Khan, K., Mehmood, A., Khan, S., Altaf Khan, M., Iqbal, Z., & Mashwani, W. K. (2020). A survey on intrusion detection and prevention in wireless ad-hoc networks. *Journal of Systems Architecture*, 105(101701). doi:doi.org/10.1016/j.sysarc.2019.101701

- Khan, Z. A., & Herrmann, P. (2019). *Recent advancements in intrusion detection systems for the internet of things. Security and communication networks.* doi:https://doi.org/10.1155 /2019/4301409
- Li, Y., Ren, J., & Wu, J. (2012). Quantitative measurement and design of source-location privacy schemes for wireless sensor networks. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 1302-1311
- Lopez, J., Rios, R., Bao, F., & Wang, F. (2017). Evolving privacy: From sensors to the internet of things. *Future Generation Computer Systems*, 75, 46-57. doi:https://doi.org/10.1016 /j.future.2017.04.045
- Mekelleche, F., & OuldBouamam, B. (2018). Monitoring of Wireless Sensor Networks: Analysis of Intrusion Detection Systems. In 2018 5th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 421-426. DOI: 10.1109/CoDIT.2018. 8394844
- Moom, A. H., Lqbal, U., & Bhat, G. M. (2016). Implementation of node authentication for wsn using hash chains. *Procedia Computer Science*, 89, 90-98. doi:https://doi.org/10.1016/ j.procs.2016.06.013
- Pundir, S., Wazid, M., Singh, D., Das, A., Rodrigues, J., & Park , Y. (2020). Intrusion Detection Protocols in Wireless Sensor Networks Integrated to Internet of Things Deployment: Survey and Future Challenges. *IEEE*, vol. 8, pp. 3343-3363. doi:10.1109/ACCESS. 2019.2962829
- Rueda, R. J., & Talavera P., J. M. (2017). Similitudes y diferencias entre redes de sensores inalámbricas e internet de las cosas: hacia una postura clarificadora. *Revista Colombiana de Computación*, 18(2), 58-74. doi:https://doi.org/10.29375/ 25392115.3218
- Shamshirband, S., Patel, A., Anuar, N. B., Kiah, M. L., & Abraham, A. (2014). Cooperative game theoretic approach using fuzzy Q-learning for detecting and preventing intrusions in wireless sensor networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 228-241 https://doi.org/10.1016/j.engappai.2014.02.001
- Sicari, S., Rizzardi, A., Luigi , A., & Coen-Portisini, A. (2017). Performance comparison of reputation assessment techniques based on self-organizing maps in wireless sensor networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1-15 https://doi.org/10.1155/ 2017/7623742
- Soliman, N., & Sakr. (2012). A comparative performance evaluation of intrusion detection techniques for hierarchical wireless sensor networks. *Egyptian Informatics Journal*, 13(3), 225-238. doi:https://doi.org/10.1016/j.eij.2012.10.003
- Tidjon, L., Frappier , M., & Mammar, A. (2019). Intrusion detection systems: a cross-domain overview. In *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(Fourthquarter 2019), 3639-3681. doi:10.1109/COMST.2019.2922584

- Tomic, I., & McCann, J. (2017). A survey of potential security issues in existing wireless sensor network protocols. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(Issue: 6), 1910-1923. DOI: 10.1109/JIOT.2017.2749883
- Wang, L., Li, J., Cheng, J., Bhatti, U., & Dai, Q. (2018). DoS attacks intrusion detection algorithm based on support vector machine. In *International Conference on Cloud Computing and Security*, 286-297
- Xie, H., Yan, Z., Yao, Z., & Atiquzzaman, M. (04 de 2019). Data collection for security measurement in wireless sensor networks: a survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 2205-2224. doi:10.1109/JIOT.2018.2883403
- Yang, T., Xiangyang, X., Peng, L., Tonghui, L., & Leina, P. (2016). A secure routing of wireless sensor networks based on trust evaluation model. *Procedia computer science*, 1156-1163. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.289>.
- Zkik, K., Orhanou, G., & El Hajji, S. (2017). A new secure framework in WSNs using ECC: Medical application. . In *Engineering and Technology (ICET), 2017 International Conference* , 1-7. DOI: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308144

Procesos generadores de movimientos de remoción en masa tipo avenidas torrenciales y su relación con la geomorfología. Caso: la microcuenca el Guamal (Ibagué-Tolima, Colombia)

Yelena Hernández Atencia
Universidad Cooperativa de Colombia
yelena.hernandez@campusucc.edu.co

Oscar Camilo Valderrama Riveros
Universidad Cooperativa de Colombia
oscar.valderramar@campusucc.edu.co

Jader Muñoz Ramos
Universidad del Tolima,
jmunozra@ut.edu.co

Alexander Álvarez Rosario
Universidad Cooperativa de Colombia
alexander.alvarezr@campusucc.edu.co

Luis Eduardo Peña Rojas
Universidad de Ibagué,
E-mail luis.pena@unibague.edu.co

Resumen

La geomorfología es imprescindible en el análisis de la ocurrencia de Movimientos de Remoción en Masa (MRM) y Avenidas Torrenciales (AT) en las cuencas hidrográficas, por lo cual es imprescindible conocer sus implicaciones en la determinación de la amenaza que estos eventos representan para las comunidades en áreas susceptibles a este tipo de fenómenos. Por esta razón, se desarrolló un estudio en la microcuenca El Guamal, tributaria del río Combeima (Tolima, Colombia), con el fin de relacionar su morfometría, morfogénesis y morfodinámica con la ocurrencia de eventos hidrológicos importantes en la cuenca del Combeima. Se encontró una morfodinámica controlada estructuralmente por la

neotectónica local, la cual imprimió valles en V y pendientes abruptas en las laderas de la parte alta y media de la microcuenca y generó zonas inestables potencialmente productoras de sedimentos. La geomorfología de la microcuenca, junto con los periodos lluviosos, o precipitaciones cortas con alta intensidad atípica, pueden saturar los suelos, incrementar la presión de poros y detonar MRM. Otro escenario posible en estas condiciones es la generación de escorrentía con potencial de movilizar sedimentos hacia los cauces en las partes bajas de la microcuenca y, luego, conformar avenidas torrenciales repentinas. Dichos eventos representan una amenaza importante para las personas y la infraestructura física de la zona, principalmente el centro poblado de Juntas, perteneciente al municipio de Ibagué, Colombia, Suramérica.

Palabras clave: amenaza hidrolimática, Colombia, cuenca hidrográfica, gestión del riesgo, inundación repentina

Generator processes of torrential-flood-type of mass wasting and their relationship with geomorphology. Case: the el Guamal micro watershed (Ibagué-Tolima, Colombia)

Abstract

Geomorphology is essential in the analysis of the occurrence of mass removal movements (MRM) and torrential floods (AT) in watersheds. For this reason, a study was developed in the El Guamal micro watershed, a tributary of the Combeima River (Tolima, Colombia), aiming correlate morphometry, morphogenesis and morphodynamics with the occurrence of important hydroclimatic events in the Combeima basin. A morphodynamic structurally controlled by the local neotectonic was found, which printed V-shaped valleys and abrupt slopes on the geological units' surface into the upper and middle part of the micro watershed, and generated unstable and potentially sediment producer zones. The micro watershed geomorphology, jointed to rainy periods, or shorter but high

atypical intensity rainfalls, may saturate the soils, increase the pore pressure and start a MRM. Other possible scenario on that conditions is the generation of runoff with potential to mobilize sediments to the low river beds and start after sudden torrential avenues. These events represent a significant threat to people and physical infrastructure in the area, mainly Juntas town, belonging to the municipality of Ibagué (Colombia).

Keywords: hydroclimatic hazard, Colombia, watershed, risk management, flash flood.

Introducción

La geomorfología permite describir y dar explicación a los agentes y procesos generadores de formas en la superficie de la Tierra que están estrechamente relacionadas con la generación de movimientos de remoción en masa (MRM) (Alcántara, 2000; Villota, 2005; Leroy, 2020). El desarrollo de formas en el relieve es favorecido por la acción combinada de los sistemas bióticos, las estructuras geológicas, la acción humana (Szabó, Dávid, y Lóczy, 2010), el relieve, el suelo, el clima, los cuerpos de agua y el desarrollo de la red de drenaje, entre otros (Suárez, 2001), en donde la hidrología juega un papel importante y permite definir la cuenca hidrográfica como unidad geomorfológica básica (Breña y Jacobo, 2006; Gámez, 2010; García, 2012;Pineda et ál., 2014;Wahid et al., 2016).

Cuando los aspectos geomorfológicos en la cuenca se combinan con factores como el tiempo de concentración, el volumen de la precipitación, la variabilidad de la descarga, el desarrollo de la red de drenaje, la competencia para el transporte de sedimentos gruesos y la presencia de suelos saturados, entre otros, se favorece la ocurrencia de avenidas torrenciales (AT) (González, 2004), las cuales son miradas desde la geomorfología como un tipo de MRM caracterizado por el flujo rápido de una mezcla caótica de sólidos y agua que pueden desplazarse a grandes velocidades (Caballero, 2011).

En esta dinámica son importantes el clima y el relieve (Olvmo, 2010). Las cantidades de agua de lluvia que fluye como aguas de escorrentía y la que es infiltrada en el suelo, están determinadas directamente por la pendiente (Prieto, 2011; Zhang et ál., 2014; Caldas et al., 2018). A su vez, la pendiente condiciona la distribución de la vegetación, la susceptibilidad a la erosión, la capacidad de uso del suelo y la velocidad de flujo de los materiales que conforman los MRM (CORANTIOQUIA y IGAC, 2014). La morfodinámica en áreas con alta pendiente y poca o nula cobertura vegetal es principalmente erosional y con predisposición a generar AT. Por otro lado, en las regiones planas es agradacional, con arrastre y depositación de materiales e inundaciones en períodos lluviosos (Ramos, Trujillo-Vela y Prada, 2015).

Todo este contexto torna invaluable los trabajos de investigación que apunten a entender los procesos que ocasionan MRM y que aporten en la determinación de la amenaza asociado a estos sobre la infraestructura física y el recurso hídrico en las cuencas hidrográficas. La amenaza debe entenderse como un “peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto, que se puede expresar en forma matemática como la posibilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado” (Cardona, 2003, p. 2). Otros autores la definen como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o antrópico con capacidad de generar daños o pérdidas en un lugar y momento determinado (UNDRO, 1991; Millán, 2005).

Los MRM ocurridos durante los últimos años en la cuenca del río Combeima (Ibagué-Tolima, Colombia) y sus microcuencas constituyentes, han dejado un número importante de personas damnificadas y fallecidas, así como pérdidas millonarias en cultivos y obras civiles (Barrios, 2007; DNP, 2009; IPCC, 2012). En la microcuenca de la quebrada El Guamal, tributaria del río Combeima, se han presentado históricamente MRM importantes que desencadenaron AT e impactaron la infraestructura física en el área, principalmente el centro poblado de Juntas y la bocatoma del acueducto de la ciudad de Ibagué.

Lo que se presenta a continuación son los resultados de un estudio desarrollado con el objeto de relacionar la evolución del paisaje en la microcuenca de la quebrada El Guamal con la amenaza generada por la ocurrencia de eventos hidroclicmáticos importantes que puedan generar MRM que desencadenen AT en la cuenca del río Combeima (Ibagué, Colombia) y, de este modo, evaluar cuantitativamente el valor de la amenaza.

Marco de referencia

Los MRM son movimientos ladera abajo de una masa de rocas, detritos o tierras, por efecto de la gravedad (Cruden y Varnes, 1996), precipitaciones que disminuyan la resistencia al corte del material de la ladera (Guerra et al., 2017), los sismos o el vulcanismo. La ocurrencia de los MRM está asociada a la combinación de diferentes condiciones del terreno relacionadas con la litología y diversos procesos de tipo geomorfológico, estructural e hidrológico.

Cuando se presentan en zonas de paisaje montañoso con pendientes fuertes, los MRM pueden generar AT que conlleven desprendimiento, transporte y depositación de grandes masas de suelo (Suárez, 2001; Montoya, Silva y González, 2009; IDIGER, 2017), por ocurrencia súbita de caudales pico de corta duración y gran velocidad que transitan a lo largo de cauces en cuencas hidrográficas de montaña de tamaño reducido (Hermelín, 2005; Montoya, Silva, y González, 2009). Esta situación llama la atención si se tiene en cuenta el incremento de catástrofes producidas a nivel mundial por eventos naturales (Glade y Crozier, 2005; Banco Mundial, 2012; IPCC, 2012; Capacci y Mangano, 2015; Bevere et al., 2019), relacionados a una de las consecuencias del cambio climático global: el aumento en la frecuencia o intensidad de los fenómenos climáticos extremos (IPCC, 2014; Galindo et al., 2015; Aslam et al., 2018; CEPAL, 2018) sobre áreas con morfología de laderas empinadas (Aristizábal y Yokota, 2006).

En Colombia se producen anualmente MRM que conllevan pérdida de vidas y de tipo económico (Banco Mundial, 2012). De los 3.486 MRM reportados entre los años 1916 y 1998, 548 eventos afectaron el municipio de Ibagué, hecho que lo

convirtió en el tercero más afectado, luego de los municipios de Medellín y Manizales, con reportes de 1.097 y 643 eventos, respectivamente (INGEOMINAS, 2009; DNP, 2009). Estos eventos representaron una amenaza importante para las comunidades asentadas en esta región, por lo que su evaluación es impostergable para que los tomadores de decisiones puedan destinar los recursos requeridos para su prevención, mitigación y control.

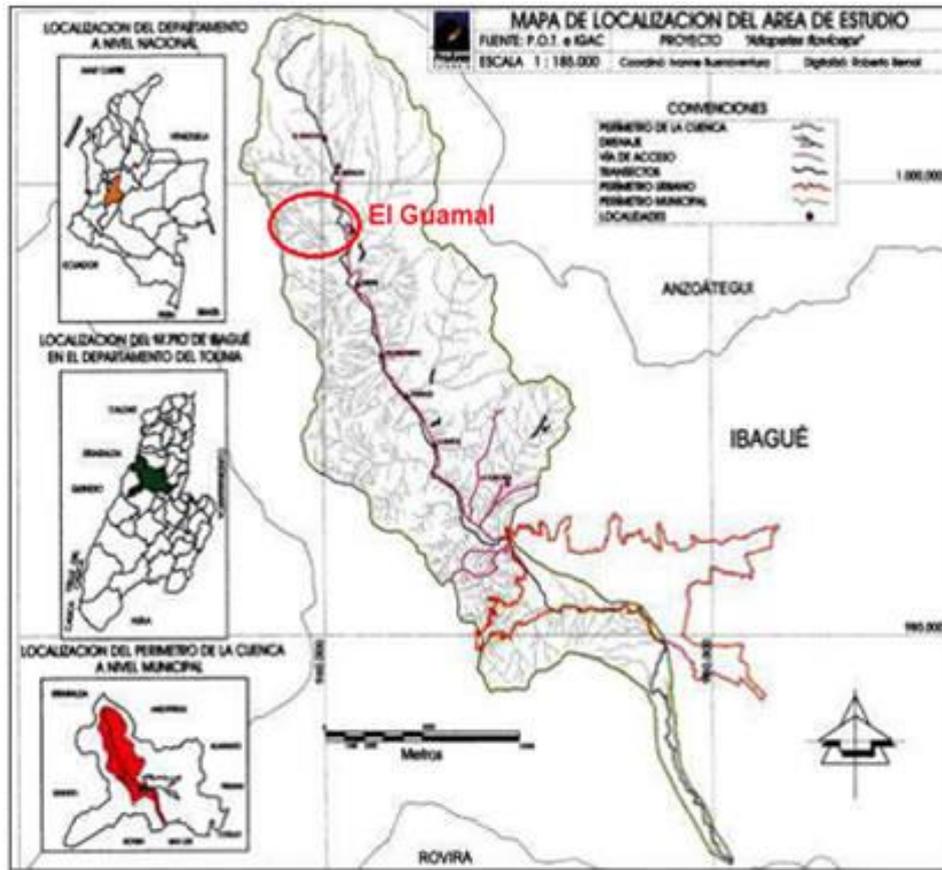
Metodología

El estudio se realizó en la microcuenca El Guamal, constituyente de la cuenca del río Combeima, ubicada en la región centro-occidental de Colombia (ver figura 1). Esta microcuenca ha sido históricamente una de las principales generadoras de AT en la cuenca del río Combeima.

El estudio inició con una revisión de los antecedentes históricos de MRM en la cuenca del río Combeima y la fundamentación teórica de la elaboración de mapas geomorfológicos (Villota, 2005; Robertson, Jaramillo, y Castiblanco, 2013). Durante la revisión se hizo acopio de estudios previos adelantados en la cuenca por INGEOMINAS (2009), Ministerio de Minas y Energía (2003), Moreno y Vergara (1992) y GEOTEC (2012), principalmente. Esta información fue pasada a la base topográfica (escala 1:10.000) producida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se determinaron los índices y variables morfométricas que permiten jerarquizar el drenaje y describir el paisaje geomorfológico en forma cuantitativa (Castillo y Gonzales, 1986; González, 2004; Sunkar y Tonbul, 2011), como la densidad de drenaje (Dd), el índice de forma (Kf), la relación de elongación (Re), el coeficiente de compacidad (Cc) y el tiempo de concentración (Tc), entre otros.

Figura 1

Ubicación de la microcuenca de la quebrada El Guamal (en el círculo) dentro de la cuenca del río Combeima, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia)



Fuente: modificado de DNP (2009)

La información secundaria se validó luego con un trabajo de campo. En este se identificaron las unidades litológicas superficiales y las estructuras geológicas predominantes en la microcuenca. Asimismo, se caracterizaron los procesos morfodinámicos de meteorización, erosión, transporte y acumulación de material en las laderas y el cono de deyección de la quebrada El Guamal.

Los datos colectados durante el trabajo de gabinete y las salidas de campo sirvieron de base para relacionar los parámetros morfométricos de la microcuenca con sus características litológicas, estructurales e hidroclimáticas, con el fin de llegar a conclusiones que no se obtendrían de otra forma en zonas de estudio con datos hidrológicos escasos y, con ellas, evaluar la amenaza por MRM y AT en la microcuenca El Guamal.

Resultados y discusión

Eventos históricos

Los eventos hidrometeorológicos importantes que se han presentado en la microcuenca de la quebrada El Guamal, al igual que sus consecuencias, han sido parcialmente documentados (ver tabla 1).

Tabla 1

Eventos meteorológicos que se han presentado en la microcuenca el Guamal

Fecha	Evento
31/07/85	Deslizamiento y represamiento del río Combeima. Impacto en el centro poblado de Juntas, con 2.361 afectados. Daños en viviendas, servicios públicos, infraestructura vial y cultivos.
04/07/87	Deslizamientos, flujos de escombros e inundaciones que afectaron el centro poblado Pastales (Ibagué, Colombia).
02/07/09	Avalancha que inundó el centro poblado Villa Restrepo (Ibagué, Colombia), con descargas de agua, lodo, piedras y escombros. Además, afectó la vía que conduce a los centros poblados de Villa Restrepo y Juntas (Ibagué, Colombia). Un total de 171 personas damnificadas. 500.000 habitantes de la ciudad de Ibagué estuvieron sin servicio de agua potable durante 3 días.
Años 2010, 2011 y 2012	MRM que generaron AT, afectación en la infraestructura vial de la zona. Afectación en el servicio de agua potable de la ciudad de Ibagué.
22/07/15	Avenidas torrenciales que afectaron el acueducto de la ciudad de Ibagué.
27/09/15	
25/05/18	Desbordamiento

Fuente: DNP (2009)

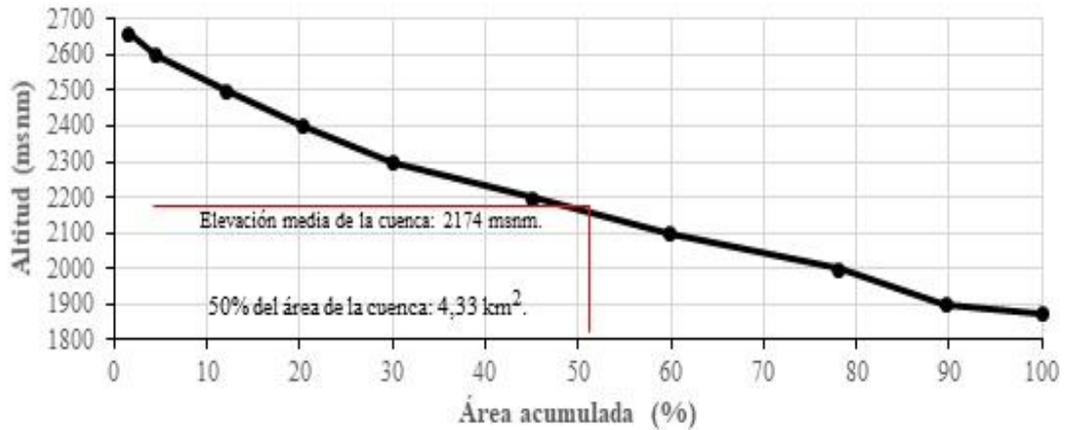
Morfometría de la microcuenca el Guamal

La respuesta hidrológica en la microcuenca puede asociarse a ciertos índices, como el área, la forma, la pendiente y la elevación media, además de las características de su red de drenaje y del cauce principal.

La microcuenca de la quebrada El Guamal tiene un área de 867 ha (8,67 km²), un perímetro de 13,81 km y un cauce principal de 4,8 km de longitud. Las elevaciones máximas, media y mínima en la microcuenca son 2680, 2174 y 1876 msnm, respectivamente (ver figura 2).

Figura 2

Curva hipsométrica de la microcuenca de la quebrada El Guamal (Ibagué, Colombia)



De acuerdo con sus características, se considera que la microcuenca de la quebrada El Guamal es pequeña ($<130 \text{ km}^2$) y con alta probabilidad de presentar, ante eventos meteorológicos no necesariamente extremos, lluvias simultaneas en toda su área, con escorrentía directa hacia los tributarios de diferente orden. Además, en las partes media y alta de la microcuenca existen zonas con pendientes superiores a los 40° , que son características de las cuencas de montaña, en donde se reduce el tiempo de concentración del agua de escorrentía y se incrementa su velocidad.

El coeficiente de compacidad de la microcuenca, que relaciona su perímetro con la circunferencia de un círculo de área igual al área de la microcuenca, fue $C_c = 1,34$. Este coeficiente corresponde a una cuenca con forma oval redonda a oval oblonga, tendiente a concentrar grandes volúmenes de aguas de escorrentía, con alta probabilidad de generar AT. Ello se verifica también con la relación de elongación $Re = 1,46$, que corresponde a una microcuenca poco alargada, con red de drenaje en forma de abanico y un afluente principal corto, en donde la evacuación de agua es rápida y con desarrollo importante de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel base.

La densidad de drenaje es moderada ($Dd = 2,30$), lo que refleja una capacidad aceptable para responder rápido al influjo de la precipitación, es decir, con respuesta hidrológica lenta.

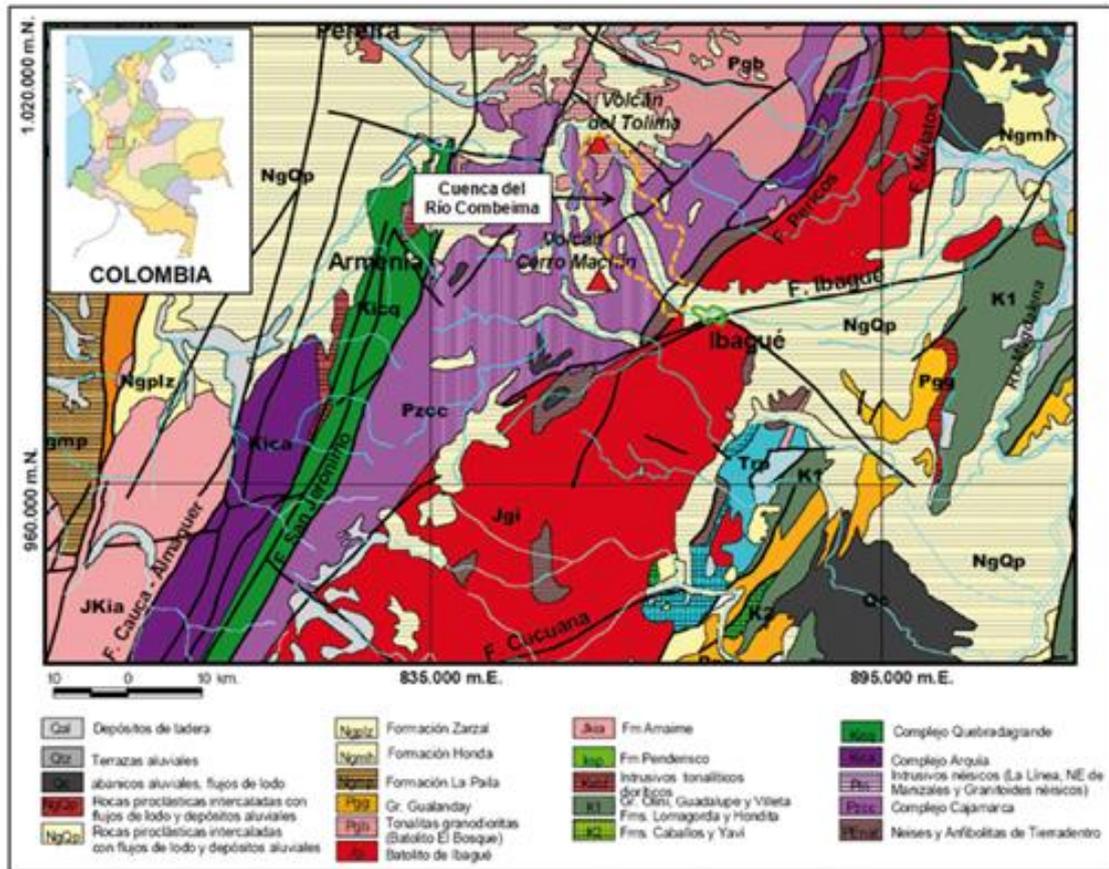
El tiempo de concentración es $T_c = 0,16$ h, lo cual significa que, en circunstancias normales, el tiempo aproximado para desembocar al río Combeima es de aproximadamente 9,6 min.

Morfogénesis de la microcuenca el Guamal

En general, la morfogénesis de la cuenca del río Combeima, al cual tributa sus aguas la quebrada El Guamal, se considera asociada a un fenómeno de erosión remontante hacia su cabecera, donde su fisiografía se caracteriza por presentar vertientes de pendientes fuertes a abruptas, debido a una incisión fluvial en la parte alta como consecuencia directa de la caída del nivel base por causas climáticas o tectónicas (Chen, 2006). Desde el punto de vista estructural, la cuenca del río Combeima presenta deformaciones, asociadas a sistemas de fallas regionales que controlan la actividad tectónica de la región, como el sistema de fallas La Honda, Llanitos, Otú-Pericos y la Falla de Ibagué (ver figura 3).

Figura 3

Mapa del municipio de Ibagué (Tolima, Colombia), en donde se destacan los sistemas de fallas geológicas regionales (La Honda, Otú-Pericos e Ibagué) que controlan la actividad tectónica en la cuenca del río Combeima.



Fuente: modificado de INGEOMINAS (1997)

La microcuenca de la quebrada El Guamal se caracteriza por su relieve montañoso de origen denudacional-estructural, que cubre más del 90% de la cuenca (Figura 4 A) y conforma laderas de alta pendiente topográfica. Ello favorece la incisión profunda de las corrientes fluviales, que se emplazan a lo largo de fallas geológicas y la conformación de depósitos de tipo flujos de rocas y de detritos y abánicos torrenciales en las zonas de baja pendiente topográfica (ver figura 4 B)

Figura 4

Rasgos geomorfológicos de la microcuenca de la quebrada La Colonia, afluente principal de la quebrada El Guamal. A: relieve montañoso en la parte alta de la microcuenca. B: abanico torrencial en la desembocadura a la quebrada El Guamal (Ibagué, Colombia)

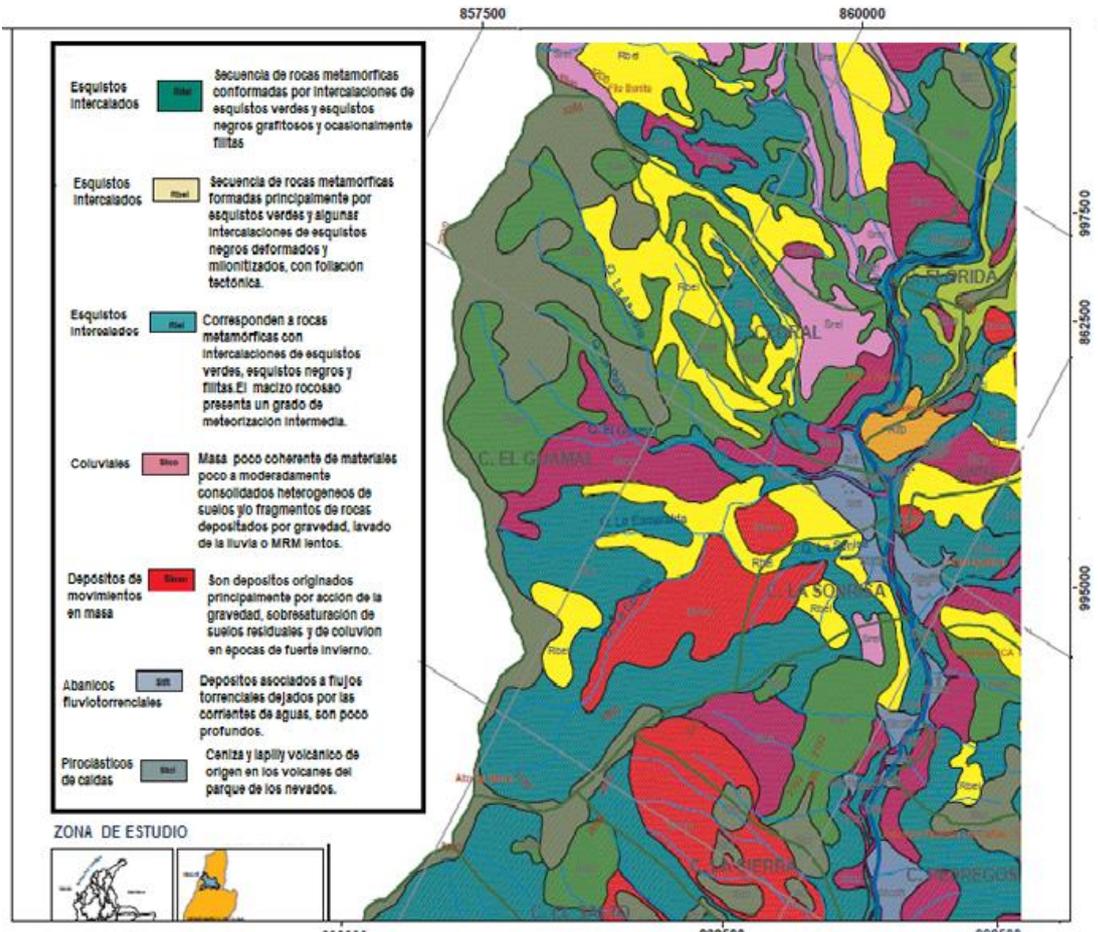


Unidades litológicas superficiales

En la zona de estudio se identificaron cuatro unidades geológicas principales: rocas metamórficas del Complejo Cajamarca, depósitos piroclásticos, depósitos coluviales y cono de deyección de la quebrada El Guamal (ver figura 5).

Figura 5

Representación simplificada de la cartografía geológica de la microcuenca de la quebrada El Guamal (Ibagué, Colombia)



Fuente: Modificado de GEOTEC (2012)

La litología superficial en la microcuenca está dominada por rocas metamórficas tipo esquistos verdes (ver figura 6 A), con intercalaciones subordinadas de esquistos negros (ver figura 6 B) ambas con foliación fina a gruesa y diaclasas medianamente espaciadas, que hacen parte del Complejo Cajamarca y conforman laderas de pendientes media y alta.

La parte alta de la divisoria de aguas está cubierta por depósitos piroclásticos del volcán Cerro Machín, compuestos por lapilli, ceniza volcánica y algunas bombas (cenizas líticas, de cristales y vítreas, lapilli pumítico y piedra pómez), granulométricamente clasificados como arenas limosas y limos, susceptibles a procesos de erosión concentrada.

Figura 6

Afloramientos de esquistos verdes (A) y negros (B) en la parte media de la microcuenca de la quebrada El Guamal (Ibagué, Colombia).



En las partes bajas de las laderas de la microcuenca se observan depósitos coluviales conformados por flujos de rocas y detritos provenientes de zonas falladas con alta pendiente, así como los relictos de diferentes AT, principalmente en la confluencia de la quebrada El Guamal con el río Combeima, en donde se conformó un gran abanico torrencial constituido por fragmentos subredondeados a subangulares de material heterogéneo (ver figura 7)

Figura 7

Abanico torrencial en la confluencia de la quebrada el Guamal y el río Combeima



En los afluentes de la margen derecha de la quebrada El Guamal se cartografiaron zonas de falla con direcciones NE-SW y N-S, las cuales controlan el curso de los drenajes (ver figura 3).

La traza N-S corresponde a la falla La Colonia, que causa intenso fracturamiento a las metamorfitas que conforman el macizo rocoso por donde discurre la quebrada La Colonia (afluente principal de la quebrada El Guamal), con direcciones que van desde N-S hasta E-W y buzamientos entre 25 y 75°. Esta situación, unida a pendientes mayores de 45°, origina procesos de erosión intensa, concentrada localmente en la parte alta de la microcuenca, que luego se transforman en MRM tipo flujos de rocas y detritos en la cabecera y cuenca media (ver figura 8), que depositan los materiales aportados en el cauce.

Eventos como precipitaciones y sismos, entre otros, pueden movilizar los depósitos y activar procesos de AT que transportan los fragmentos y los depositan luego en los abanicos torrenciales que se encuentran en la desembocadura de la quebrada El Guamal, frente al centro poblado de Juntas, o dejarlos a disposición para que las corrientes superficiales los transporten y terminen por afectar la infraestructura física que se encuentra aguas abajo, incluida la bocatoma del acueducto de la ciudad de Ibagué.

Figura 8

Zonas cizalladas y con alta pendiente (> 45°) que causan flujos de rocas y detritos en la cabecera (A) y parte media (B) de la microcuenca de la quebrada La Colonia, afluente de la quebrada El Guamal (Ibagué, Colombia).



Morfodinámica en la microcuenca de la quebrada El Guamal

Debido a la actividad neotectónica regional, en la microcuenca de la quebrada El Guamal se presentan diferentes tipos de zonas inestables (ver figura 9). En el área sobresale una zona con morfodinámica de inestabilidad activa y compleja. Se trata de una gran cárcava semicircular con paredes de alta pendiente y desprovistas de vegetación, que tiene una extensión estimada en 10 ha. Esta se conformó en rocas de muy mala calidad geomecánica, producto del fallamiento del macizo rocoso, a unos 3.100 msnm, en la cabecera de la quebrada La Colonia.

Allí se presentan procesos de erosión intensa y MRM de tipo planar y en cuña, que afectan rocas metamórficas foliadas (esquistos verdes y negros) meteorizadas y muy cizalladas por actividad de la falla La Colonia (ver figura 10 A). Las masas en movimiento se desagregan en forma de flujos de escombros que se deslizan por las laderas y aportan el material que transita luego por el cauce de la quebrada (ver figura 10 B) hasta la confluencia de la quebrada La Colonia con la quebrada Guamal (ver figura 10 C), y luego por el cauce de esta última hasta su desembocadura al río Combeima, a unos 2.000 msnm.

Figura 10

Procesos morfodinámicos en la quebrada La Colonia. A: corona de zona inestable en el nacimiento. B: tránsito y depósito de flujo de detritos. C: zona de tránsito e inicio del abanico torrencial en la desembocadura a la quebrada El Guamal.



Otro sitio con inestabilidad importante es la microcuenca de la quebrada El Placer (otro afluente de la microcuenca de la quebrada El Guamal), cuyas laderas presentan pendientes entre 40° y 50° , en donde se observan procesos de solifluxión evidenciados por escalonamientos superficiales en algunos potreros (ver figura 11).

Figura 11

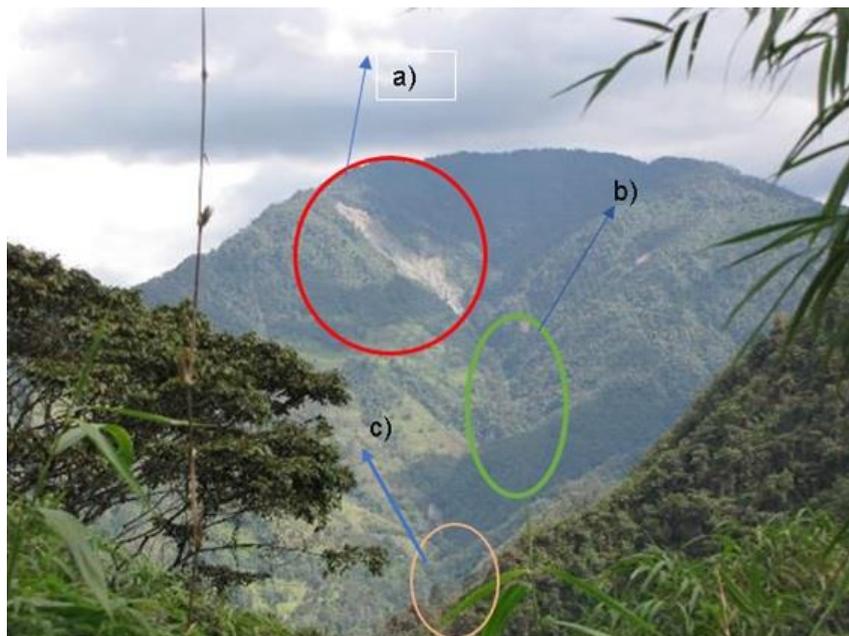
Zonas inestables en afluentes de la microcuenca El Guamal (Ibagué, Tolima). En primer plano, procesos de solifluxión en la margen derecha de la quebrada El Placer. Al fondo, flujos de rocas y detritos sobre la margen izquierda de la quebrada La Colonia.



En este proceso morfodinámico se pueden diferenciar claramente tres zonas: de arranque, de tránsito y de depósito (ver figura 12).

Figura 12

Zonificación de procesos morfodinámicos en la microcuenca El Guamal (Ibagué, Tolima). a) Zona de arranque, b) Zona de tránsito, c) zona de depósito



La zona de arranque se ubica entre las cotas 3.100 y 2.700 msnm, con área estimada de 10 ha. La zona de tránsito comprende una franja que se inicia en la base de la zona de arranque, desde donde se inicia la canalización de los flujos de detritos por el cauce de la quebrada La Colonia y, posteriormente, por la quebrada El Guamal hasta el río Combeima, a unos 2.000 msnm, en un recorrido de alrededor de 1,5 km y un descenso aproximado de 1,0 km. En los flujos de rocas y detritos se observan cantos y bloques angulares de esquisto verde, algo de esquisto negro y cuarcita, embebidos en una matriz de arena, limo, arcillas y agua, para conformar una mezcla íntima que se desplaza rápidamente, con depositación parcial cuando la pendiente disminuye notoriamente y el cauce tiene la amplitud suficiente para permitir el desborde. La zona de depósito del flujo se observa en el tramo final de la quebrada El Guamal, cerca de su desembocadura al río Combeima, área en donde pierde la mayor parte de su energía cinética.

Factores detonantes de las avenidas torrenciales

Según la morfogénesis y la morfodinámica descritas anteriormente, los factores detonantes de los MRM y AT en la microcuenca El Guamal se pueden atribuir a episodios extremos de lluvias que desprenden una gran remoción en masa, o enjambres de remociones pequeñas, en la parte alta de las vertientes, cuyos depósitos pueden generar pequeñas presas que interrumpen el flujo normal del cauce y causar un torrente por ruptura posterior de la barrera. Igualmente, las remociones pueden desencadenarse por movimientos asociados a la sismicidad en la zona.

En la microcuenca de la quebrada el Guamal los datos son escasos, limitados en el tiempo (menos de 40 años) y discontinuos, debido a que las estaciones funcionan por periodos de tiempo, lo que hace necesario apoyar los estudios con información geológica. Además, los registros de AT en la zona están poco documentados, por falta de la instrumentación necesaria

Según los reportes de precipitación media mensual multianual de la estación de Juntas presente en la zona (ver tabla 2), la pluviosidad en la región está caracterizada por presentar dos períodos anuales lluviosos fuertes, entre los meses

abril-mayo y septiembre-octubre, sin embargo, los mayores torrentes no se han correlacionado, necesariamente, con estos. Ello evidencia que la ocurrencia de AT en la microcuenca de la quebrada el Guamal está más relacionada con MRM generados por la actividad tectónica y favorecida por las pendientes abruptas de las laderas, que pueden interrumpir los cauces y generar represamientos. Cuando estos son liberados, al romperse la presa, pueden arrastrar otros materiales y convertirse en torrentes repentinos de fluidos supercríticos conformados por una mezcla heterogénea de agua y materiales sólidos (fragmentos de roca, suelo, madera y cobertura vegetal, entre otros).

Tabla 1

Precipitación (mm) media mensual multianual en el período 1983-2011, para la estación de Juntas (Ibagué-Tolima, Colombia)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total/Año
56,73	74,92	116,98	161,77	174,69	138,99	134,89	126,11	162,71	165,67	122,92	74,21	1.510,67

Fuente: CORTOLIMA (2020)

Según el voz a voz de la población campesina en la zona, las AT en la microcuenca El Guamal han coincidido con fuertes precipitaciones por fuera del periodo lluvioso. Ello sugiere la ocurrencia de lluvias de corta duración pero con intensidades altas atípicas, suficientes para desencadenar los procesos descritos anteriormente. Precipitaciones de este tipo detonaron los eventos recientes que afectaron las ciudades colombianas de Campoalegre (Huila), Mocoa (Putumayo) y Manizales (Caldas) durante los días 22 de febrero de 2017, 01 de abril de 2017 y 19 de abril de 2017, respectivamente.

Así mismo, de los 69 eventos sísmicos en el municipio de Ibagué registrados por la Red Sismológica Nacional entre los meses de junio del año 1993 y junio de 2017, solo cinco tuvieron magnitud local (MI) por encima de 3, en la escala de Richter, con máximo de 3,6 (evento ocurrido el 21 de junio de 2014, a las 12:31 horas, a una profundidad de 180 km). Además, la mayoría de los epicentros fueron localizados al Sur de la Falla de Ibagué, en el Abanico de Ibagué, o en los alrededores del Cerro La Martinica, principalmente hacia su esquina Nororiental. Es decir, son pocos los eventos que tuvieron epicentro en la cuenca del río

Combeima, hecho que descarta la sismicidad como principal detonante de los MRM y AT en la microcuenca El Guamal.

Amenaza asociada a la morfometría de la cuenca

Para la evaluación de la amenaza se utilizó la metodología RVF (Hernández y Arcila, 2016), que usa la expresión:

$$A = Vf \cdot Cia \cdot P$$

Donde:

A: amenaza (adimensional)

Vf: Valor del factor (ver tabla 3)

Cia: Coeficiente de influencia de la amenaza (ver tabla 4)

P: probabilidad de ocurrencia del evento amenazante (adimensional)

Tabla 2

Factores detonantes de la amenaza y su correspondiente valor (Vf) en la microcuenca el Guamal.

Factor	Categoría	Subcategoría	Vf
Pendiente (°)	0° - 3°	Muy plano	1
	3° - 7°	Plano	1
	7° - 12°	Semiondulado	1
	12° - 25°	Ondulado	2
	25° - 50°	Muy ondulado	3
	50° - 75°	Escarpado	4
	75° - 90°	Muy escarpado	5
Precipitación promedio anual (mm)	< 1.000 mm	Muy bajo	1
	1.000 - 1.300 mm	Bajo	2
	1.300 - 1.600 mm	Medio	3
	1.600 - 2.000 mm	Alto	4
	> 2.000 mm	Muy alto	5
Falla geológica activa	Presente	Actividad alta	5
	Presente	Actividad media	3
	Presente	Actividad baja a muy baja	1
Coeficiente de compacidad de la cuenca (Cc, adimensional)	1 - 1,25	Redonda a oval redonda	5
	1,25 - 1,50	Oval redonda a oval oblonga	4
	1,50 - 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	3
	> 1,75	Rectangular oblonga	2
Área de la cuenca (km ²)	Cuenca pequeña	< 130 km ²	5
	Cuenca Grande	> 130 km ²	1
Densidad de drenaje (km/km ²)	Baja	0,1 - 1,8	1
	Moderada	1,9 - 3,6	3
	Alta	3,7 - 5,6	5
Longitud del cauce (km)	Corto	1,69 - 4,17	5
	Mediano	4,18 - 6,65	3
	Largo	6,66 - 9,13	1

Fuente: modificado de Yelena Hernández & Ramírez(2016)

Tabla 3

Valor del factor (Vf) y coeficiente de influencia para la amenaza (Cia)

Factor	Vf	Cia
Pendiente (°)	5	0,89
Precipitación media anual (mm)	5	0,89
Falla geológica activa (presencia, ausencia)	4	0,71
Coefficiente de compacidad (adimensional)	3	0,54
Área (km ²)	4	0,71
Densidad del drenaje (km/km ²)	3	0,54
Longitud del cauce (km)	4	0,71

Fuente: modificado de Hernández & Ramírez (2016)

Si se considera que la probabilidad de ocurrencia es de 1/10, debido a que las AT recientes han ocurrido con un periodo de retorno de 10 años, o menos (se han presentado en los años 1985, 1987, 2009, 2010, 2011 y 2012), se obtiene una $A = 1,95$, que califica la microcuenca El Guamal con amenaza alta de ocurrencia de AT (ver tabla 5).

Tabla 4

Escala para valorar la amenaza

Valor (adimensional)	Calificación
< 0,55	Muy bajo
0,55 - 1,2	Bajo
1,2 - 1,7	Medio
1,7 - 2,4	Alto
> 2,4	Muy alto

Conclusiones

La microcuenca El Guamal se caracteriza por tener forma oval redonda a oval oblonga, con densidad de drenaje moderada y afluente principal corto, factores que le confieren evacuación rápida de agua y un desarrollo importante de energía cinética capaz de movilizar sedimentos hacia el nivel base de erosión.

En los afluentes de la margen derecha de la quebrada el Guamal, (quebradas la Colonia y El Placer) se han cartografiado trazos de la falla orientados NE-SW y S-N, que controlan la dirección de estos afluentes.

La falla S-N causa un intenso fracturamiento del macizo rocoso presente en la quebrada La Colonia, de donde provienen los flujos de detritos y rocas que han formado un abanico aluvial en la confluencia de la quebrada el Guamal con el río Combeima y pone en riesgo el centro poblado de Juntas.

El tamaño (1 km de largo por 800 m de ancho) del abanico aluvial en la desembocadura de la quebrada el Guamal evidencia que esta quebrada es el afluente de mayor torrencialidad de la cuenca del río Combeima.

Los eventos de remoción en masa y avenidas torrenciales en la microcuenca son generados a partir de procesos morfodinámicos intensos que complementados con precipitaciones atípicas de corta duración y alta intensidad fuera de los períodos lluviosos del año son favorecidos por la morfología escarpada en la parte alta de la microcuenca y el incremento de la presión de poros por saturación de agua, que desencadenan en remociones en masa por la movilización de los sedimentos ladera abajo, las cuales generan represamientos transitorios que al romperse ocasionan AT súbitas.

La microcuenca presenta pendientes promedios mayores de 30°, por lo cual tiene mayor probabilidad de generar procesos erosivos ante eventos extremos de precipitación y mayor probabilidad de generar eventos tipo avenidas torrenciales.

El tiempo de concentración es de 9,6 minutos y una densidad de drenaje moderada, lo que permite considerar que en la cuenca se generan importantes volúmenes de escurrimiento, con una respuesta hidrológica rápida al tener un cauce principal corto, la pendiente del cauce hace pensar en una alta velocidad de esorrentía, en precipitaciones intensas con importantes volúmenes de agua que generan fuerzas importantes de arrastre y por el tipo de material de la zona altamente fracturado aumenta la probabilidad de avenidas torrenciales.

El valor calculado para la amenaza es de 1,95 lo que coloca la microcuenca en una escala de amenaza alta por avenidas torrenciales con base en sus características morfométricas, lo que da un tiempo de reacción muy corto frente a

estas, por lo cual es pertinente un análisis detallado de la vulnerabilidad de la infraestructura física de la zona y de la evaluación del riesgo asociado a estas (amenaza y vulnerabilidad) que permitan a los tomadores de decisiones destinar los recursos públicos en la prevención, mitigación y control de los MRM tipo AT, que protejan la vida de las personas de los centros poblados ubicados en la cuenca del río Combeima del cual la quebrada el Guamal es afluente.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo prestado por el geólogo José Heyley Vergara Sánchez y los estudiantes del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia María Fernanda Gutiérrez y Giovanni Pinales Agudelo, durante el trabajo de campo.

Referencias

- Alcántara Ayala, L. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas*, 1(41). <https://doi.org/10.14350/rig.59101>
- Aristizábal, É., & Yokota, S. (2006). Geomorfología aplicada a la ocurrencia de deslizamientos en el Valle de Aburra. *Dyna*, 73(149), 5–16.
- Aslam, A. Q., Ahmad, I., Ahmad, S. R., Hussain, Y., Hussain, M. S., Shamshad, J., & Zaidi, S. J. A. (2018). Integrated climate change risk assessment and evaluation of adaptation perspective in southern Punjab, Pakistan. *Science of the Total Environment*, 628–629, 1422–1436. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.129>
- Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. *Sistema Nacional de Información Para La Gestión Del Riesgo de Desastres*, 438. <https://doi.org/333.3109861/A56>
- Barrios, M. (2007). *Evaluación integral del riesgo por avenidas torrenciales, caso villa Restrepo, Ibagué- Tolima*. (March). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27125.58088>
- Bevere et al. (2019). Catástrofes naturales y siniestros antropógenos en 2018: los riesgos «secundarios» pasan a primer plano. *Sigma*, (2). Retrieved from https://www.swissre.com/dam/jcr:3bfla9ae-d013-49ee-90a8-0e1a3174fd50/sigma2_2019_es.pdf

- Caballero, J. (2011). Las Avenidas Torrenciales: Una Amenaza Potencial En El Valle De Aburrá. *Revista Gestión y Ambiente*, 14(3), 45–50. Retrieved from http://www.bdigital.unal.edu.co/6118/1/Gest._y_Amb._Vol.14,_no._3.pdf
- Caldas, A. M., Pissarra, T. C. T., Costa, R. C. A., Neto, F. C. R., Zanata, M., Parahyba, R. da B. V., ... Pacheco, F. A. L. (2018). Flood vulnerability, environmental land use conflicts, and conservation of soil and water: A study in the Batatais SP municipality, Brazil. *Water (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/w10101357>
- Capacci, A., & Mangano, S. (2015). Las catástrofes naturales. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 35–51. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50206>
- Cardona, O. D. (2003). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo “Una crítica y una visión necesaria para la gestión.”*
- Castillo, V. & Gonzales, S. (1986). Caracterización morfológica de los paisajes fluviales madrileños. *Papeles de Geografía*, 11, 53–62. Retrieved from [file:///F:/MUSICA/42191-184601-1-PB\(1\).pdf](file:///F:/MUSICA/42191-184601-1-PB(1).pdf)
- CEPAL. (2018). *Situación de las estadísticas e indicadores de eventos extremos y desastres*. 42. Retrieved from https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/2018-06-2areu-expertos-ea-4_2-cepal-pleonard.pdf
- Chen, C. &. (2006). Retrogressive erosion and longitudinal profile evolution in noncohesive material. *International Journal of Sediment Research*, 21(2), 113–122.
- CORANTIOQUIA, & IGAC. (2014). *Estimación y elaboración cartográfica de amenazas por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa con el uso de tecnologías geoespaciales. Documento de Avenidas Torrenciales*. 38.
- CORTOLIMA. (2020). Caracterización climatológica de la subzona hidrografica del río Totare. *Cortolima*, 1–117. Retrieved from https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/2020/POMCA_TOTARE/CARACTERIZACION_CLIMATOLOGICA.pdf
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides: investigation and mitigation. Chapter 3-Landslide types and processes. *Transportation Research Board Special Report*, 247(247), 76. Retrieved from <https://trid.trb.org/view.aspx?id=462501%0>
https://www.researchgate.net/publication/269710355_CrudenDM_Varnes_DJ_1996_Landslide_Types_and_Processes_Special_Report_Transportation_Research_Board_National_Academy_of_Sciences_24736-75
- DNP. (2009). Estrategias de mitigación del riesgo en la cuenca del río Combeima para garantizar el abastecimiento de agua en la ciudad de Ibagué. *Documento Conpes*, 3570, 54. <https://doi.org/http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Galindo, L. M., Samaniego, J., Alatorre, J. E., Carbonell, J. F., Reyes, O., & Sánchez, L. (2015). *Ocho tesis sobre cambio climático y el desarrollo sostenible en América Latina*. 39. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39840/S1501211_es.pdf?sequence=1
- García, W. (2012). El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica. *El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica*, 3(4), 22. Retrieved from http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-JuanDiego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/SistemaCuencaHidrografica.pdf
- GEOTEC. (2012). *Zonificación de amenaza y riesgo cuenca del río Combeima*. 14–64.
- Glade, T. & Crozier, M. J. (2005). The nature of landslide hazard and impact. *The nature of landslide hazard and impact*. In: Glade, T., Anderson, M.G., Crozier, M.J. (Eds) *Landslide Hazard and Risk*.
- González, A. I. (2004). *Análisis morfométrico de la cuenca y de la red de drenaje del río zandorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas*. No 38, 311–329. Retrieved from <http://age.ieg.csic.es/boletin/38/17IBISATE311-329.pdf>
- Guerra et al. (2017). Slope processes, mass movement and soil erosion: A Review. *Pedosphere*, 27(1), 27–41. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60294-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60294-7)
- Hermelín, P. & (2005). La avenida torrencial del río Tapartó (Antioquia) 1993. *Desastres de Origen Natural En Colombia 1979-2004*, 109–120.
- Hernández, Y., & Arcila, R. (2016). *Redalyc. Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia*.
- Hernández, Yelena, & Ramírez, H. (2016). Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(2), 111–128. <https://doi.org/10.18359/rcin.1800>
- IDIGER. (2017). *Proyecto Actualización componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial*. Retrieved from [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/4-DOCUMENTO-TECNICO-DE-SOPORTE/Gestion del Riesgo. Amenazas AT Urbano Rural.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/4-DOCUMENTO-TECNICO-DE-SOPORTE/Gestion%20del%20Riesgo.%20Amenazas%20AT%20Urbano%20Rural.pdf)
- INGEOMINAS. (1997). *Atlas geológico digital de Colombia*. Bogota D.C.
- INGEOMINAS. (2009). Zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo en la cuenca del río Combeima, Ibagué, Tolima. Unidades Geológicas superficiales. *Ingeominas*, 38 p.

- Ippc. (2012). *Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático*. Retrieved from https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf
- Ippc. (2014). *Climate Change 2014*. 1(October), 27–31.
- Leroy, S. A. G. (2020). Natural Hazards, Landscapes and Civilizations. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818234-5.00003-1>
- Millán, J. A. (2005). Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgo en el nivel municipal. *Banco Mundial*. Retrieved from <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/10/guia-reduccion-y-prevencion-de-riesgos.pdf>
- MINISTERIO, M. Y. E. (2003). *Glosario Técnico Minero*. 168. Retrieved from <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Montoya, L., Silva, S., & González, J. E. (2009). Evaluación de zonas de amenaza por avenidas torrenciales utilizando metodologías cualitativas. Caso de aplicación a la quebrada Doña María. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(30), 11–29. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15/v8n15a02.pdf>
- Moreno & Vergara. (1992). *Estudio geológico geotécnico de la cuenca del río Combeima* (INGEOMINAS, Ed.). Retrieved from <https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13005>
- Olvmo, M. (2010). Review of denudation processes and quantification of weathering and erosion rates at a 0.1 to 1 Ma time scale. *Svensk Kärnbränslehantering AB, TR-09-18*(June), 541–545.
- Pineda, N., Espinosa, L., Ochoa, R., Palacio, J., Flores, P., & Balderas, M. (2014). IX Reunión Nacional de Geomorfología. *Geomorfología: Experiencias de Investigación En México*, págs. 193.
- Prieto Rodríguez, C. C. (2011). *Metodología para la evaluación de riesgos por deslizamientos en líneas de conducción de hidrocarburos*. 276. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/5335/>
- Ramos C, A. M., Trujillo-Vela, M. G., & Prada S, L. F. (2015). Análisis descriptivos de procesos de remoción en masa en Bogotá. *Obras y Proyectos*, (18), 63–75. <https://doi.org/10.4067/s0718-28132015000200006>
- Robertson, K. G., Jaramillo, O., & Castiblanco, M. A. (2013). Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM*, 88. Retrieved from <http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Niveles/Definiciones.pdf>

- Suárez, J. (2001). Erosión en masa – Flujos y avalanchas. *Control de Erosión En Zonas Tropicales*, 167–192.
- Sunkar, M., & Tonbul, S. (2011). Hydrographic analysis of Iluh River (Batman) in relation to flood and torrent events. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 19, 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.167>
- Szabó, J., Dávid, L., & Lóczy, D. (2010). Anthropogenic geomorphology: A guide to man-made landforms. In *Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms*. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0>
- Wahid, A., Madden, M., Khalaf, F., & Fathy, I. (2016). Análisis geoespacial para determinar las características hidromorfológicas y evaluar las inundaciones potenciales en llanuras costeras áridas: Caso de estudio en el suroccidente de Sináí, Egipto. *Earth Sciences Research Journal*, 20(1), E1–E9. <https://doi.org/10.15446/esrj.v20n1.49624>
- Zhang et al. (2014). Analysis of rainfall infiltration law in unsaturated soil slope. *ScientificWorldJournal*. <https://doi.org/10.1155/2014/567250>

Comparativo técnico de componentes y usos de los recubrimientos en yeso comercializados en las zonas de insumos para construcción en Bucaramanga

Fredy Angarita Reina
Universidad Cooperativa de Colombia
fredy.angarita@campusucc.edu.co

José David Arias García
Universidad Cooperativa de Colombia
josed.arias@campusucc.edu.co

Pedro Alberto Arias Quintero
Universidad Cooperativa de Colombia
pedro.ariasq@ucc.edu.co

Alfredo Gómez Navarro
Universidad de La Paz
alfredo.gomez@unipaz.edu.co

Luis Gabriel Castellanos Hernández
Universidad Cooperativa de Colombia
luisgabriel.castellanos@campusucc.edu.co

Resumen

El yeso es un mineral de origen sedimentario que está constituido por sulfato de calcio con dos moléculas de agua ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y tiene una alta presencia en distintos algunos países que al pasar diferentes procesos se crea un producto de contextura polvorienta o viscosa y es usado para el revestimiento, mampostería, reforzamiento estructural, etc. Ofrece acabados limpios y estéticos con bajo costo en comparación con otros materiales como el mármol y gracias a los avances tecnológicos e investigaciones se han incorporado aditivos y otros componentes para mejorar sus propiedades y características como el fraguado, densidad, retención de agua y la resistencia, aislamiento y durabilidad por mencionar algunas. A pesar de los usos que se le puede dar por su composición química y presentación es un elemento de contaminación para la humanidad y el medio ambiente, debido a

esto se propone crear un comparativo técnico de los productos a base de yeso que son comercializados en Bucaramanga y su área metropolitana, en las construcciones, con el objetivo de especificar si cumple con las normas de salud ocupacional y ambiental que se requieren para que no represente un perjuicio para el ser humano. Dicho comparativo se desarrolló mediante la consulta y recopilación de las fichas técnicas y hojas de seguridad de cada producto segmentándolos por la composición y se condensó en un cuadro comparativo para evidenciar las propiedades que lo componen junto con sus usos, haciendo énfasis en propiedades y/o componentes que representan riesgos para el medio ambiente y ser humano.

Palabras clave: productos a base de yeso, investigación de mercado, análisis técnico, riesgo ambiental.

Technical comparison, of components and uses of plaster coatings marketed in the construction supplies areas in Bucaramanga

Abstract

Gypsum is a mineral of sedimentary origin that is made up of calcium sulfate with two molecules of water ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and has a high presence in different countries that when passing different processes creates a product with a dusty or viscous texture and is used for cladding, masonry, structural reinforcement, etc. It offers clean and aesthetic finishes with low cost compared to other materials such as marble and thanks to technological advances and research, additives and other components have been incorporated to improve its properties and characteristics such as setting, density, water retention and resistance. insulation and durability to name a few. Despite the uses that it can be given due to its chemical composition and presentation, it is an element of contamination for humanity and the environment, due to this it is proposed to create a technical comparison of the products based on gypsum in the constructions that are commercialized. in Bucaramanga and its metropolitan area in order to specify if it complies with the occupational and environmental health standards that are

required so that it does not represent a harm to human beings. Said comparison will be developed by consulting and compiling the technical sheets and safety sheets of each product, segmenting them by composition and will be condensed into a comparative table to show the properties they make up along with their uses, emphasizing properties and / or components they represent risks to the environment and human beings.

Keywords: gypsum-based products, market research, technical analysis, environmental risk

Introducción

El yeso como material de construcción es considerado uno de los insumos con más alta presencia, de hecho, se tiene constancia de que en el siglo IX a.C en Catal-Huyukg (Turquía) el yeso se utilizaba como materia prima en la realización de revestimientos; desde entonces a lo largo de la historia de la humanidad ha sido usado como materia prima en los revestimientos (del Río Merino et al., 2002) y con los avances tecnológicos de materiales se han diversificado sus usos y aplicaciones, pasando del revestimiento al refuerzo, estructuración y mampostería. Adicionalmente, cuenta con alta compatibilidad con otros materiales como cemento, cal, aditivos que permiten mejorar algunas propiedades como la resistencia, dureza, capacidad de aislamiento térmico, aislamiento acústico, impermeabilización. En contraste con sus bondades y aplicaciones, el yeso es un factor de contaminación y un riesgo para los usuarios debido a su procedencia, la cual parte de la extracción de cantera a cielo abierto o subterráneas, para ser triturado, pasar por hornos o marmitas y finalmente molido para llegar el producto pulverulento como es normalmente conocido que al recibir agua nuevamente se forma una pasta que al secarse vuelve al estado rígido con un acabado liso.

Por estos procesos de fabricación puede generar contaminación y afectaciones a las personas que intervienen bien sea en la extracción o la deshidratación que, generalmente, se hace en calderas o marmitas, debido a factores de riesgos como la proyección de partículas, la emanación de vapores, por

mencionar algunos, lo que ha llevado a que se creen normas para asegurar un proceso más limpio y controlado. Pero a raíz de esto y teniendo en cuenta la creciente preocupación por el cuidado de los recursos naturales que son cada vez más escasos nace la interrogante por parte de los autores si los productos que son comercializados en Bucaramanga y su área metropolitana cumplen con los requerimientos necesarios para que desde su composición, su uso no represente un riesgo para el medio ambiente y al ser humano en el corto y mediano plazo.

Por tanto, planteada la interrogante se hace un proceso investigativo con el objetivo de revisar la formulación de estuco en polvo que existe en el mundo que cumplan las normas de salud ocupacional y ambiental y los controles que se generan a la aplicación de este, partiendo de una descripción sobre la metodología de investigación pasando a una descripción general del yeso y el desarrollo del proceso comparativo, el cual se realiza desde el aspecto técnico tomando como base las fichas técnicas y hojas de seguridad de los distintos fabricantes para segmentar en tres grandes tipos de producto y realizar un análisis general de sus propiedades como complemento se realizará otro detallado por cada producto consultado.

Metodología de investigación

Para el desarrollo del comparativo técnico se usó una investigación documentada de información primaria y secundaria, la cual consistió en 4 fases: búsqueda, recopilación, análisis e interpretación de datos de los diferentes productos para los recubrimientos calcáreos y para acabados en la construcción que son comercializados en Bucaramanga y su área metropolitana.

El alcance de la investigación se centra en la búsqueda de los diferentes productos calcáreos como recubrimientos en yeso con sus aplicaciones, especificaciones y compuestos, con el fin de indagar sobre el cumplimiento con lo requerido en materia ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST) en el sector construcción y los posibles riesgos que acarrearán el uso continuo en el corto, mediano y largo plazo.

Fase 1: búsqueda de información

La investigación inicia con una búsqueda explorativa en las diferentes páginas web de las empresas especializadas en comercializar productos e insumos para la construcción, filtrando aquellos que son categorizados como yesos o recubrimientos.

Fase 2: recopilación de información

Comprende la recopilación de las fichas técnicas y hojas de seguridad de cada uno de los productos encontrados.

Fase 3: análisis de información

A partir de las fichas técnicas se crea una base de consulta donde se estableció algunas características y propiedades que pueden brindar información para responder la pregunta de investigación.

Fase 4: interpretación de datos

Se realizan valoraciones de acuerdo con los análisis del comparativo técnico realizado entre los segmentos y productos basado en yesos consultados.

Generalidades

El yeso de construcción se le denomina al producto pulverulento procedente de la cocción de la piedra de yeso o aljez, la cual es una roca de origen sedimentario de precipitación química, constituida por cloruros y sulfatos de calcio, magnesio y potasio, muy abundante en la naturaleza, formada de la evaporación del agua de mar en las eras secundarias y terciaria (del Río Merino et al., 2002). El mineral básico está compuesto de sulfato de calcio químicamente combinado con agua de cristalización ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), donde el agua combinada representa el 20% del peso del mineral de yeso, lo que le da al yeso la capacidad de resistir al fuego y ser adaptable para la construcción (USG Corporation, 2000).

Comercialmente es usado para una gran variedad de aspectos en construcción como lo son en pavimentos, mampostería como mortero, albardilla, piedra bruta para muros, cielos rasos, enlucidos como refuerzo o cadena de atado e incluso para la técnica del tapial que en general se hace con tierra arcillosa (Construdeco, 2019). Las diferentes aplicaciones son producto de la implementación en distintas proporciones de extracción y proceso de molienda, mandíbulas, cocción (hornos rotatorios o marmitas).

En el plano internacional se pueden apreciar normas de referencia para la composición del yeso, en las que se establecen las características física y químicas que deben cumplir los diferentes tipos de yesos, en la tabla 1 se puede apreciar una descripción general de una línea de estos productos.

Tabla 1

Propiedades y usos acabados de yeso en España

Nombre	Usos	Propiedades químicas		Propiedades físicas	Trabajabilidad
		Índice pureza (CaSO ₄ 1/2 H ₂ O) (%min)	Retención en el tamiz 0`2 UNE 7.050 (%max)			Resistencia mecánica (mínima en kgp/cm^{2})	Min. En pasar líquido al plástico Duración del estado(mín. minutos)
<i>Yeso Grueso</i>	Revestimiento interior y conglomerante auxiliar de obra	75 50		20	8 10
<i>Yeso fino</i>	Enlucidos, refilos, blanqueos sobre revestimientos interiores	80 15		25	8 10
<i>Yeso prefabricado</i>	Ejecución de elementos prefabricados de tabiquería	85 30		30	8 10
<i>Escayola</i>	Ejecución de elementos prefabricados para techos y tabiques	90 5		30	8* 10
<i>Escayola especial</i>	Ejecución de elementos prefabricados para techos, bovedilla, placas y paneles para tabiques	92 1		35	8* 10
<i>Yeso aligerado</i>	Recubrimiento interior con optimización en aislamiento térmico o protección contra el fuego	50 --		5	20
<i>Yeso de alta dureza</i>	Recubrimiento interior con mejores prestaciones en dureza superficial	50 --		61	20

Nombre	Usos	Propiedades químicas Índice pureza (CaSO ₄ 1/2 H ₂ O) (%min) Retención en el tamiz 0'2 UNE 7.050 (%max)	Propiedades físicas Resistencia mecánica (mínima en kgp/cm ²)	Trabajabilidad Mín. En pasar líquido al plástico Duración del estado(mín. minutos)
<i>Yeso de terminación</i>	Yeso libre de partículas gruesas que impedirían el logro de una superficie de acabado liso	50 15	--	50
<i>Yeso de construcción de proyección mecánica</i>	Conglomerante aplicado en máquina de proyección con la capacidad de satisfacer múltiples especificidades como alta dureza, aislamiento térmico y protección al fuego	50	20	50

- Nota. Adaptado de: del Río Merino et al. (2002). *El yeso materia prima para revestimiento continuos interiores*. Madrid: A.T.E.D.Y.
- Nota 2. Para tener un mayor periodo de trabajabilidad, los yesos especificados pasan por un fraguado controlado que se denomina de clase lenta.

Los anteriores corresponden a unos tipos de yeso establecido en España, siendo 5 en total entre yeso y escoyolas con dos tipos de fraguado (normal y controlado), los cuales están recogidos en el pliego de recepción de yesos del año (RY-85), que hacen referencia a las normas UNE 102-010 y UNE 102-011. Las características se determinan en los ensayos realizados según normas UNE 102-031 y UNE 102-032 (del Río merino, y otros, 2002).

En Colombia se encuentran distintas compañías que fabrican y comercializan el yeso, distribuido a lo largo del territorio; algunos realizan su comercialización en almacenes de grandes superficies para construcción como los Homecenter, las marcas más conocidas, como Sika y Corona, que cuentan con renombre internacional y yesor, la yesería están presentes en el plano nacional

Segmentación de recubrimientos comercializados en Bucaramanga

Los recubrimientos de yeso que son comercializados en Bucaramanga y el área metropolitana ofrecen una amplia gama de soluciones en materia de construcción desde lo estructural hasta acabados y superficies. Proporcionando características adicionales como alta resistencia, impermeabilización, aislamiento acústico, aislamiento térmico y protección contra el calor.

Las marcas de referencia y líneas de estos productos cuentan con renombre a nivel nacional e internacional y son ofrecidos desde almacenes de grandes superficies de materiales de construcción con envergadura regional y nacional hasta ferreterías de barrio con un alcance más local. Los diferentes recubrimientos de base en yeso se encuentran en diferentes estados como polvo deshidratado o masilla, compuestos con diferentes aditivos, características y aplicaciones, por lo que se agrupan en tres grandes segmentos en función de su composición fisicoquímica, la cual se observa a continuación:

Mortero

Es una mezcla homogénea de un material cementante, material de relleno, agua y en algunas ocasiones aditiva. Se considera como un hormigón sin agregado grueso. De acuerdo con su endurecimiento se distinguen dos tipos: los aéreos que se endurecen al aire al perder agua por secado y fraguan lentamente por un proceso de carbonatación y los hidráulicos o acuáticos que endurecen bajo el agua (Gutiérrez de López, 2003).

Entre los materiales que lo constituyen pueden ser: calcáreos; donde interviene como aglomerante y se distingue si son aéreos e hidráulicos, de cal y cemento; son usados cuando se desea gran trabajabilidad, alta resistencia y buena retención de agua y en yeso; es preparado con yeso hidratado con agua, tiene contenido variable, según el grado de cocción, calidad y finura de molido del yeso, es menos resistente que otros, el tiempo promedio empieza a fraguar es 5 minutos y termina aproximadamente 15 minutos (Gutiérrez de López, 2003).

Aplicaciones

Sustituto del repello tradicional con facilidades de aplicación para acabados en ambientes interiores y en diferentes tipos de mampostería (ladrillo común, ladrillo farol, estructural, bloques hormigón, prefabricados, concreto vaciado en ambientes interior) para fijar elementos de obras. (Impadoc S.A, 2014).

Productos

Este segmento de producto derivado del yeso se puede encontrar en algunas marcas que gozan de renombre a nivel nacional, pero se aprecia en el mercado una mayor oferta de los yesos puros y para estuco, los productos y marcas encontrados son recopilados en las tablas 2 y 3, que se muestran a continuación:

Tabla 2

Producto mortero

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Rellonolisto Interiores Gris	Impadoc S.A	Mortero en polvo	Cali y Bogotá	
Panel Max 90	Yesos y caolines del caribe S.A	Masilla en polvo derivada del sulfato de calcio semihidratado	Barranquilla	

Nota. Adaptado de: Impadoc S.A. (2014). *Rellonolisto Interiores gris*. Obtenido de Sistema de acabados para interiores: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2019/05/EMV-024-Rellonolisto-Intr-Gris.pdf>; *Ficha técnica*. Obtenido de Masilla en polvo para DRYWALL Panel Max 90: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-MASILLA-PANEL-MAX-90.pdf>

Tabla 3*Continuación producto mortero*

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Plastersand	Yesos Colombia	Revestimiento tipo mortero a base de minerales y yesos naturales	Ibagué	

Nota. Adaptado de: Yesos Colombia. (2017). *Plastersand ecológico*. Obtenido de Carta Tecnica: <http://yesoscolombia.com/fichas/PLASTERSAND%20ECO%20-%20Ficha%20Tecnica.pdf>; Yesos & caolines del caribe s.a. (2019).

Yeso

El producto industrial derivado del yeso recibe el mismo nombre del mineral y como se ha mencionado anteriormente proviene del aljez o piedra de yeso, la cual está constituida principalmente por sulfato de calcio con dos moléculas de agua, denominándose sulfato de calcio dihidrato o simplemente dihidrato. La piedra es triturada por maquinaria como molinos de rodillos, machacadoras de mandíbulas entre otro, el tamaño de grano se determina por el método o sistema del siguiente proceso, el cual es cocción en los que se destaca los hornos rotatorios, hornos de caldera (marmitas) y autoclaves. Tras la cocción se muele finamente para conseguir una granulometría correcta (del Río Merino et al., 2002).

De acuerdo con tiempo de cocción y molienda forma distintos productos como la escayola de construcción el cual proviene del sulfato de calcio con $\frac{1}{2}$ molécula de agua químicamente se llama sulfato de calcio hemihidrato o semihidrato y se obtiene al pasar el aljez por una cocción con temperatura entre 150 °C y 180 °C. En cambio, si pasa por una temperatura mayor esto provocara que se desprenda la $\frac{1}{2}$ molécula de agua formando sulfato de calcio anhidro o anhidrita (del Río Merino, y otros, 2002).

Aplicaciones

Para la construcción se destacan dos tipos de yeso, especialmente, los formulados, el primero es llamado yeso blanco, el cual es usado para acabado de interiores, mampostería y algunas obras pequeñas y, por lo general, se puede apreciar recubrir las paredes y molduras se debe a que ofrece acabados liso, parejo, moldeable y decorativo. Por otro lado, el yeso negro es usado para la construcción estructural, por lo general se usa para erigir tabiques y reforzar paredes (Yesos Ruyser, 2016).

Los albañiles han apostado por el uso del yeso de forma igualitaria para interiores como exteriores en viviendas o construcciones, pero al encontrar la desintegración frente al agua se fue reduciendo su función para el interior. Aunque puede englobar un número considerable de distintos usos como aplanados, emboquillados, perfiles decorativos, tableros o paneles de yeso, cielo raso, pavimentos, mampostería como mortero y enlucidos (Construdeco, 2019). También se considera un producto compatible con otros materiales como porcelana y mármol (en placas, trozos y polvos) logrando que el yeso adquiera entre otras características como aumento del aislamiento térmico, acústico, protección contra el fuego y acabados mucho más lujosos (Yesos Ruyser, 2016).

Productos

Por sus amplias utilidades dentro de la construcción se puede apreciar una gran oferta del yeso de alta pureza superior al 50% como insumo para mampostería, estuco, entre otros. En las tablas 4, 5 y 6 se encuentran recopiladas las distintas ofertas de dicho producto en Bucaramanga y su área metropolitana.

Tabla 4

Producto yeso

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Yeso Escayola Modelo	Corona	Yeso hemidrato	Medellín	

Nota. Adaptado de: *Materiales & pinturas Corona. (2013). Ficha tecnica Escayola Modelo. Obtenido de <https://usermanual.wiki/Pdf/EscayolaModeloBlancoFichaTecnica182101001.2105017724/view>;*

Tabla 5

Producto yeso continuación

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Yeso Maestro Reforzado	Yesos Colombia	Yeso de alta pureza	Ibague, Girardot, Uribía la guajira	
Yeso Pirámide	Calcareos S.A.	Yeso deshidratado	Barranquilla	

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Yeso Extra-Colombia	Yesos Colombia	Yeso hemidrato o Escayola	Ibagué	

Nota. Adaptado de: *Yesos Colombia. (2017). Ficha técnica Yeso maestro reforzado. Obtenido de Ficha técnica Yeso maestro reforzado: <http://yesoscolombia.com/fichas/Ficha%20Tecnica%20Yeso%20Maestro%20Reforzado%202019-01-2017.pdf>, Calcareos S.A. (s.f.). Yeso piramide. Obtenido de https://calcareos.com/pp_yeso_piramide.php, Yesos Colombia. (2015). Yeso Extra Colombia. Obtenido de http://yesoscolombia.com/fichas/yextra_colombia.pdf*

Tabla 6

Segunda continuación productos yeso

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Yeso Maravilla-Modelo	Corona	Yeso de mediana pureza para estuco	Sabaneta	
Yeso Pijao	Yesos Colombia	Yeso de mediana pureza para estuco	Tocancipá	
Escayola Fraguado Lento Tipo 1 – Pirámide	Calcareos S.A	Yeso hemidrato o Escayola	Barranquilla	

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
SUPER ESCAYOLA FRAGUADO RÁPIDO TIPO 1-PIRÁMIDE	Calcareaos S.A	Yeso rehidrato	Barranquilla	

Nota. Adaptado de: Materiales & pinturas Corona. (2013). *Ficha tecnica Yeso maravilla- modelo*. Obtenido de <http://www.rodipinturas.com/assets/files/yeso-maravilla-blanco-ficha-tecnica-181351001-1-1456680480.pdf>, Yesos Colombia. (s.f.). *Ficha tecnica Yeso maestro de primera (AAA) - Yeso Pijao (AA)*. Obtenido de <http://yesoscolombia.com/fichas/YESO%20PIJAO.pdf>, Calcareaos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Escayola piramide*. Obtenido de http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_escayola.pdf. Y Calcareaos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Super Escayola Piramide*. Obtenido de http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_super_escayola.pdf

Estuco

El estuco es una de las aplicaciones más usadas del yeso, consiste en una pasta de grano fino compuesta por cal, yeso, cemento y en algunas ocasiones arena de mármol y pigmentos naturales. Es un material muy versátil que favorece el moldeado y tallado de formas, se puede aplicar sobre distintas superficies como cemento, yeso o madera, adicionalmente se puede añadir diferentes tintes aumentando las posibilidades artísticas y decorativas. Es de fácil mantenimiento con solo aplicar agua es suficiente para quitar manchas, tiene gran durabilidad y resistencia su vida útil varía de 50 a 70 años, su textura es sueva, lujosa y brillante, valoriza las edificaciones donde se haya usado y es más económico con respecto a otros materiales como mármol y piedra aunque es más costosa que la pintura o madera y para su aplicación se debe contar con mano de obra especializada y la superficie debe ser uniforme y bien terminada (Homeppy, 2020).

Por todas las posibilidades que brinda en los terminados las compañías han optado por diseñar y fabricar la mezcla lista para la venta y no los componentes para ser combinados, aunque algunos expertos prefieren preparar la mezcla por lo que en el mercado se puede conseguir el producto o sus componentes. Este producto cuenta con dos presentaciones una en polvo, la cual se debe preparar con agua y la otra la pista lista para su aplicación denominada estuco plástico (Construya fácil, 2020).

Aplicaciones

Existen diferentes técnicas de aplicación y cada una deriva en diferentes resultados según el acabado que le quiera dar el usuario. Entre los cuales se destaca: Estucado en frío, estucado imitación a piedra, estucado en caliente, estucado al Tirol de Baviera, estucado al Tirol aplanado, estucado liso, estucado raspado (MN del Golfo, 2020) (Fachadas Geniel, 2019). Cada una de variaciones de aplicación dan diferentes acabados y la escogencia de uno es de acuerdo a las exigencias del usuario, por lo que el mercado ha diseñado diferentes líneas de estuco para revestimiento con el fin de satisfacer las necesidades de los constructores, teniendo así una oferta variada y completa, dicho producto se pueden conocer en el punto siguiente.

Productos

En la oferta de los distintos productos calcáreos de estuco están los que contienen una base similar de composición; su distinción radica en los aditivos que incluyen en la fabricación para ofrecer características como aislamiento, refuerzo estructural, impermeabilización, dureza entre otras. Los diferentes productos y marcas que son comercializados en Bucaramanga y el área metropolitana son recopilados en las tablas 7, 8, 9 y 10.

Tabla 7

Producto estuco

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estucotrio Blanco	Yesos y caolines del caribe S.A	Estuco a base de yeso fino de color blanco	Barranquilla	

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estucolista	Impadoc S.A	Estuco en polvo a base de yeso	Cali Sibaté	
Impaextuco	Impadoc S.A	Estuco plástico en polvo	Cali Bogotá Santamarta	

Nota. Adaptado de: Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Ficha técnica Estuco trio blanco*. Obtenido de <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-ESTUCO-TRIO-BLANCO-INTERIOR.pdf>; Impadoc S.A. (2014). *Ficha tecnica Estucolista*. Obtenido de <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/estucolista.pdf> y Impadoc S.A. (2014). *Impaextuco*. Obtenido de *Ficha tecnica Impaextuco*: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/impaextuco.pdf>

Tabla 8

Continuación producto estuco

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Impaextuco	Impadoc S.A	Estuco plástico en polvo	Cali Bogotá Santamarta	
Estucol F	Yesos Colombia	Estuco para enlucido a partir de yeso, caolines especiales y aditivos	Ibagué	

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estucol F Plástico	Yesos Colombia	Estuco para enlucido a partir de yeso, y aditivos importados	Bogotá Uribea Girardot	
Estucor Estuco Listo	Corona	Estuco en polvo a base de yeso con agregados y aditivos	Medellín	

Nota. Adaptado de: Impadoc S.A. (2014). *Impaextuco*. Obtenido de Ficha tecnica Impaextuco: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/impaextuco.pdf>; Yesos Colombia. (2017). *Carta tecnica Estucol F-4*. Obtenido de [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20(1).pdf); Yesos Colombia. (2015). *Carta técnica Estucol F plastico*. Obtenido de [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20(1).pdf) y Materiales & pinturas Corona. (2016). *Estucor Estuco listo*. Obtenido de <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-listo/p/estucor-estuco-listo>

Tabla 9

Segunda continuación producto estuco

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estucor Max	Corona-Sumicol	Estuco en polvo premezclado	Medellín	
Estukados	Sika	Estuco blanco de yeso para capa gruesa y pulimento	Medellín Vía girón Tocancipá	

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estuka Acrílico	Sika	Estuco plástico	Tocancipá	
Estuco Trio Acrílico Exterior	Yesos & caolines del caribe S.A	Estuco preparado con resinas acrílicas y aditivos	Barranquilla	

Nota. Adaptado de: Materiales & Pinturas Corona. (2016). *Ficha técnica Estucor Estuco MAX*. Obtenido de <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-max/p/311031001>; Sika. (2018). *Hoja de datos del producto*. Obtenido de Sikawall Estukados: https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/sikawall_estukados.pdf; Sika. (Noviembre de 2017). *Ficha técnica Estuka Acrílico*. Obtenido de https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/1/estuka_acrilico.pdf y Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Estuco trio acrílico exterior*. Obtenido de Ficha técnica: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/05/FICHA-T%C3%89CNICA-ESTUCO-TRIO-ACR%C3%8DLICO-EXTERIOR.pdf>

Tabla 10

Otros productos estuco en masilla

Nombre del Producto	Marca	Clase y Presentación	Origen	Referencia
Estucor Estuco Plástico	Corona	Masilla acrílica de pre-acabado	Medellín	
Estuco Profesional Interior/Exterior	Pintuco	Masilla plástica de alta blancura para uso interior y exterior	Medellín	

Nota. Adaptado de: Materiales & pinturas Corona. (2019). *Estucor Estuco Plastico*. Obtenido de <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-plastico/p/318021001> y Pintuco. (2018). *Estuco profesional interior/ exterior*. <https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/01/estuco-profesional-interior-y-exterior-pintuco-pdf.pdf>

Diferenciación de características técnicas de cada segmento en Bucaramanga

La información consultada proviene de las fichas técnicas de cada producto en los que aparte de mencionar la forma de usar y sus aplicaciones contiene las propiedades físicas y químicas. Estos datos son los que presentan más diferencias ente cada uno de ellos debido a que son autónomos en cuanto a las propiedades a informar y las unidades, llevando a realizar un trabajo minucioso en cuanto a dar uniformidad a los datos para ser comparados.

Como se mencionó en el numeral anterior teniendo en cuenta la composición, apariencia y aplicación de los diferentes productos de recubrimiento basados en el yeso se agruparon en 3 grandes segmentos siendo mortero, yeso puro y estuco. A continuación, se hará un comparativo técnico entre cada uno de los aspectos técnicos de cada uno de ellos y se agruparon en la tabla 11.

Tabla 11

Características técnicas por segmento

Característica Técnica	Mortero	Yeso Puro	Estuco Polvo	Estuco Masilla
Color	Blanco-Gris	Blanco	Blanco	Blanco-terso
Rendimiento	1.5- 5 kg/m ²	1.5 kg/m ²	0.8-1.5 kg/m ²	1-15 kg/m ²
Pureza	95%	85 -95%	52	No especifica
Estabilidad	4-6 meses	6 meses-2 años	3-6 meses	8-12 meses
Densidad	63,7 gr/ft	62,5 g/lt	55,7 g/lt	6,98 kg/gal-1.82 g/cm ³
Resistencia a la Compresión Kgr/Cm²	97	55-200	85	No especifica
Tiempo de Fraguado	15- 90 min	3 – 55 min	10-60 min	1-24 h
Consistencia	82.5 (cc por H2O por 100 gr de yeso)	63-82.5 (cc por H2O por 100 gr de yeso)	75 (cc por H2O por 100 gr de yeso)	50-70 rpm (viscosidad a 25 °C)
Textura	Polvo fino	Polvo fino	Polvo fino	Masilla o pasta viscosa

Característica Técnica	Mortero	Yeso Puro	Estuco Polvo	Estuco Masilla
VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	Algunos libres de cementos y aditivos, pero la mayoría no refiere	Poco cuentan con la medición de 0.00 de g/l de voc	Referencias con Mediciones de Voc 0.00 G/L	La mayoría presenta medición de la presencia de Voc por < 350 Gr/L y < 20 g/L
EPPS	Guantes, tapabocas para polvo, careta	Guantes, tapabocas para polvo, careta	Protección facial, protección de manos, corporal y respiratoria	Máscara auto filtrante para gases y vapores, protección de manos, protección visual, corporal y calzado de trabajo
Presentación	Saco o polipropileno de 23-25 kg	Bolsa polipropileno de 5-25 kg	Bolsa polipropileno de 5-25 kg	Bolsa 1 kg, Tarro 1.2-6.2 kg, Galón 6 kg, Balde 15 kg, caja 20 kg, caneca 30 kg y cuñete 33.6 kg
Usos	Mampostería, estuco, pañete, drywall, paneles prefabricados	Fabricar moldura, decoraciones, acabados, cielos rasos, cornisas, friso tizas, figuras, estuco, revoques	Enlucido paredes, acabado, estuco de pulimento, estuco de relleno, revoques, repellos o pañetes	Mampostería sin pañete, paneles de fibrocemento, revestimiento para acabados sobre pañetes, frisos, repellos o revoques, resanes en superficies estucadas, pintadas o morteros

Nota. Adaptado de: Impadoc S.A. (2014). *Rellenolisto Interiores gris*. Obtenido de Sistema de acabados para interiores: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2019/05/EMV-024-Rellenolisto-Intr-Gris.pdf>; *Ficha técnica*. Obtenido de Masilla en polvo para DRYWALL Panel Max 90: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-MASILLA-PANEL-MAX-90.pdf>; Impadoc S.A. (2014). *Impaextuco*. Obtenido de Ficha técnica Impaextuco: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/ impaextuco.pdf>; Yesos Colombia. (2017). *Carta tecnica Estucol F-4*. [http://yesoscolombia.com/fichas/ ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20(1).pdf); Yesos Colombia. (2015). *Carta técnica Estucol F plástico*. Obtenido de [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20(1).pdf) y Materiales & pinturas Corona. (2016). *Estucor Estuco listo*. <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-listo/p/estucor-estuco-listo>; Materiales & pinturas Corona. (2019). *Estucor Estuco Plastico*. <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-plastico/p/318021001> y Pintuco. (2018). *Estuco profesional interior/ exterior*. <https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/01/estuco-profesional-interior-y-exterior-pintuco-pdf.pdf>

Los valores presentados corresponden a rangos nominales que se pueden encontrar en cada uno de los productos de los segmentos agrupados. Los productos en polvo la mayoría son comercializados en sacos o bolsa de polipropileno de 25 kg otra propiedad similar es el rendimiento, aunque está muy ligado al grosor de las capas que el usuario aplica adicionalmente cuentan con aplicaciones similares puesto que el yeso es un insumo para la mezcla de morteros y estuco. La mayor

diferencia radica en el tiempo de fraguado inicial siendo el yeso que tiene un tiempo más corto aproximadamente 3 min y el estuco en su presentación de masilla más largo 1 hora.

En términos ambientales algunos han apostado por bajar compuestos contaminantes como el índice de compuestos orgánicos volátiles, los cuales son unos químicos tóxicos que son emitidos por los productos al momento de secarse pero no presentan alguna otra propiedad o característica que permita identificar si su fabricación es ecológicamente sostenible y aquellas que presentan un avance en este sentido lo transmiten en precios más altos que lleva al mercado a que no se estimule a comprarlos, así mismo en materia de seguridad y salud en el trabajo ante salud ocupacional hacen especial hincapié en los implementos necesarios para su utilización, advirtiendo sobre los problemas que conlleva la inhalación de estos productos pero más allá de la advertencia no se ha desarrollado algún compuesto o aditivo que disminuya la proporción que pueda ser absorbida por el usuario, en el numeral siguiente se hará una descripción de cada uno de los productos con énfasis en destacar las fortalezas y debilidades en materia ambiental y seguridad.

Identificación de componentes técnicos específicos de cada producto.

Los productos que agrupan los 3 segmentos contienen una lista de propiedades físicas-químicas, además de disposiciones de seguridad que son recopilados entre las tablas 12 hasta la 15 formando una base de información para un análisis comparativo más detallado y exhaustivo en relación con el realizado en el numeral anterior sobre las disposiciones de seguridad y cuidado del medio ambiente que poseen los diferentes productos con base en el aspecto técnico.

Tabla 12

Comparativo técnico detallado

Producto	Segmento Tipo	Rendimiento	Tiempo Fraguado	VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	Elementos de Seguridad	Medidas Ambientales y Seguridad
Relleno Listo Interior Gris	Mortero	1.3-14 kg/m ²	25-35 min	No libre de voc	Guantes y tapabocas para polvo	No refiere
Plastersand Ecológico	Mortero	1.5 - 5 kg/m ²	15 – 30 min	No libre de voc	Caretta, guantes y gafas	Libre cementos e ingredientes nocivos
Masilla Panel Max 90	Mortero	0.35-0.55 kg/m ²	No refiere	No libre de voc	Guantes, gafas y respiradores para polvos	No refiere
Escayola Modelo	Yeso calcinado o escayola	Refiere densidad de 0.8 g/cm ³	6 – 30 min	0.00 g/l	Protección respiratoria, guantes, mangas protectoras y gafas	Sigue procedimientos iso 14001 pero su uso continuo puede generar efectos crónicos y agudos respiratorios
Yeso Maestro Reforzado	Yeso de alta pureza	1.5 kg/m ²	15-30 min	No libre de voc	Caretas, guantes y gafas	Libre cementos e ingredientes nocivos
Yeso Pirámide	Yeso deshidratado parcialmente	Refiere densidad de 750 g/lit y resistencia 55 kgr/cm ²	3 – 2 min	No libre de voc	No refiere	No refiere
Yeso Extra-Colombia	Yeso escayola	Refiere densidad de 63.5 gr/lit y resistencia 92 kgr/cm ²	20 – 58 min	No libre de voc	No refiere	No refiere

Nota. Adaptado de: Impadoc S.A. (2014). *Rellenolisto Interiores gris*. Obtenido de Sistema de acabados para interiores: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2019/05/EMV-024-Rellenolisto-Intr-Gris.pdf>; *Ficha técnica*. Obtenido de Masilla en polvo para DRYWALL Panel Max 90: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-MASILLA-PANEL-MAX-90.pdf>; Yesos Colombia. (2017). *Plastersand ecológico*. Obtenido de Carta Técnica: [http://yesoscolombia.com/fichas/PLASTERSAND%20 ECO%20-%20Ficha%20Tecnica.pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/PLASTERSAND%20ECO%20-%20Ficha%20Tecnica.pdf) ;Yesos & caolines del caribe s.a. (2019); *Materiales & pinturas Corona*. (2013). *Ficha técnica Escayola Modelo*. [https://usermanual.wiki/Pdf/EscayolaModelo BlancoFichaTecnica182101001.2105017724/view](https://usermanual.wiki/Pdf/EscayolaModelo%20BlancoFichaTecnica182101001.2105017724/view) y Yesos Colombia. (2017). *Ficha técnica Yeso maestro reforzado*. Obtenido de *Ficha técnica Yeso maestro reforzado*: <http://yesoscolombia.com/fichas/Ficha%20Tecnica%20Yeso%20Maestro%20Reforzado%202019-01-2017.pdf>.

Tabla 13

Continuación comparativo técnico detallado

Producto	Segmento Tipo	Rendimiento	Tiempo Fraguado	VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	Elementos De Seguridad	Medidas Ambientales Y Seguridad
Yeso Extra-Colombia	Yeso escayola	Refiere densidad de 63.5 gr/lit y resistencia 92 kgr/cm ²	20 – 58 min	No libre de voc	No refiere	No refiere
Yeso Maravilla Modelo	Yeso de mediana pureza para estuco	1.4-1.6 kg/m ²	5 – 45 min	0.00 g/L	Protección respiratoria, guantes, mangas protectoras y gafas	Sigue procedimientos iso 14001 pero su uso continuo puede generar efectos crónicos y agudos respiratorios
Yeso Pijao	Yeso de mediana pureza para estuco	Refiere densidad de 55.7 gr/lit y resistencia 85 kgr/cm ²	15 – 30 min	No refiere	No refiere	No refiere
Escayola Fraguado Lento Tipo 1 – Pirámide	Yeso hemidrat o o escayola	Refiere densidad de 625 g/lit y resistencia 95 kgr/cm ²	3.5 –20 min	No refiere	No refiere	No refiere
Super Escayola Fraguado Rápido Tipo 1- Pirámide	Yeso rehidrato	Refiere densidad de 625 g/lit y resistencia 95 kgr/cm ²	1.5-20 min	No refiere	No refiere	No refiere
Estucotrio Blanco	Estuco a base de yeso	0.8 – 1 kg/m ²	10 – 15 min	No refiere	Guantes, gafas y respiradores para polvos	No refiere

Nota. Adaptado de: Calcareos S.A. (s.f.). *Yeso piramide*. Obtenido de https://calcareos.com/pp_yeso_piramide.php, Yesos Colombia. (2015). *Yeso Extra Colombia*. Obtenido de http://yesoscolombia.com/fichas/yextra_colombia.pdf; Materiales & pinturas Corona. (2013). *Ficha tecnica Yeso maravilla- modelo*. Obtenido de <http://www.rodipinturas.com/assets/files/yeso-maravilla-blanco-ficha-tecnica-181351001-1-1456680480.pdf>, Yesos Colombia. (s.f.). *Ficha tecnica Yeso maestro de primera (AAA) - Yeso Pijao (AA)*. Obtenido de <http://yesoscolombia.com/fichas/YESO%20PIJAO.pdf>, Calcareos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Escayola piramide*. Obtenido de http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_escayola.pdf; Calcareos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Super Escayola Piramide*. Obtenido de http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_super_escayola.pdf y Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Ficha técnica Estuco trio blanco*. Obtenido de <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-ESTUCO-TRIO-BLANCO-INTERIOR.pdf>

Tabla 14

Segunda continuación comparativo técnico detallado

Producto	Segmento Tipo	Rendimiento	Tiempo Fraguado	VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	Elementos de Seguridad	Medidas Ambientales Y Seguridad
Estucolisto	Estuco en polvo a base de yeso	1.3 kg/m ²	15 – 19 min	No refiere	No refiere	No refiere
Impaextuco	Estuco plástico en polvo	1.2 kg/m ²	15 – 30 min pulimento 30 – 60 min capas de llenados	No refiere	No refiere	No refiere
Estucol F	Estuco para enlucido a base de yeso, caolines y aditivos	1.5 kg/m ²	20 – 30 min	No libre de voc	Careta, guantes y gafas	Recomienda mezclar en lugares ventilados
Estucol F Plástico	Estuco para enlucido a partir de yeso, y aditivos importados	1.5 kg/m ²	20 – 30 min	No libre de voc	Careta, guantes y gafas	Recomiendo mezclar en lugares ventilados
Estucor Estuco Listo	Estuco en polvo a base de yeso con agregados	1.4 – 1.6 kg/m ²	> 50 min	0.00 g/L	Protección respiratoria, guantes y gafas	Sigue procedimientos iso 14001 pero su uso continuo puede generar efectos crónicos y agudos respiratorios
Estucor Max	Estuco en polvo premezclado	1.4 – 1.6 kg/m ²	> 40 min	0.00 g/L	Protección respiratoria, guantes y gafas	Sigue procedimientos iso 14001 pero su uso continuo puede generar efectos crónicos y agudos riñones y cutáneos

Nota. Adaptado de: Impadoc S.A. (2014). *Ficha técnica Estucolisto*. Obtenido de <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/estucolisto.pdf> y Impadoc S.A. (2014); *Impaextuco*. Obtenido de *Ficha técnica Impaextuco*: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/impaextuco.pdf>; Impadoc S.A. (2014). *Impaextuco*. Obtenido de *Ficha técnica Impaextuco*: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/impaextuco.pdf>; Yesos Colombia. (2017). *Carta técnica Estucol F-4*. Obtenido de [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20(1).pdf); Yesos Colombia. (2015). *Carta técnica Estucol F plástico*. Obtenido de [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20(1).pdf) y Materiales & pinturas Corona. (2016) y *Estucor Estuco listo*. Obtenido de <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-listo/p/estucor-estuco-listo> y Materiales & Pinturas Corona. (2016).

Tabla15

Tercera continuación comparativo técnico detallado

Producto	Segmento Tipo	Rendimiento	Tiempo Fraguado	VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	Elementos De Seguridad	Medidas Ambientales Y Seguridad
Estukados	Estuco blanco de yeso	1 – 1.2 kg/m ²	25 – 45 min	0 %	Protección facial, protección de manos, corporal y respiratoria	No se recomienda verter en el suelo, vías fluviales y tuberías
Estuka Acrílico	Estuco plástico pata interior y exterior	1 – 2 kg/m ²	1 – 3 horas	< 350 gr/L	Protección ojos, protección manos, protección pies no requiere medidas especiales de protección respiratoria y corporal	Se hace mención en evitar la dispersión del material en el suelo, vías fluviales, las tuberías y alcantarillas, aunque aclaran que no deberían generar residuos peligrosos.
Estuco Trio Acrílico Exterior	Estuco preparado con resinas acrílicas y aditivos	10 a 12 m por cuñete Densidad 2.22 g/cc	No refiere	No libre de voc	Guantes de caucho, gafas de protección	No recomienda verter residuos por alcantarillado o fuentes de agua
Estucor Estuco Plástico	Masilla acrílica de pre-acabado	3 – 5 gl /m ²	2 – 3 horas	< 20 g/L	Máscara auto filtrante para gases y vapores, protección de manos, protección visual, corporal y calzado de trabajo	Recomienda no dejar residuos en suelos y no verter en alcantarillado o fuentes de agua
Estuco Profesional Interior/Exterior	Masilla plástica de alta blancura para uso interior y exterior	2 – 4 m ² / gal	2 – 6 horas	< 15 g/L	Guantes, gafas de seguridad y protección respiratoria	Contiene bajo nivel de voc, se hace mención en evitar verter el producto en cuerpos de agua

Nota. Adaptado de: Sika. (2018). *Hoja de datos del producto*. Obtenido de Sikawall Estukados: https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/sikawall_estukados.pdf; Sika. (Noviembre de 2017). *Ficha técnica Estuka Acrílico*. Obtenido de https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/1/estuka_acrilico.pdf; Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Estuco trio acrílico exterior*. Obtenido de Ficha técnica: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/05/FICHA-T%C3%89CNICA-ESTUCO-TRIO-ACR%C3%84DLICO-EXTERIOR.pdf>; Materiales & pinturas Corona. (2019). *Estucor Estuco Plastico*. Obtenido de <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-plastico/p/318021001> y Pintuco. (2018). *Estuco profesional interior/exterior*. Obtenido de <https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/01/estuco-profesional-interior-y-exterior-pintuco-pdf.pdf>

Compuestos volátiles orgánicos

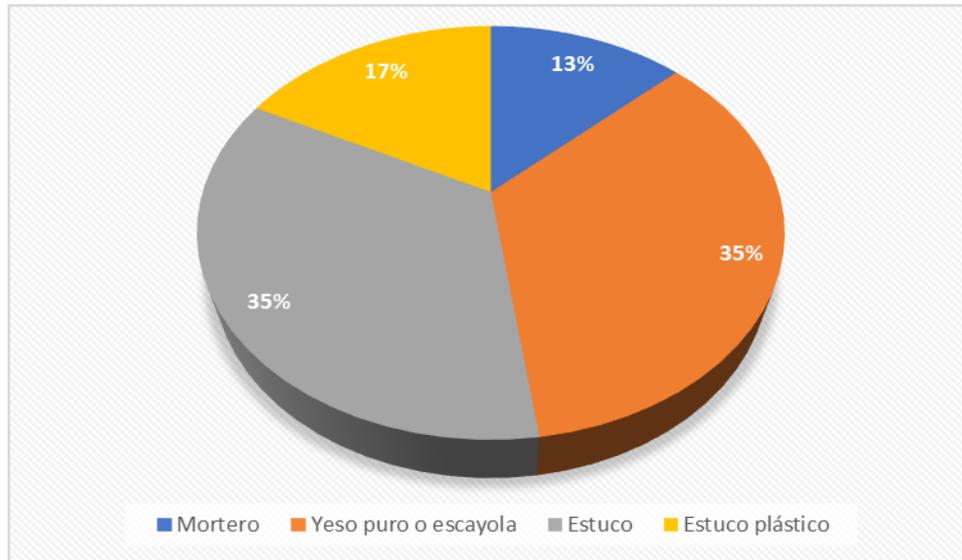
En rasgos generales la mayoría de los productos hacen recomendaciones de seguridad similares y sugieren la misma clase de medidas de protección para el usuario, unos lo hacen con más detalle que otros. Cada producto cuenta con una variedad de aplicaciones relacionadas con acabados en la construcción, aunque algunos como el mortero pueden ser usados para mampostería y labores estructurales. Entre sus diferencias se aprecia que el tiempo de fraguado varió entre las presentaciones en polvo y en masilla pasando de 30 min a 1 hora aproximadamente.

Resultados

Luego de realizar la búsqueda y recopilación de la información técnica de cada uno de los productos más representativos que son comercializados en Bucaramanga y su área metropolitana, se seleccionaron 23 productos y se segmentaron en 3 categorías de acuerdo con su composición de yeso y aplicación. Basándose en las fichas técnicas de cada uno se hallaron unas propiedades comunes como densidad, rendimiento, tiempo de fraguado, encontrando densidades similares y tiempos variables entre las presentaciones en polvo y de masilla. El porcentaje de participación por cada uno de los segmentos se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Segmentación por tipo de producto

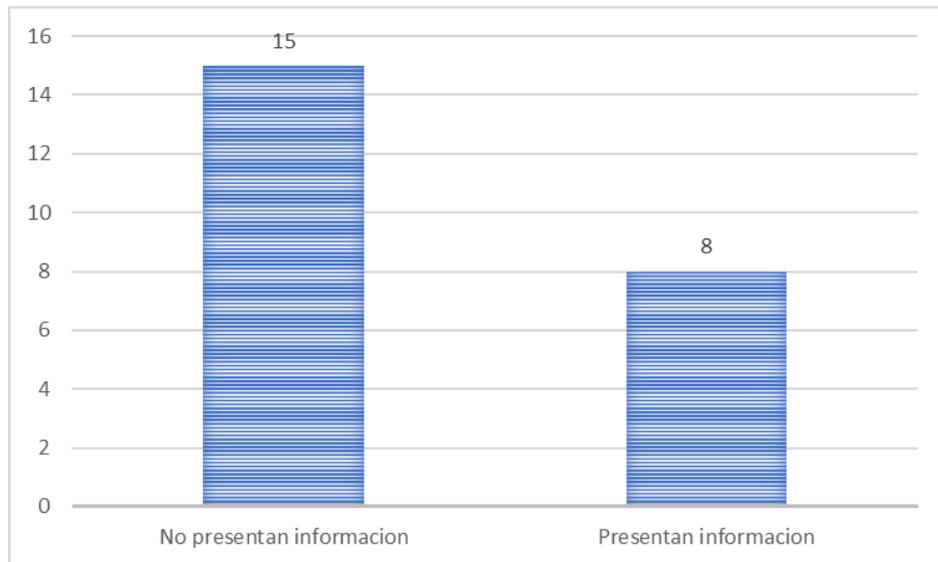


Lo que permite ver en el gráfico anterior es una mayor nominación en el mercado por los productos tipo estuco, es decir, es la composición más común o es más factible encontrar más variedad en cuanto a líneas y marcas que otros tipos como mortero o yeso. En términos de presentación se tiene un estándar entre cada producto la mayoría lo comercializa en bolsas de 25 kg y en menor proporción 2 productos cuentan con una variedad sustancial presentaciones.

Entre las características se pueden encontrar las recomendaciones en materia de seguridad del usuario y del medio ambiente. Se hace énfasis en la toxicidad de los productos que algunos han buscado la forma de ser más sostenible ecológicamente y seguros eliminando aditivos dañinos como el cemento, pero no es una práctica generalizada. Adicionalmente son pocas las compañías que realizan mediciones apropiadas de la toxicidad y compuestos dañinos que pueden afectar a los usuarios, se limitan a brindar información sobre los compuestos, aplicación y dar advertencias de seguridad que tienden a ser similares entre cada producto. De las 23 consultados solo 8 presentan información acerca de la presencia de VOC como se puede ver en la figura 2.

Figura 2

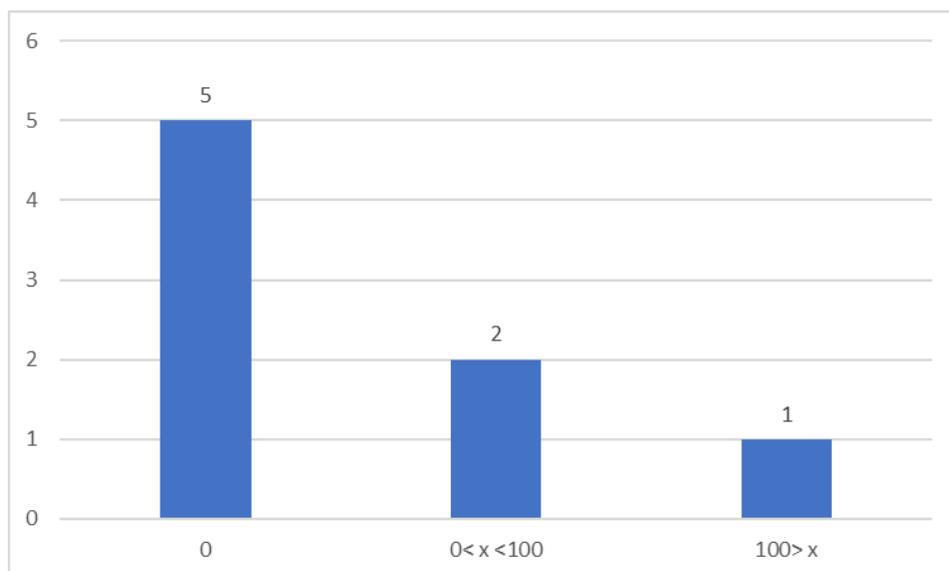
Productos presenta información sobre compuestos contaminantes



Entre los productos que registran mediciones de VOC en sus fichas técnicas 5 de ellos registran un nivel bajo alrededor del 0 g/L (gramos por litro), 2 con nivel mediano alrededor de 50 g/L y 1 con un nivel alto 350 g/L como se aprecia en la figura 3.

Figura 3

Nivel de voc g/L presente en los productos



La ilustración anterior sirve para representar de una forma sencilla el nivel de presencia de los compuestos contaminantes que pueden estar presentes en los productos de este tipo, por muy pocos productos que realizan este ejercicio puesto que la mayoría no trabajan en crear compuestos y productos seguros hacen advertencia de los elementos de seguridad enfatizándose en las áreas sensibles de ser afectadas siendo la respiratoria, visual y corporal las más comunes, en este sentido los estucos plásticos o en masilla tienen una ventaja por no expedir material particulado durante su manipulación, pero este tipo presentan emisiones más pronunciadas de VOC (compuestos orgánicos volátiles) comparándolos con los del tipo polvoriento. En ambos casos el uso prolongado puede desembocar en enfermedades agudas o crónicas, comprometiendo las vías respiratorias, sanguíneas y renales, por mencionar algunas afectaciones.

Cabe aclarar que este compuesto no es el único contaminante de los productos en base de yeso también tienen presente otros componentes como el trióxido de azufre y el cemento además existen factores asociados a su uso como la proyección de partículas que hacen que la aplicación descuidada y excesiva produzca afectaciones al ser humano y al entorno que lo rodea.

Conclusiones

El yeso como material de revestimiento se caracteriza por su facilidad de manipulación, debido a su moldeabilidad, ofrece prestaciones de aislamiento térmico, acondicionamiento acústico, protección contra el fuego y durabilidad. Además, son compatibles con varios elementos permitiendo que mejoren sus características físicas y químicas.

En el área metropolitana de Bucaramanga se comercializa una gran cantidad de productos de revestimiento a base del yeso en los que se seleccionaron los más representativos y comercializados pertenecientes a más de 5 compañías, las cuales tienen renombre nacional e internacional.

Los diferentes tipos de recubrimientos se agruparon en 3 grandes segmentos de acuerdo con el tipo de productos, basándose en las características físicas, químicas, compuestos y aplicaciones siendo estos el mortero, yeso puro y estuco.

El análisis comparativo se realizó de acuerdo con las características técnicas que brinda cada fabricante permitiendo recopilar información confiable y concreta sobre las características fisicoquímicas, como indicadores de rendimiento y viscosidad.

La información que brinda cada uno de los fabricantes tienen similitudes en la composición de la ficha técnica del producto en cuanto a presentación, usos y métodos de aplicación y recomendaciones de seguridad, pero existen diferencias en la presentación de los aspectos químicos y otros relacionados con las mediciones del impacto ambiental que pueden generar ya que algunos no ofrecen esta información.

Pocas compañías proveen información acerca de los compuestos nocivos que pueden tener cada uno de los productos, como el porcentaje de VOC (compuestos orgánicos volátiles) y aquellas que destacan algunas estas mediciones no son suficientes para conocer el impacto real de su fabricación y aplicación en el medio ambiente.

Existe una alta probabilidad para que los usuarios de estos productos puedan tener consecuencias en su salud debido a su uso prolongado, según lo advierten las hojas de seguridad de los productos, así mismo el vertimiento de los residuos y/o mezclas preparadas pueden generar grandes afectaciones en los suelos y cuerpos de agua por lo que hacen recomendaciones sobre la disposición en rellenos especializados.

Referencias

- Calcareos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Escayola piramide*. http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_escayola.pdf
- Calcareos S.A. (s.f.). *Ficha tecnica Super Escayola Piramide*. http://www.disminerales.com/wp-content/uploads/2018/03/pdf/ficha_tecnica_super_escayola.pdf
- Calcareos S.A. (s.f.). *Yeso piramide*. https://calcareos.com/pp_yeso_piramide.php
- Construdeco. (30 de 09 de 2019). *El yeso en la construcción*. Obtenido de <http://grupoconstrudeco.com/comunidadCD/el-yeso-en-la-construccion/>
- Construya fácil. (2020). *Tipos de estuco*. <https://www.construya-facil.org/2012/04/tipos-de-estuco.html>
- del Río Merino, M., Cárceles garralón, F., Caro Muñoz, M., Rodríguez Sánchez, A., González Cortina, M., Díaz Guerra, J., & Rodríguez Orejón, A. (2002). *El yeso materia prima para revestimiento continuos interiores*. Madrid: A.T.E.D.Y. <http://www.coatmca.com/wp-content/uploads/2017/10/ejecucio%CC%81n-de-revestimientos-con-yeso.pdf>
- Dis minerales S.A.S. (s.f.). *Disminerales*. <http://www.disminerales.com/producto/super-escayola/>
- Fachadas geniel. (1 de Septiembre de 2019). *Fachas geniel revestimientos Técnicos*. Obtenido de Estuvos interiores y exteriores: http://fachadasgeniel.com/?page_id=43
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/17/9589322824_Parte5.pdf
- Homeppy. (2020). *Homeppy*. Obtenido de Estuco: en qué consiste el estucado y sus ventajas: <https://blog.homeppy.es/hogar/estuco-ventajas-inconvenientes#:~:text=El%20estuco%20es%20una%20pasta,y%20techos%20como%20elemento%20decorativo>.
- Impadoc S.A. (2014). *Impaextuco*. Obtenido de Ficha tecnica Impaextuco: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/impaextuco.pdf>
- Impadoc S.A. (2014). *Rellenolisto Interiores gris*. Obtenido de Sistema de acabados para interiores: <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2019/05/EMV-024-Rellenolisto-Intr-Gris.pdf>

- Impadoc S.A. (2014). *Ficha técnica Estucolisto*. Obtenido de <http://impadoc.com/wp-content/uploads/2015/fichastecnicas/estucolisto.pdf>
- Materiales & pinturas Corona. (2013). *Ficha técnica Escayola Model*. <https://usermanual.wiki/Pdf/EscayolaModeloBlancoFichaTecnica182101001.2105017724/view>
- Materiales & pinturas Corona. (2013). *Ficha técnica Yeso maravilla- modelo*. <http://www.rodipinturas.com/assets/files/yeso-maravilla--blanco-ficha-tecnica-181351001-1-1456680480.pdf>
- Materiales & pinturas Corona. (2016). *Estucor Estuco listo*. <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-listo/p/estucor-estuco-listo>
- Materiales & Pinturas Corona. (2016). *Ficha técnica Estucor Estuco MAX*. <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-max/p/311031001>
- Materiales & pinturas Corona. (2019). *Estucor Estuco Plastico*. <https://corona.co/productos/acabados/estucos/estucor-estuco-plastico/p/318021001>
- MN del Golfo. (2020). *Tipos de estuco*. Obtenido de <https://www.mndelgolfo.com/reportaje/tipos-de-estuco/>
- Pintuco. (2018). *Estuco profesional interior/ exterior*. <https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/01/estuco-profesional-interior-y-exterior-pintuco-pdf.pdf>
- Sika. (Noviembre de 2017). *Ficha técnica Estuka Acrilico*. https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/1/estuka_acrilico.pdf
- Sika. (2018). *Hoja de datos del producto*. Obtenido de Sikawall Estukados: https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/sikawall_estukados.pdf
- USG Corporation. (2000). *Manual de construcción con yeso*. USA: William Leavitt y Bob Grupe. Obtenido de <https://gypsum.com.ni/wp-content/uploads/2014/05/handbook-espanol.pdf>
- Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Estuco trio acrílico exterior*. Ficha técnica: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/05/FICHA-T%C3%89CNICA-ESTUCO-TRIO-ACR%C3%8DLICO-EXTERIOR.pdf>
- Yesos & caolines del caribe S.A. (2019). *Ficha técnica Estuco trio blanco*. <http://yesosdelcaribe.com.co/wp-content/uploads/2019/02/FICHA-T%23U00c9CNICA-ESTUCO-TRIO-BLANCO-INTERIOR.pdf>
- Yesos & caolines del caribe s.a. (2019). *Ficha técnica*. Obtenido de Masilla en polvo para DRYWALL Panel Max 90: <http://yesosdelcaribe.com.co/wp->

content/uploads/2019 /02/FICHA-T%23U00c9CNICA-MASILLA-
PANEL-MAX-90.pdf

Yesos Colombia. (2015). *Carta técnica Estucol F plástico*.
[http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCO%20PLASTICO%20EN%20POLVO%20YC%20V-5-15%20(1).pdf)

Yesos Colombia. (2015). *Yeso Extra Colombia*. http://yesoscolombia.com/fichas/yextra_colombia.pdf

Yesos Colombia. (2017). *Carta técnica Estucol F-4*. [http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20\(1\).pdf](http://yesoscolombia.com/fichas/ESTUCOL%20F-4%20III-14-12%20(1).pdf)

Yesos Colombia. (2017). *Ficha técnica Yeso maestro reforzado*. Obtenido de Ficha técnica Yeso maestro reforzado:
<http://yesoscolombia.com/fichas/Ficha%20Tecnica-%20Yeso%20Maestro%20Reforzado%2019-01-2017.pdf>

Yesos Colombia. (2017). *Plastersand ecológico*. Obtenido de Carta Técnica:
<http://yesoscolombia.com/fichas/PLASTERSAND%20ECO%20-%20Ficha%20Tecnica.pdf>

Yesos Colombia. (s.f.). *Ficha técnica Yeso maestro de primera (AAA) - Yeso Pijao (AA)*.
<http://yesoscolombia.com/fichas/YESO%20PIJAO.pdf>

Yesos Ruyser. (2016). *Características y usos del yeso en construcción*.
<https://www.yesosruyser.com/caracteristicas-usos-del-yeso-construccion/>



CAPÍTULO 3

CIENCIAS AGROPECUARIAS



Estrategias sostenibles para minimizar el impacto ambiental de la ganadería en una zona del sureste del departamento del Tolima, Colombia. Casos de estudio: Natagaima y Prado

Yelena Hernández Atencia
Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué-Espinal
yelena.hernandez@campusucc.edu.co

Alexander Álvarez Rosario
Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué-Espinal
alexander.alvarezr@campusucc.edu.co

Pedro Julián Gallego Quintana
Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué-Espinal
pedro.gallegoq@ucc.edu.co

Norma Patricia Gutiérrez Murillo
Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué-Espinal
norma.gutierrez@campusucc.edu.co

Julián Andrés Pulecio Díaz
Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué-Espinal
julian.puleciod@campusucc.edu.co

Resumen

Se realizó un acercamiento al problema del impacto ambiental generado por los sistemas de producción de ganadería bovina en los municipios de Natagaima y Prado en el sureste del departamento del Tolima, Colombia, los cuales en el desarrollo de las actividades productivas ocasionan afectaciones negativas en el ecosistema. Este artículo presenta una experiencia de apoyo académico formulada desde la Universidad Cooperativa de Colombia, hacia las comunidades, a través de la presentación de estrategias sostenibles, que apuntan a la prevención, mitigación y control de los impactos negativos que las prácticas productivas ocasionan en el

medio ambiente. A partir de una muestra de cinco unidades productivas se realizaron visitas de diagnóstico visual y entrevistas estructuradas a propietarios, técnicos y personal administrativo. Con la información recolectada y haciendo uso de las matrices de evaluación de impactos, se identificaron los factores causantes de mayor afectación al suelo, agua, aire y fauna. A partir de estos resultados, se propusieron metas y programas, los cuales se consolidaron en fichas de manejo ambiental. Los resultados evidencian que el mayor impacto corresponde a la pérdida de la estructura del suelo por el pisoteo del ganado, ocasionando erosión del suelo, seguido de la afectación del recurso hídrico por el vertimiento de residuos sólidos y líquidos. Este trabajo propone directrices prácticas que mejoran las condiciones ambientales afectadas por el desarrollo de procesos productivos del sector ganadero, los cuales pueden ser prevenidos y/o mitigados si se adoptan las medidas sugeridas y se establece un plan de monitoreo.

Palabras clave: agricultura, análisis de impacto ambiental, ganadería, manejo ambiental, sostenibilidad.

Abstract

In this paper, an approach to the problem of the environmental impact generated by the production systems of bovine livestock in the southeast of the department of Tolima (Colombia) was made, systems that cause negative impacts as a result of their productive activities. This article presents an experience of academic support to the communities through sustainable strategies articulated from the Cooperative University of Colombia. Strategies which aim at the prevention, mitigation and control of the negative impacts that productive practices cause on the environment. Starting from a sample of five units of production, visual diagnostic and structured interviews survey were carried out with participation of owners, technicians and administrative staff. With the collected information and making use of the impact evaluation matrices, the factors causing the greatest impact on the soil, water, air and fauna were identified. Based on these results, goals and programs were proposed which were consolidated in environmental management files. This work proposes practical guidelines to improve the

environmental conditions affected by the development of productive processes in the livestock sector, which can be prevented and / or mitigated if the suggested measures are adopted and a monitoring plan is established.

Keywords: environmental impact analysis, environmental management, farming, ranching, sustainable

Introducción

Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica es uno de los objetivos del desarrollo sostenible, así mismo el convenio sobre diversidad biológica (CDB), aprobado en Colombia mediante la ley 195 de 1994 establece la necesidad de diseño y revisión de las políticas públicas y adopción de mecanismos concretos para la protección de la diversidad biológica. De otro lado, la evaluación de los ecosistemas del milenio identifica la alteración en el clima, como una de las transformaciones más importantes que la acción antrópica ha realizado en el planeta y sus ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Adicional a esto, el cambio climático actúa de manera sinérgica con otros factores de transformación, lo cual incrementa la pérdida de biodiversidad, que se presenta de manera conjunta con los cambios de uso del suelo y de las coberturas, las alteraciones hidrológicas y de los ciclos biogeoquímicos, influyendo en los fenómenos climáticos y modificando ecosistemas de forma compleja (Walker y Steffen, 1997).

En este contexto, se tiene una actividad económica importante para el país como es la ganadería bovina, la cual es un renglón económico de gran relevancia para el desarrollo de las comunidades campesinas, pero que desde hace algunas décadas ha sido cuestionado por sus inadecuadas prácticas productivas, que generan importantes impactos en el medio ambiente. Este sector de la economía se caracteriza por ser una fuente de empleo, lo cual impulsa el desarrollo social, contribuye al PIB y del sector agropecuario (Mahecha *et al.*, 2002), sin embargo,

carece de políticas agrarias claras que se orienten hacia un adecuado desempeño del sector, dentro de lineamientos de sustentabilidad económica y sostenibilidad ambiental.

En Colombia, la ganadería bovina se ha caracterizado por un manejo empírico en muchas de sus áreas, en particular en lo ambiental, lo cual hace perentorio la planeación e implementación de estrategias para la protección de los recursos naturales en su desarrollo, lo que requiere de un compromiso de propietarios de tierras y ganado, de técnicos, comunidades campesinas, entidades públicas y privadas en un esfuerzo permanente y constante que permitan en este sector la sostenibilidad económica y ambiental.

Este trabajo analiza las actividades en el proceso productivo ganadero y su potencial impacto ambiental, plantea programas y actividades para el establecimiento de buenas prácticas de manejo ambiental, para la zona del sureste del departamento del Tolima Colombia, que conduzcan mejores prácticas en las unidades productivas de la región, y permitan alcanzar la competitividad y la sostenibilidad requerida.

Marco de referencia

La ganadería es uno de los sectores más relevantes en la economía colombiana (The Nature Conservancy, 2020), es una actividad que se desarrolla en todo el país bajo diversos sistemas de producción y en diferentes zonas de vida (Barrios y Muriel, 2010). La importancia del sector se evidencia en un uso del suelo para pastos del 36% del territorio nacional (Barrios y Muriel, 2010; CODAZI., 2002; Mahecha *et al.*, 2002; Vargas *et al.*, 2009), contribuyendo al PIB pecuario en un 53% y al 19.5% del agropecuario (FEDEGAN, 2019).

La actividad ganadera es considerada como una de las actividades agropecuarias que en mayor medida impactan el medio ambiente, ya que ejercen una presión directa sobre los recursos naturales, particularmente sobre el suelo, debido a que muchas zonas con bosque nativo han sido desforestadas para

convertirlas en potreros, lo cual ha incidido de manera directa sobre los ecosistemas. Adicionalmente, en el proceso productivo ganadero se generan desechos sólidos, efluentes líquidos y emisiones atmosféricas, que deben ser manejados de manera adecuada de tal forma que se genere una práctica sostenible, que permita alcanzar objetivos como la producción competitiva, usando eficazmente los recursos y en equilibrio con el medio ambiente.

Desde el punto de vista legal ambiental, en Colombia existen diferentes preceptos que regulan las actividades productivas, dentro de los cuales se encuentran:

- Decreto ley 2811 de 1974. En este decreto se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
- Constitución política de Colombia de 1991. Existen artículos relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano. Son estos: 8, 79, 80, 88, 95, 277, 334, 300,313,330.
- Ley 99 de 1993 Ley General Ambiental de Colombia. Establece los fundamentos de la política ambiental colombiana. Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reforma el sector público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental, SINA.
- Decreto 1076 de 2015. Compila y racionaliza las normas de carácter reglamentario que rigen el sector ambiente. En el libro I, título I, explica la estructura y el objeto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el título II, describe las unidades administrativas especiales.

Entre los puntos críticos de la producción primaria de la cadena láctea colombiana están: la baja calidad higiénica de la leche, la falta de entrenamiento del personal y los directivos, las enfermedades infecciosas que afectan la salud del ganado, la falta de apropiación de tecnología, la baja infraestructura de redes de frío, la falta de implementación de buenas prácticas ganaderas en el interior de las explotaciones y otros tipos de manejos alternativos amigables con el ambiente (Minagricultura, 2007).

Para enfrentar la situación anteriormente expuesta, es necesario conocer el estado actual de los sistemas de producción, así como determinar y evaluar los impactos generados por la realización de las actividades productivas, de tal forma que se puedan proponer buenas prácticas que permitan su mitigación, prevención y control. Es allí donde los estudios de impacto ambiental (EsIA) juegan un papel determinante al ser definido como: "... un documento técnico de carácter interdisciplinar que está destinado a predecir, identificar, valorar y considerar medidas preventivas o corregir las consecuencias de los efectos ambientales que determinadas acciones antrópicas pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno" (Coria, 2008).

Para la identificación y evaluación de impactos existen diferentes metodologías, para la primera de ellas se encuentran las listas de verificación, cuestionarios del banco mundial, diagramas de redes, método de Sorensen, matriz de interacción entre factores, etc., para la evaluación se cuenta con: método de Leopold, método de Batelle, método de Galletta, evaluación cualitativa, entre otros; sin embargo, para lograr identificar y predecir todos los impactos de un sistema, es necesario integrar diferentes métodos que se adapten a las características propias del estudio.

Los impactos ambientales identificados como significativos o altos deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados, de acuerdo con los planes de manejo ambiental, estos planes tienen como objetivo garantizar que las actividades realizadas por el sistema no afecten de manera significativa la calidad del suelo, agua, aire y fauna. (United Nations Development Programme, 2015).

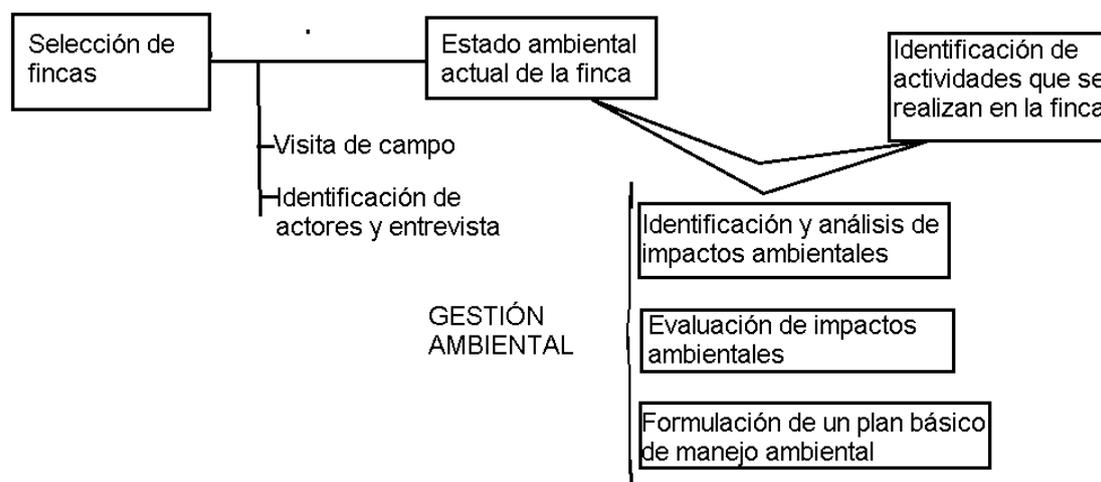
Metodología

La metodología aplicada para el desarrollo del trabajo que se plasma en este artículo corresponde a una investigación de tipo descriptivo y de corte transversal con muestreo no probabilístico por conveniencia, con criterios de elegibilidad de aceptación del consentimiento informado y ubicación geográfica (zona sureste del Tolima).

Las unidades de estudio fueron seleccionadas en el marco del proyecto de investigación “Estrategias para la generación de valor en sistemas ganaderos de carne bovina del Tolima mediante la implementación de nutrición de precisión, eficiencia reproductiva y gestión empresarial”, el estudio fue realizado mediante visitas de campo y la observación directa de las actividades desarrolladas en cinco fincas ganaderas, ubicadas en el sur del departamento del Tolima, Colombia, información primaria que fue tomada como base para la realización del diagnóstico ambiental de las fincas a intervenir y que se resume en la figura 1:

Figura 1

Fases del estudio



Localización

Los municipios de Natagaima y Prado están ubicados en la zona sur del departamento del Tolima, comparten una zona limítrofe y se encuentran en la región andina colombiana; distante de la ciudad de Ibagué en promedio a dos horas por vía terrestre. Natagaima está localizada en las coordenadas 3°37'14" N ; 75°05'38" O y a 326 m.s.n.m., mientras que Prado se encuentra en las coordenadas 3°45'04" N; 74°55'48" O y a 322 m.s.n.m. (Dateandtime, 2019). En la figura 2 se aprecian las unidades de producción objeto de estudio en la zona sur del departamento del Tolima.

Figura 2

Sureste departamento del Tolima con fincas (1) Natagaima, (2) Prado



Fuente: Google Earth (2020)

Fisiografía

El departamento del Tolima en su conjunto es diverso, pero presenta subregiones que son homogéneas, geográfica, social y económicamente, con características culturales comunes y necesidades compartidas; geográficamente presenta tres grandes paisajes (IGAC e ICA, 1983): de cordillera en el 67% del territorio, cuya principal actividad agropecuaria es el cultivo del café, de colinas 17% donde predomina la actividad pecuaria y un paisaje plano o de valle a lo largo del río Magdalena, con el 14%, donde predominan cultivos mecanizables, especialmente arroz. Además, cuenta con varios cuerpos de agua, entre ellos los ríos Anchique, Patá, las quebradas Guaguarco, los Ángeles, Yacó, Nacaroco y el chorro de Eva (Natagaima), y la cuenca mayor del Río Prado, Río Negro, Río Cunday, Quebradas la Seca, Tomogó, la Montosa, Bajas, Yacupí, Corrales, entre otros, que tributan en conjunto al río Magdalena que es el más importante de Colombia y de él dependen actividades de navegación, consumo, comercio y pesca.

Población y economía

Datos obtenidos a partir del último censo nacional de población (DANE, 2018) muestran que los municipios de Natagaima y Prado tienen, respectivamente, una población de 14 292 y 7 893 habitantes. Las dos localidades tienen como base de su economía las actividades agropecuarias con cultivos predominantes de arroz, café, plátano, banano y cítricos entre otros y actividades pecuarias como la ganadería, la piscicultura, la porcicultura y avicultura.

La producción bovina en la región sureste del departamento del Tolima se caracteriza por estar dedicada a la cría de ejemplares de la raza cebú y mestizos, fruto de cruzamientos con animales criollos, orientan la actividad hacia la producción de carne y leche, creando un sistema de doble propósito. De acuerdo con las condiciones biofísicas y la calidad de los forrajes producidos en los municipios, el sistema de pastoreo predominante es el extensivo, lo que ocasiona que se obtenga una capacidad de carga bastante baja de aproximadamente 0.50 U.G.G/ha (Portales territoriales Gov.co, 2019).

Clima

El sureste del Tolima en los últimos 10 años, ha tenido un clima ligeramente húmedo y muy cálido, presenta una temperatura media de los 7 días consecutivos más calientes de 30.91 °C; clima que se ha conservado similar desde 1970 a 2019, esto según mediciones de las estaciones climáticas de San Vicente hda, Desmotadora, Montefrío, Altamira DC Hda, Natagaima, Anchique, Angostura, Tinajas, Pst de Monta, Aco, Pinalito hda, Boquerón, El Fique, Peñón alto, Mora, Pte Casabianca, Boquerón, Termales, Tomogo, Prado y Mora la (IDEAM, 2020). Los valores promedio de los principales factores ambientales y climáticos son presentados en la tabla 1 y corresponden, en general, al sureste del departamento del Tolima para el periodo 2010 – 2019, dichos factores influyen en climas ligeramente húmedos y muy cálidos.

Tabla 1*Factores ambientales y climáticos en el sureste del Tolima -periodo 2010 a 2019*

Factores ambientales y climáticos	Rangos
Precipitación	353.94 a 31.61 mm
Brillo solar	224.29 a 156.45 días
Humedad relativa	78.63 a 58.28 %
Temperatura media	29.61 a 26.89 °C
Temperatura mínima	23.78 a 23.02 °C
Temperatura máxima	37.02 a 32.03
Velocidad del viento	3.77 a 1.72 m/s
Radiación solar	381.05 a 329.19 MJ/m ² /día
Horas de sol	12.21 a 11.79 horas
Evapotranspiración	183.54 a 115.06 mm
Índice de calor	14.78 a 12.77

Fuente: IDEAM (2020)

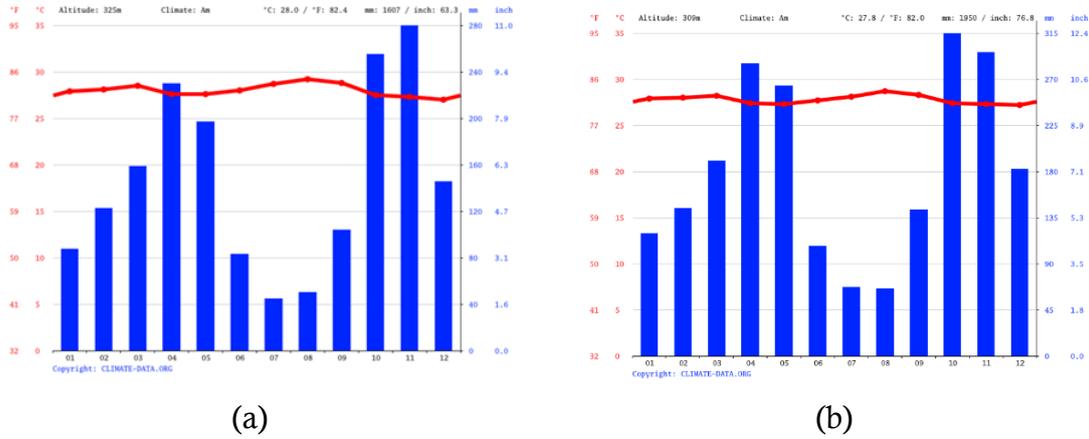
Precipitación

El régimen de precipitaciones en ambos municipios es de tipo bimodal, en el primer semestre los meses con mayor precipitación son marzo, abril y mayo; mientras que en el segundo semestre son los meses de octubre, noviembre y diciembre. Dichos periodos se encuentran alternados con épocas de baja precipitación en los meses de julio y agosto, con algunos meses de transición como lo son enero, febrero y junio en el primer semestre, y septiembre para el segundo semestre (Climate Data, 2019).

A pesar de ser municipios vecinos y de pertenecer a región andina, los niveles de precipitación promedio anuales son diferentes, siendo mayores en Prado (1966 mm) que en Natagaima (1607 mm) (Climate Data, 2019). El comportamiento bimodal descrito, así como los niveles promedio de precipitación mensual son presentados en la figura 3.

Figura 3

Niveles de precipitación para los municipios de Natagaima (a) y Prado (b)



Fuente: Climate Data (2019)

Temperatura

La temperatura tiene un comportamiento asociado a las épocas de lluvia, donde a mayor nivel de precipitación menores temperaturas. Según lo mostrado en la figura 3, las temperaturas promedio se encuentran en la franja de 25 a 30 grados Celsius, donde los trimestres uno y tres son los más cálidos mientras que los trimestres dos y cuatro son los más frescos.

Selección de las unidades de estudio

Las unidades de estudio fueron seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico, por conveniencia con criterio de elegibilidad, en primer lugar, la ubicación geográfica (Sureste del Tolima) y aceptación del consentimiento informado para la recolección de la información mediante entrevista estructurada, lista de chequeo e inspección visual de las instalaciones de cada unidad.

Evaluación ambiental

Inicialmente se seleccionaron las fincas y se realizó un diagnóstico, el cual incluyó la evaluación del estado actual de la finca, etapa en la cual se realizaron

visitas de campo, se identificaron actores y se realizaron entrevistas estructuradas a propietarios, técnicos y personal administrativo. Posteriormente, con base en las actividades identificadas se determinaron los impactos ambientales, cuya importancia fue evaluada según la variación de la calidad ambiental (CA), como positivos (+) o negativos (-), la intensidad (I), la extensión (EX), el momento (Mo), su persistencia en el tiempo (PE), su capacidad de recuperación (MC), su reversibilidad (RV), la acumulación (AC), relación causa y efecto (EF) y periodicidad (PR), a partir de la ecuación:

$$I = \pm(3.IN + 2.EX + M_o + PE + RV + AC + EF + PR + MC) \text{ (Peña, 2016)}$$

Con la determinación de los impactos más relevantes, se construyó una matriz de impacto ambiental, que permitió identificar las actividades del proceso productivo que generan mayor afectación al medio ambiente, y los componentes ambientales más susceptibles a ser afectados por estos. A partir de esa información se establecen como aspectos negativos derivados de la actividad pecuaria, aquellas actividades que causan pérdida natural del paisaje, ecológica o un incremento de procesos perjudiciales resultado de la degradación o contaminación ambiental (Vélez *et al.*, 2014).

Del análisis de la información obtenida y con base en su frecuencia y severidad, fueron elegidos los impactos más relevantes sobre los cuales se enfocaron las acciones del plan básico de manejo ambiental.

Finalmente, se realizó la formulación del plan básico de manejo ambiental, cuyo objetivo se orienta a la mitigación, prevención y control de los impactos más significativos que se hicieron visibles durante el desarrollo del proceso productivo, y que apuntan al logro de un buen manejo de los recursos naturales, que se orientan a la implementación de buenas prácticas durante la producción ganadera y sus actividades asociadas.

En el plan de manejo se establecieron las metas, programas y actividades que permitirán la realización de buenas prácticas de manejo ambiental,

consolidadas a través de fichas en las cuales se presenta el objetivo de la ficha, causas, y efectos del impacto, acciones a desarrollar, tecnologías utilizadas, lugar y periodo de aplicación, personal requerido, seguimiento y monitoreo necesario para el alcance del objetivo planteado.

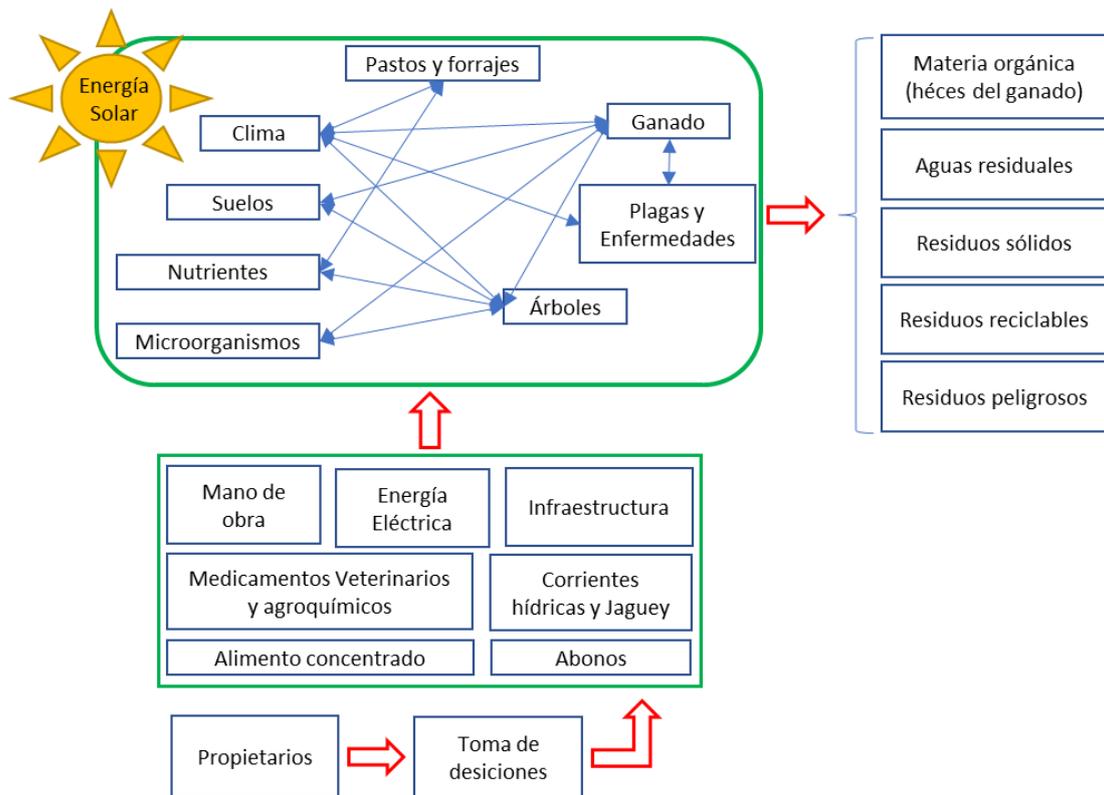
Resultados

Identificación y análisis de impactos ambientales

El proceso productivo de las unidades analizadas se resume en la figura 4, en la que se identificaron las actividades que generan impacto, que a su vez se relacionan en la tabla 2.

Figura 4

Procesos productivos en las unidades evaluadas



Se identificó de manera general que las unidades productivas presentaban en el desarrollo de sus procesos actividades similares, dentro de las cuales se destacan las relacionadas en la tabla 2, con sus respectivos aspectos e impactos ambientales.

Tabla 2*Aspectos e impactos ambientales de la actividad productiva*

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Limpieza y mantenimiento de instalaciones	Limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios	Proliferación de plagas Presentación de enfermedades Contaminación del suelo Contaminación del agua
Cría, levante y ceba	Generación de residuos y subproductos	Contaminación del suelo Proliferación de plagas
	Producción de excrementos	Contaminación del suelo Contaminación del agua Proliferación de plagas Olores ofensivos
	Consumo de agua Emisiones a la atmosfera	Agotamiento del recurso Emisiones de gases efecto invernadero Proliferación de plagas Olores ofensivos
	Generación de aguas residuales	Contaminación de aguas Contaminación de suelos Erosión
	Consumo de materias primas	Generación de residuos ordinarios y hospitalarios
	Consumo de energía	Generación de gases de efecto invernadero
Producción y preparación de alimentos	Usos de materias primas y recursos naturales	Degradación de la estructura del suelo Emisión de gases de efecto invernadero Generación de residuos ordinarios
	Consumo de medicamentos	Generación de residuos hospitalarios
Prácticas de sanidad animal y seguridad	Generación de residuos biológicos	Contaminación del suelo Contaminación del agua Olores ofensivos Proliferación de plagas
	Evaluación de procesos	Identificación de fallas o desperdicios en los procesos
Control y seguimiento	Cumplimiento de legislación, mantenimiento de instalaciones	Errores en procedimientos y sanciones Generación de residuos

Con los aspectos e impactos de la actividad productiva establecidos se construyó la matriz de impactos que se muestra en la tabla 3, en la cual se evidencian las mayores afectaciones sobre los componentes suelo, agua, aire y fauna.

Tabla 3

Matriz de impacto ambiental

Componente	AMBIENTAL								
	Suelo		Agua		Aire	Fauna			
Impacto	Contaminación del suelo	Erosión del suelo	Degradación de la estructura	Agotamiento del recurso	Contaminación del agua	Agotamiento del recurso	Olores ofensivos	Emisión de gases efecto invernadero	Proliferación de plagas (ratas, moscas, zancudos)
Actividad									
Cría, levante y ceba	x	-	-	-	-	-	-	x	x
Limpieza mantenimiento de instalaciones	x	-	-	-	x	-	-	-	-
Manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos	x	x	-	-	x	-	-	-	x
Prácticas de sanidad animal y seguridad	x	-	-	-	x	-	-	-	x

Una vez realizada la evaluación de los impactos ambientales de acuerdo con los criterios establecidos en la tabla 4, se encontró que los impactos más relevantes se dan sobre los componentes agua y suelo. Por lo cual son ellos sobre los que se enfocan las acciones del plan básico de manejo ambiental; en el cual los objetivos se centran en la mitigación, prevención y control de los impactos ambientales más significativos presentes durante el proceso productivo, y el buen manejo de los recursos naturales encaminados a la implementación de buenas prácticas en la producción ganadera doble propósito.

Tabla 4*Criterios de valoración de impactos ambientales*

Factor	Criterio	Valor	Descripción	
Ambiental	Frecuencia	Muy alto	5	Frecuencia <20%
		Alto	4	Frecuencia entre el 20% al 40%
		Medio	3	Frecuencia entre el 40% al 60%
		Bajo	2	Frecuencia entre el 60% al 80%
		Muy bajo	1	Frecuencia >20%
	Severidad	Muy alto	5	Severidad <20%
		Alto	4	Severidad entre el 20% al 40%
		Medio	3	Severidad entre el 40% al 60%
		Bajo	2	Severidad entre el 60% al 80%
		Muy bajo	1	Severidad >20%

Fuente: adaptación de Minambiente *et al.*, 2008

Por tanto, con miras a disminuir el impacto generado por la actividad ganadera bovina de las unidades analizadas, particularmente sobre el recurso hídrico y el suelo, se establecieron metas, programas y actividades que permitan restablecer las buenas prácticas de manejo ambiental en la zona, estos resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5*Metas, programas y actividades para establecimiento de buenas prácticas de manejo ambiental*

Objetivos	Metas	Programas	Actividades
Establecer buenas prácticas de manejo ambiental en la finca ganadera Vila Sofia	Minimizar las cargas contaminantes al ambiente	Mantenimiento de infraestructura e instalaciones Manejo de excretas	Proyecto de investigación “Diseño de bioconcretos con utilización de bovinaza y cascarilla de arroz para la construcción de vivienda rural”

Objetivos	Metas	Programas	Actividades
	Evitar generación de plagas y olores ofensivos	Manejo sanitario de componentes contaminantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza de instalaciones 2. Instalación de trampas para roedores.
	Reducir el volumen de agua requerido en las actividades de la granja	<p>Uso eficiente del agua</p> <p>Manejo y disposición final de residuos líquidos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión y mantenimiento de tuberías y redes. 2. Recolección y conducción de aguas lluvias a tanques de almacenamiento. 3. Utilización de aguas lluvias en labores de limpieza. 1. Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales. 2. Diseño de canales de evacuación de aguas. 3. Protocolo de análisis fotoquímico de las aguas servidas

Estas metas, programas y actividades que apuntan al mejoramiento de la calidad ambiental en la zona, se consolidan a través de acciones de mejora plasmadas en fichas de manejo ambiental, en las cuales se presentan, además de las acciones a realizar, las tecnologías a utilizar, el sitio de aplicación, los responsables, el período de aplicación y las estrategias de monitoreo y control para el cabal cumplimiento de las acciones de mejora.

Discusiones

En las fincas evaluadas se encontró que la actividad económica ganadera doble propósito se desarrolla en seis fases que corresponden a: alimentación, manutención, ordeño, almacenamiento de insumos, comercialización y cría; se pudo observar que en el proceso de alimentación y cría se presentan impactos negativos importantes sobre el suelo, debido a que este es afectado por el constante pisoteo del ganado, según (Medina, 2016; Pinzón, 2009) “Los efectos causados por el tránsito y el pisoteo de animales afectan primordialmente a la estructura del suelo pastoreado (Mazzucchelli y Sánchez, 2016); o sea lo que se entiende por el ordenamiento espacial de los sólidos y poros del suelo.

Por otro lado debido a que el ganado consume alimento y produce excretas que generan un impacto negativo en el aire y el clima, por la emisión de gases de efecto invernadero, que contribuyen a los procesos que en la actualidad conducen al cambio climático (Pinos *et al.*, 2012).

El estiércol generado en los sistemas ganaderos puede provocar impactos ambientales negativos si no existe un control en el almacenamiento, el transporte o la aplicación, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macronutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales. (s.p.)

La emisión de las heces del ganado produce varios gases entre los que se encuentra el metano, “El estiércol contribuye con 50 % del total de emisiones de amoníaco hacia la atmósfera, porque su tasa de volatilización es mayor a 23 %” (Pinos *et al.*, 2012).

El recurso hídrico también se ve afectado, debido a que el agua es utilizada para hidratación del ganado, como también para la higienización de los implementos usados en los procesos productivos; adicionalmente, el llevar a cabo dichas actividades puede alterar la composición del suelo, aspecto documentado por otros autores como es el caso de Escobar (2002), quien afirma que

El sistema ganadero contribuye por medio de dos vías a la contaminación de los recursos hídricos: como fuentes puntuales, considerándose en este caso las aguas de los establos y como fuentes no puntuales o difusas por el arrastre de estiércol dejado en los campos, lo que trae consigo malos olores, proliferación de moscas, efectos estéticos y la alteración de las propiedades del agua. (p. 68)

Conclusiones

Este trabajo realiza un aporte sobre las condiciones de la actividad ganadera en el sur este del departamento del Tolima-Colombia de gran utilidad para los actores responsables y para las comunidades de esta zona del país.

La evaluación ambiental preliminar en la zona sur este del departamento del Tolima, Colombia, evidencia algunas malas prácticas ganaderas que generan pérdida de la estructura del suelo, contaminación por inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos, proliferación de plagas y olores ofensivos. Para iniciar acciones que apunten a la realización de los procesos productivos dentro del marco de la sostenibilidad, se requiere un cambio de actitud en los actores que los conduzca a una mejora continua y a la realización de una autoevaluación de sus procedimientos, que los lleve hacia un menor consumo de los recursos naturales.

La gestión ambiental permitió un acercamiento al tema de la evaluación de los impactos ambientales generados por el sector ganadero bovino de esta zona del país, que son la base para la implementación de acciones que garanticen la disminución de los impactos negativos sobre los componentes ambientales del suelo y del recurso hídrico, ocasionados por la ganadería bovina y que garanticen una producción competitiva, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

La protección del medio ambiente es uno de los grandes retos del presente siglo. La reducción de los impactos negativos resultado de la actividad productiva ganadera sobre el medio ambiente es una necesidad perentoria que es exigida en la actualidad, no solo por la legislación cada vez más severa en lo ambiental, sino también por una sociedad cada vez más consciente de la necesidad de conservar su hábitat; en este contexto, los planes de manejo ambiental se convierten en una herramienta para la prevención, mitigación y control de los posibles impactos negativos de un sistema de producción que genera empleo y bienestar social a las comunidades.

Los estudios de impacto ambiental no representan grandes costos para los sistemas de producción pecuaria como es el caso de la ganadería bovina doble

propósito. Sin embargo, requieren del apoyo al ganadero a través de medidas y políticas, desarrollo tecnológico, investigación, formación e información (Mazzucchelli & Sánchez, 2016), que hagan posible enfrentar los nuevos escenarios que garanticen la sostenibilidad de esta actividad productiva.

Referencias

- Barrios, J.M., Muriel, S.B. (2010). Propuesta de manejo ambiental de una finca ganadera enmarcada en la certificación de buenas prácticas ganaderas. *Revista Politécnica 11*: 92-103. Consultado el 12 de diciembre de 2020. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/170/144>
- Climate Data Org. (2019). *Consulta dinámica municipio de Natagaima*. Consultado el 22 de mayo de 2019. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/tolima/natagaima-50381/>
- Coria, Ignacio Daniel (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio, 11*(20),125-135. Consultado el 2 de Octubre de 2020. ISSN: 0329-3475. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=877/87702010>
- Cortolima (2016). *Hidrología de la cuenca mayor Rio Prado. Pomca Municipio de Prado – Centro de documentación*. Consultado el 30 de junio 2020. https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_prado/diagnostico/d23.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018*. Consultado el 12 de diciembre de 2020. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-VIHOPE-v2.xls>
- Escobar, J. (2002). *Recursos naturales e infraestructura: La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*; Naciones Unidas, CEPAL ECLAC. Santiago de Chile. 68 p. Serie 50. Consultado el 2 de octubre de 2020. <https://doi.org/10.3989/arbor.2000.i653.1000>
- Escobar, M. S. (2012). Comportamiento sustentable y educación ambiental: Una visión desde las prácticas culturales. *Revista Latinoamericana de Psicología, 44*(1), 181–196
- IDEAM. (2020). *Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos*. Consultado el 2 de octubre de 2020]. <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (1983). *Zonificación agroecológica del Tolima 1983*. [Fecha de consulta: 2 de Octubre de 2020]

- FEDEGAN. (2019). *Plan estratégico de la ganadería Colombiana 2019* | Fedegan. Consultado el 2 de octubre de 2020]. <https://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019>
- Mahecha, L., Gallego, L., & Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu*, (January), 213–225
- Mazzucchelli, F., & Sánchez, A. (2016). Impacto ambiental de las explotaciones de vacuno lechero. *Axon*, (1), 42–50. Consultado el 2 de octubre de 2020. http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/1/cys_1_Impacto_ambiental.pdf
- Medina, C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. *Remediaciones. Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8(1), 88–93. Consultado el 2 de octubre de 2020. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/download/229/270/>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Resumen para los responsables de la toma de decisiones. *World Resource Institute. Washington DC*, 1–43. Consultado el 2 de octubre de 2020. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Evalua?n+de+los+Ecosistemas+del+Milenio+Informe+de+S?ntesis#4>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2007). *Proyecto de transición de la agricultura. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena láctea colombiana*. Consultado el 6 de diciembre del 2020. <http://www.agronet.gov.co>
- Ministerio del medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVDT), Sociedad de agricultores de Colombia (SAC), Asociación colombiana de porcicultores. (2008) *Guía ambiental para el subsector porcícola*. 2 ed. Bogotá
- Peña, E. (2016). Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río Yara en el tramo urbano del municipio Yara. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES, ISSN-e 2310-3469, Vol. 4, N°. 1, 2016, 4(1), 59–71*. Consultado el 2 de octubre de 2020. <https://bit.ly/2W1AfhO%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5608598&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5608598>
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359–370

- Pinzón, A. (2009). Compactación de suelos por el pisoteo animal en pastoreo en el pie de monte amazónico colombiano. *Pasturas Tropicales*, 12, p. 2
- Portal Date and time (2019). Consultado el 25 de junio 2019. <https://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3671765>
- Portales Territoriales Gov.co, (2019). *Economía Alcaldía de Natagaima – Tolima*. Consultado el 25 de junio de 2019. <http://www.natagaima-tolima.gov.co/municipio/economia>
- The Nature Conservancy. (2020). Ganadería Colombiana Sostenible. Consultado el 2 de octubre de 2020. <https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/colombia/ganaderia-colombiana-sostenible/>
- United Nations Development Programme. (2015). Goal 15: life on land | UNDP. Consultado el 13 de septiembre de 2020. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-15-life-on-land.html>
- Vargas, León; Alzate, Leidy; Arteaga, Yadira (2009). Indicadores de sostenibilidad para el manejo de agrosistemas ganaderos en el bosque seco tropical. [Ponencia]. VI CBBA e II CLAA. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/8771/6165>
- Vélez Castro, M. T. T., Cano Arenas, R. L., Corrales Julio, R., & García Vergara, M. C. (2014). Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35), 37. Consultado el 2 de octubre de 2020. <https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd18-35.eapp>
- Walker & Steffen. (1997). An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Conservation Ecology*, 1(2). Consultado el 2 de octubre de 2020.
- <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art2/>

Agricultura familiar en Colombia y resiliencia de los sistemas productivos rurales

Norma Patricia Gutiérrez Murillo
Universidad Cooperativa de Colombia
Ibagué – Tolima, Colombia
norma.gutierrez@campusucc.edu.co

Iván José Posada Almanza
Universidad Cooperativa de Colombia
Ibagué – Tolima, Colombia
ivan.posada@campusucc.edu.co

Resumen

El presente estudio pretende reconocer los aportes que la agricultura familiar a la resiliencia de los sistemas productivos rurales. Mediante estudio de caso en las unidades de agricultura familiar en conjunto con técnicas de diagnóstico Rural Participativo desarrolladas con los integrantes de la asociación de futuros agricultores de Colombia, ubicados en el Cañón del Combeima de Ibagué, Tolima, Colombia, y utilizando como marco teórico de análisis la multifuncionalidad de los sistemas productivos en cinco de sus dimensiones: social, ecológico, productivo, económico y cultural; se encontró que sistemas de economía familiar sin una arraigada identidad cultural por la tierra, pero con prácticas productivas sin deterioro de esta y con una fuerte red familiar articulada al proceso productivo, es lo que les permite a las familias desenvolverse entre los mercados locales y los mercados mayoristas y en tiempos difíciles subsistir de su parcela. Se concluyó que es la intrincada red de interrelaciones sociales, ecológicas, productivas y culturales, la que permite la resiliencia de estos sistemas y donde dependiendo de las condiciones de cada núcleo productivo familiar se generan oportunidades productivas propias que le han permitido subsistir a lo largo de estos años.

Palabras clave: agricultura familiar, solidaridad, resiliencia, lazos familiares, economía

Abstract

The aim of this study is to recognize the contributions that family farming makes over the resilience of rural productive systems. Through a case study in family farming units in conjunction with Participatory Rural Appraisal techniques carried out with the members of the association of future Colombian farmers, located in the Combeima Canyon of Ibagué, Tolima, Colombia, and using for the analysis the theoretical framework of productive systems multifunctionality in five of its dimensions: social, ecological, productive, economic and cultural; it has been found that family economy systems without a deep-rooted cultural identity for the land, but with productive practices without deterioration of the land and with a strong network family articulated to the productive process, it has allowed families to negotiate between local markets and wholesale markets and in difficult times subsist on their plot. It was concluded that the intricate network of social, ecological, productive and cultural interrelations, is which allows the resilience of these systems, and depending on the conditions of each productive family nucleus, their own productive opportunities are generated that has allowed them to subsist throughout this years.

Keyword: Family farming, solidarity, resilience, family ties, economy

Introducción

A partir del reconocimiento de la agricultura familiar y su aporte a la resiliencia de estos sistemas productivos rurales y que a partir de los acuerdos de paz representan un carácter estratégico en la economía colombiana gracias a la adaptación que tienen a las diferentes condiciones socioeconómicas en las que está inmersa, nace la presente investigación en la búsqueda de factores que expliquen este comportamiento y que contribuyan en la adopción práctica de políticas diferenciadas para cada uno de los escenarios donde esta agricultura familiar interactúa. Con el presente estudio de caso realizado en conjunto con la Asociación de futuros agricultores de Colombia (capítulo Ibagué), Tolima, Colombia, se quiere contribuir al marco general de política pública, pero con acción local, de tal manera que, aunque conserven características comunes y respondan a ecosistemas económicos distintos a lo largo y ancho del país, se respeten las individualidades. Esperamos que esta mirada al complejo mundo de la agricultura familiar represente

un aporte, desde una región considerada de vital importancia para una de las capitales de departamento (que pronto se convertirá en nodo central vial para el pacífico) y para la cual, el cañón del Combeima es territorio estratégico al proveer de alimentos y agua a la Ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia).

Objetivo. Reconocer los aportes que la agricultura familiar realiza desde la multifuncionalidad a la resiliencia de estos sistemas productivos rurales.

Agricultura familiar

Es amplia la discusión acerca de la agricultura familiar, pero para el presente estudio se adopta la definición para el país y vinculada a la estrategia de transformación del campo “consiste en un sistema de producción y organización gestionado operado por mujeres, hombres, familias, y comunidades campesinas, indígenas, negras, afrodescendientes, raizales y palenqueras que conviven en los territorios rurales del país. En este sistema se desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, pecuarios, pesqueros, acuícolas y silvícolas; que suelen complementarse con actividades no agropecuarias. Esta diversificación de actividades y medios de vida se realiza predominantemente a través de la gestión y el trabajo familiar.” (Ministerio Agricultura, 2017)

Metodología del estudio

Se escogió como herramienta metodológica el estudio de caso (Arzaluz Solano, 2016) como estrategia para ordenar y presentar información de trabajos cualitativos particularmente de corte local. Se partió de la identificación de la representatividad del grupo, para continuar con talleres en donde se emplearon algunas técnicas de diagnóstico rural participativo como la línea de tiempo para determinar la historia de la agricultura en la región y posteriormente la encuesta semi-estructurada para la recolección de información para la caracterización comparativa de la estructura y funcionamiento de los sistemas de finca (Urcola, 2016).

Posteriormente se realizó el análisis de la multifuncionalidad en cada uno de los sistemas productivos. Las cinco dimensiones fueron: ambiental, productiva, económica, cultural y social, según la siguiente escala de valoración (ver tabla 1),

utilizando una variación de la metodología MESILPA (Acevedo Osorio & Leiton, 2013) y de Novell et al. (2010), citado en Acevedo y Martínez, (2016), de manera se pudiera observar las particularidades de cada sujeto de estudio dentro de cada dimensión. Finalmente, se ajustaron los datos y resultados conjuntos con la comunidad un taller de socialización.

Tabla 1

Escala de valoración para las dimensiones de la multifuncionalidad

DIMENSIÓN FUNCIONAL	INDICADORES	CONCEPTO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE VALORACIÓN DE INDICADORES CUALI-CUANTITATIVOS*				
						-2	-1	0	1	2
ECOLÓGICA	Conservación de suelos.	Aplicación de medidas que tiendan a estabilizar y mejorar la fertilidad natural del suelo.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Dedicación del predio al monocultivo con intensivo uso de maquinaria y agrotóxicos.	Sistemas de cultivo semi-intensivo. No se aplican medidas de conservación.	Sistemas de producción agroforestales, sin remoción del suelo	Cultivos agroforestales con cobertura del suelo. Se aplican prácticas esporádicas en zonas afectadas.	Finca planificada según la vocación de los suelos. Prácticas de conservación son permanentes en toda la finca.
ECONÓMICA	Articulación a mercados locales.	Vinculación a mercados para el intercambio de productos y generación de ingresos.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Venta exclusiva de productos a mercados mayoristas.	Mínima vinculación a mercado locales; venta preferencial de productos a mercado mayorista.	Compra y venta de diversos productos en el mercado local. Ingresos de 1 smlv o menos.	Permanente vinculación a mercados locales mediante la venta y trueque de productos. Bajos ingresos (1 - 2 smlv)	Permanente vinculación a mercados locales mediante la venta y trueque de productos. Altos ingresos (Más de 2 smlv).
CULTURAL	Identidad cultural con la tierra	Reconocimiento de la tierra como un elemento culturalmente sagrado.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Relación exclusivamente explotadora de la tierra como recurso productivo.	Apreciación de la tierra como recurso que debe cuidarse para mantenerlo productivo.	Apreciación indiferente sobre valor de la tierra. Uso protector.	Se manifiesta una relación de respeto por la tierra; uso protector esmerado de la misma.	Relación sagrada con la tierra, empleo como recurso bajo criterios de rito, respeto preservación.
	Adaptación cultural de prácticas productivas.	Aplicación de prácticas productivas bajo criterios de su propia cosmovisión.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Prácticas de manejo basados en criterios exclusivamente técnicos.	Prácticas de manejo mezclan conocimientos tradicionales con recomendaciones técnicas.	Aplicación de prácticas de manejo conservacionistas, no mediadas por creencias tradicionales específicas.	Prácticas de manejo conservación basadas principalmente en conocimientos tradicionales populares.	Sistemas de manejo conservacionistas basadas en criterios míticos de la cultura propia.

DIMENSIÓN FUNCIONAL	INDICADORES	CONCEPTO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE VALORACIÓN DE INDICADORES CUALI-CUANTITATIVOS*				
						-2	-1	0	1	2
SOCIAL	Red familiar articulada al sistema productivo.	Participación remunerada de miembros de la red familiar en el sistema de producción.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Sólo una persona, maneja el sistema productivo; la familia no vive en la finca.	La familia vive dentro de la finca, pero no está articulada en su funcionamiento; sólo uno de ellos.	Al menos el 50% de los miembros de la familia dependen económicamente de la finca donde laboran.	Aunque la totalidad de miembros de la familia no vive en el predio, ni depende económicamente de él, sí aportan en su mantenimiento.	La totalidad de miembros de la familia aportan en el mantenimiento del sistema productivo
	Participación en redes comunitarias.	Vinculación de la familia a redes comunitarias con las cuales contribuye y de las cuales se beneficia.	Cuali-cuantitativo	Aplicación escala de atributos de funcionalidad (Lovell et al, 2010)	Numérica	Familia desconoce las redes locales existente; está completamente desarticulada de cualquier iniciativa organizativa local.	Familia muestra desinterés por participar de las redes locales que conoce.	La familia pertenece a una organización, pero no está dinámicamente vinculada a la misma.	Familia vinculada a Organización local, pero no participa en su fortalecimiento.	Familia vinculada a organización de la cual se beneficia y a la cual aporta para su fortalecimiento.

Fuente: adaptada de Novel et al. (2010), citado en Acevedo (2016)

Comunidad del estudio

La investigación fue realizada en 7 sistemas de finca del grupo Asociación de Futuros Agricultores de Ibagué, grupo conformado por exalumnos de la Institución Educativa Mariano Melendro del Municipio de Ibagué. Este grupo fue escogido por la representatividad al reunir las siguientes características

- Ubicación que permite obtener información a lo largo y ancho de la zona de estudio (Cañón del Combeima).
- Es un grupo heterogéneo, que permite tener sistemas de las diversas y multivariadas formas de producción de la zona.
- Son familias de egresados y estudiantes del colegio agropecuario, dedicados al campo y a sus fincas y que dependen directamente de la producción agrícola.
- Permite un amplio grupo de familias que derivan su sustento de sus fincas y parcelas.

Cada una de las familias de la asociación está dedicada a diferentes actividades del campo en sus parcelas. El grupo reúne las siguientes características (ver tabla 2).

La extensión de las parcelas varía entre 0,029 ha hasta 4 ha, la propiedad predominante en el ejido², en este caso terreno que han trabajado y no tiene un documento que acredite su propiedad (ver tabla 2).

Los principales arreglos son los policultivos, considerados como espacios donde se ubican arboles maderables, productor-protector, frutales y cultivos de pancoger, alternados en algunas oportunidades con el cultivo principal (café).

El sistema cafetero consiste en cultivos tecnificados de café. Los sistemas pecuarios existentes incluyen cría y engorde de cerdos, ganadería semi-intensiva, especialmente dedicada a la producción de leche. Los sistemas de policultivo

² “Campo común de un pueblo, lindante con él, que no se labra, y donde suelen reunirse los ganados o establecerse las eras.”

incluyen entre otras especies forestales especialmente Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), guadua (*Guadua angustifolia*), especies frutales limón criollo (*Citrus x limón*), mandarina y naranja, de pancoger como cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa AAB*), yuca (*Manihot sculenta*), maíz (*Zea mais*), frijol (*Phaseolus spp*), mora, y plantas exóticas entre otros heliconias, orquídeas (*flia. Orchidaceae*) y anturios (*Anthurium sp*). Los animales de corral son principalmente cerdos y gallinas.

La mayoría de los sistemas son de vocación agrícola y solo uno del grupo de estudio es predominantemente pecuario. Solo uno tiene algún tipo de transformación agroindustrial (achira).

Tabla 2

Características de los 7 sistemas de finca estudiados

NOMBRE DE LA FINCA	AREA TOTAL (h-a)	TENENCIA DE LA TIERRA (Propiedad Privada) ha	Hectáreas en Monocultivo comercial	Hectáreas en Pastos en monocultivo	Hectáreas en Policultivo tradicional	Hectáreas en Potreros Arborizados
Villa Mariela	1,000	Ejido			0,7500	
El porvenir	0,068	Ejido	0	0	0,0150	0
La Esmeralda	2,000	Ejido	1,800	0	0	
Donde Mari	0,029	Propiedad		0,0114		
La Esmeralda 1	1,000	Ejido	0,4571	0	0,3143	0
La Esmeralda 2	0,250	Ejido	0		0,0820	0
Las alturas	4,000	Ejido	2,5000		0,2500	0,25

Ubicación del estudio

Cañón del Combeima. Municipio de Ibagué (Tolima)

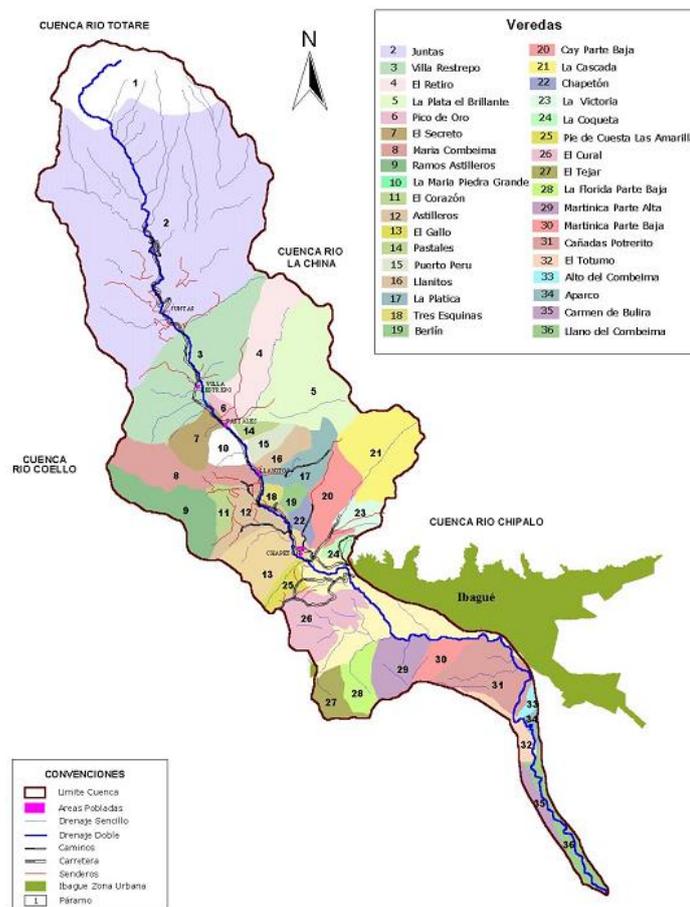
La cuenca del río Combeima pertenece al municipio de Ibagué y se encuentra localizada en el costado central oriental de la cordillera central, presentando en el punto de nacimiento del río las coordenadas: 4°, 38', 49" de latitud norte y 75°, 21', 34" longitud occidental. El río tiene unas coordenadas planas en su nacimiento x-1.007.200m; y-860.000m; y en su desembocadura; x-

969.700m y, y-881.209.84m respectivamente (Instituto Agrícola Mariano Melendro, 2003).

Geográficamente, el Cañón del Combeima presenta peligro de aludes y de remoción en masa. La inestabilidad de su territorio acumula un índice de vulnerabilidad equivalente al 12% de las áreas de riesgo existentes en el municipio de Ibagué. Sus suelos son volcánicos y altamente fértiles por la agricultura. (Instituto Agrícola Mariano Melendro, 2003)

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Laboratorio SIG. Universidad del Tolima, citado por (Instituto Agrícola Mariano Melendro, 2003).

Resultados y discusión

Historia de la agricultura en la cuenca del Río Combeima

Los siguientes son los hechos más sobresalientes en la historia de la cuenca del Río Combeima narrados por el grupo de futuros agricultores de Colombia (capítulo Ibagué), como resultado de los talleres de línea de tiempo.

A raíz del impulso cafetero alrededor de las zonas montañosas de Colombia y bajo la tutoría del comité de cafeteros, la región se convierte en un área de producción cafetera tecnificada en las partes altas. Bajo el auspicio de la Federación de Cafeteros y ayudas internacionales nace en el año 1948 el colegio Agropecuario Mariano Melendro, que se convierte en referente para para capacitación básica secundaria con énfasis agropecuario y donde acuden pobladores de todo el departamento del Tolima y en un centro generador de mano de obra calificada para la agricultura de la región.

Poco después de la violencia de la década de los 50, en que se desplaza gran cantidad de agricultores de las regiones, se empieza a consolidar una densificación de la zona a lo largo del cañón del Combeima y hacia mediados de la década de 1950 – 1960 con la instalación de la fábrica de Bavaria se convirtió en motor de desarrollo de la región, al que se unió hacia la década del 70 el montaje y puesta en funcionamiento en el año de 1975 de la planta de beneficio de “CARLIMA”, dedicada al beneficio de ganado. Para esa misma década, por los años de 1975 llega la Bonanza Cafetera, que mitigó inmensamente las necesidades mínimas básicas del gremio caficultor, se mejoraron las casas de las fincas y los montajes de café y las condiciones de vida en el campo cafetero. Para la década del 90 poco después de la catástrofe de Armero (1985) el municipio cercano a Ibagué, los programas que buscaban fortalecer económicamente la región y la consolidación del Tolima como cluster agroindustrial de los textiles, se montaron varias fábricas. Se configura gracias a estas empresas una migración de personal a las zonas cercanas a estas industrias y la formación de pequeños centros poblados, que ahora tenían una fuente de empleo agroindustrial adicional al agropecuario. Para ese mismo tiempo

el café dejó de cultivarse en las cantidades que habitualmente se efectuaba, conformándose una red de pequeños productores que tributaban sus productos hacia las plazas de mercado de la ciudad de Ibagué, con la más variada agricultura y ganadería de la región, convirtiéndose en conjunto con el cañón de Anaimé en la despensa agrícola del municipio de Ibagué. Hacia mediados del siglo pasado, debido a las condiciones climáticas se ha podido afianzar una zona turística de sitios de paseo y restaurantes, a los que acuden los habitantes del municipio de Ibagué en los días festivos y fines de semana, que han dado un impulso a una floreciente industria agroturística en la región.

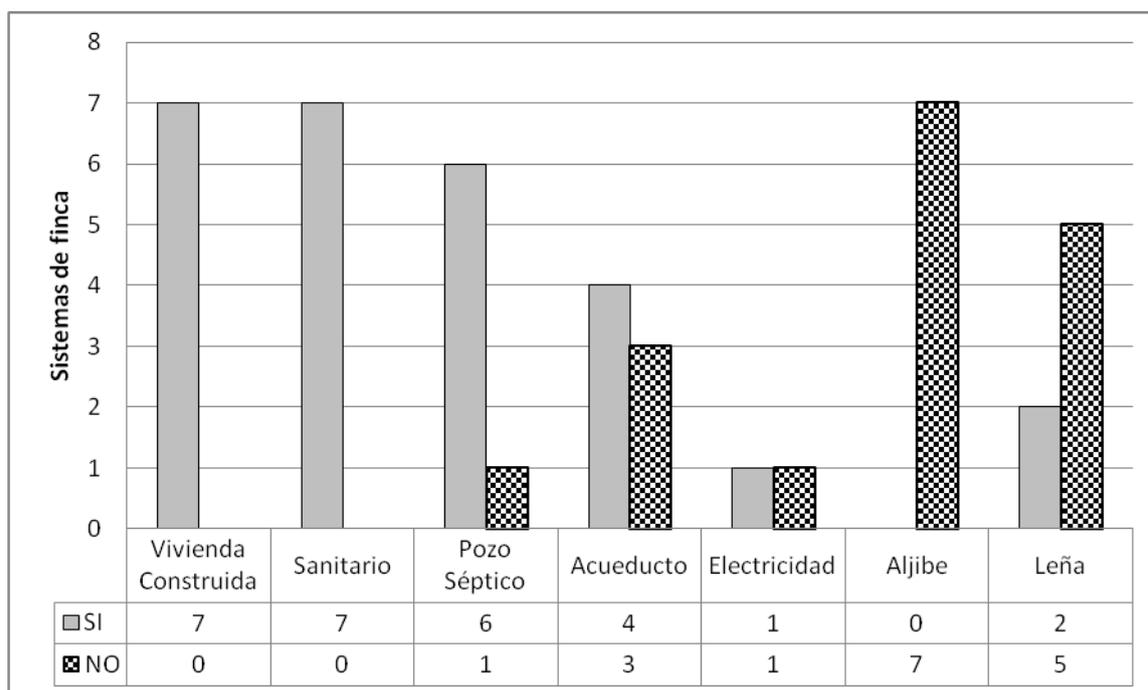
Caracterización comparativa de la estructura y funcionamiento de los sistemas de finca

Dimensión Social

Tenencia de la tierra y condiciones de la vivienda

Los sistemas productivos encontrados llegan a un máximo de 4 ha y están distribuidos en pequeñas extensiones. La gran mayoría de los predios de los agricultores del estudio son de propiedad ejidal, que han utilizado por años; pero sobre la cual no tienen ningún título de propiedad. La posibilidad de tener tierra se centra en la legalización de los predios que actualmente tienen. Al respecto están esperando que el gobierno les legalice sus predios porque esto les facilitaría la obtención de créditos, principalmente de la banca oficial, que tiene como requisito la propiedad legal del predio, dice don Gabriel asociado de la vereda Berlín “Tan pronto llegan a la parte que dice propiedad de la tierra [refiriéndose al banco], hasta ahí llega el estudio de crédito”.

Como se observa en la figura 2, la mayoría de viviendas están construidas en cemento con techo de paja y piso en cemento, utilizan madera y guadua de la región, pisos en su mayoría en tierra para aquellos sistemas más alejados de la vía principal (ver tabla 3). El predio cumple además de las funciones productivas, una función de hábitat, por cuanto todas las familias tienen sus viviendas en el predio.

Figura 2*Características de la vivienda del grupo de estudio***Tabla 3***Tipos de construcción en los sistemas agropecuarios.*

Pared		Techo		Piso Tierra		
Cemento	Bahareque	Zinc	Zinc-Paja	Tierra	Cemento	Baldosa
5	2	7	0	2	4	1
71,4%	28,6%	100,0%	0,0%	28,6%	57,1%	14,3%

En los sistemas se encontró que el agua potable la obtienen de las fuentes de la misma finca (ver figura 2), refiriéndose a acueducto a los sistemas de distribución de agua en algunos casos sin tratamiento, quienes no lo tienen la obtienen de aljibe, opción que no se excluye de aquellas que tienen acueducto, convirtiéndose en un sistema alternativo para la obtención de agua.

Los pozos sépticos constituyen el principal sistema de disposición de aguas residuales de la casa (ver figura 2).

Composición familiar y vinculación a las actividades agropecuarias.

Todos los miembros de las familias viven en las fincas, y el 59% de la fuerza laboral disponible del grupo de estudio se dedica a actividades misma, siendo esto una de las características definidas en el concepto de agricultura familiar (ver tabla 4), pero algunos de los miembros de la familia trabajan en las fábricas cerca a la residencia o en Ibagué, para generar ingresos adicionales para sobrellevar la difícil situación económica, de manera que contribuyen a que el núcleo familiar permanezca en el campo, situación que configura una resiliencia al sistema agrícola familiar (Mora, 2008).

Tabla 4

Vinculación de miembros de familia a las actividades productivas

NOMBRE DE LA FINCA	Nº MIEMBROS FAMILIA QUE VIVEN EN LA FINCA	FUERZA LABORAL DISPONIBLE	FUERZA LABORAL DISPONIBLE (%)	Nº MIEMBROS FAMILIA DEDICADOS A LA FINCA	DEDICADOS A LA FINCA (%)
Villa Mariela	4	3	75,0	2	66,7
El porvenir	6	2	33,3	2	100,0
La Esmeralda	3	3	100,0	2	66,7
Donde Mari	6	5	83,3	2	40,0
La Esmeralda 1	5	4	80,0	2	50,0
La Esmeralda 2	5	5	100,0	1	20,0
Las alturas	6	3	50,0	2	66,7
PROMEDIO			74,5		59,0

Cantidad de jornales y tipo de mano de obra

Los jornales por hectárea año, para hacerlas fácilmente comparables ya que algunas tienen extensiones de menos de una hectárea, arrojan información interesante. La gran mayoría genera jornales desde 78 jornales/ha/año, hasta los 208, presentándose un caso de 8000 jornales (aproximadamente 21 hombres trabajando). La finca “Donde Mari” representa un caso especial dentro del estudio, es el sistema productivo con menor área, pero con mayor productividad y uno de los pocos dedicados exclusivamente al manejo de animales. Es de anotar que en la

zona hay gran cantidad de sistemas productivos de cría y ceba de cerdos como el aquí expuesto. Los otros sistemas, que ninguno supera los 365 jornales, pueden ser atendidos por la mano de obra de la familia. (ver tabla 5)

Tabla 5

N ^o	NOMBRE DE LA FINCA	Área del Sistema de Finca	Jornales /año contratados	Jornales/ha/año contratados	Jornales/año familiares	Jornales/h a/año familiares	Total jornales/ha/año
1	Villa Mariela	1	0,0	0,0	104	104	104
2	El porvenir	0,0675	0,0	0,0	0	0	0
3	La Esmeralda	2	0,0	0,0	520	260	260
5	Donde Mari	0,0285	60,0	2105,3	182,5	6404	8.508
6	La Esmeralda 1	1	0,0	0,0	104	104	104
7	La Esmeralda 2	0,25	0,0	0,0	52	208	208
8	Las alturas	4	0,0	0,0	312	78	78

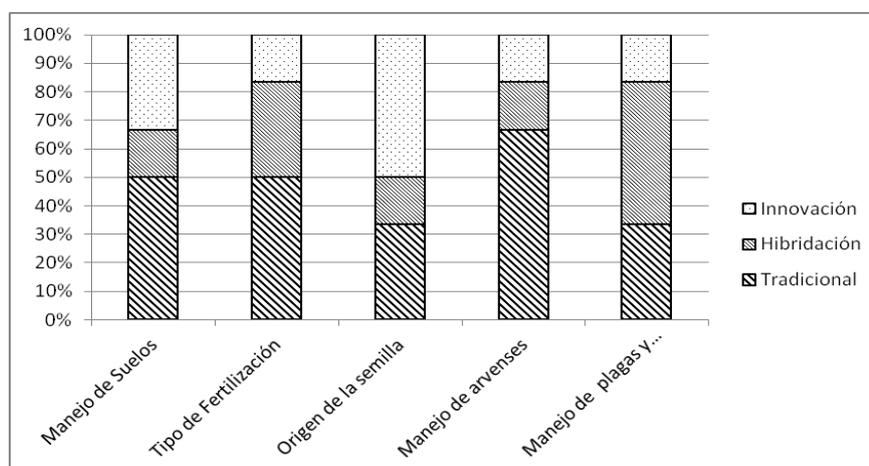
Dimensión Cultural

Criterios de innovación, hibridación o tradición tecnológica

Se analiza la manera como se configuran las operaciones productivas a nivel de cada sistema de finca, tomando como referencia cinco actividades productivas: manejo de suelos, fertilización, tipo de semilla empleada, manejo de arvenses y manejo de plagas y enfermedades (ver figura 3).

Figura 3

Criterios de innovación, hibridación o tradición empleados por los agricultores en los sistemas de finca



Para el caso de este estudio se acogieron las distinciones de innovación (técnicas derivadas del proceso de tecnificación impulsado por profesionales e instituciones agrarias), tradición (técnicas derivadas del conocimiento y las prácticas ancestrales tradicionales de los agricultores) e hibridación (combinación de técnicas innovadoras y tradicionales), para analizar la manera se configuran las operaciones productivas a nivel de cada sistema de finca.

En cuanto al manejo de suelos y la fertilización, el manejo tradicional es la moda con un 50%. Se realiza manejo de aporque y abono orgánico o químico; pero en general una escasa fertilización.

El origen de las semillas por otra parte tiene una tendencia hacia el manejo de innovación 50%, tal vez por la asistencia técnica que reciben. Las semillas criollas son la segunda forma de obtener la semilla. En cuanto al manejo de arvenses el 65% de los sistemas de agricultura familiar lo hacen principalmente con peinilla (machete), siendo el manejo tradicional el predominante (ver figura 3).

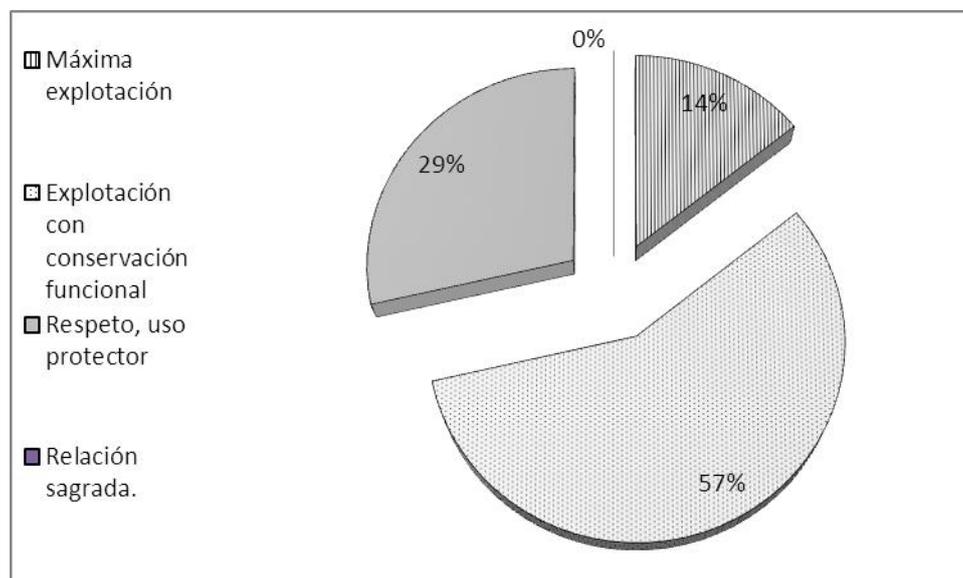
En el 50% de los grupos familiares el manejo de plagas y enfermedades es un híbrido entre lo que usualmente conocen y lo que recomiendan en los graneros y casas de venta de insumos para agricultura (ver figura 3).

Criterios relación con la tierra

En cuanto a la relación con la tierra, las prácticas se reducen a mantener un balance entre lo que necesitan para producir y lo que está en barbecho (sin cultivar o utilizar durante un tiempo) 57%. Dejan³ eso una zona de amortiguación de nacimientos en donde cuidan para tener de donde sacar el agua, o porque es una zona de conservación impuesta por Cortolima⁴, ya que la zona es rica en nacimientos y fuentes de agua y es además aportante del agua del acueducto principal de la ciudad de Ibagué. Algunas son respetuosas con el uso protector del suelo 29%, por ejemplo, dejando espacios alrededor de las quebradas en donde dejan regeneración natural, sin efectuar algún tipo de producción. Solo en una de los sistemas observados utilizan todo el espacio disponible posible para el sistema productivo 14% (ver figura 4).

Figura 4

Relación de la producción con respecto a la tierra



Entre 2 y 9 son los alimentos producidos y consumidos de manera permanente durante al menos 8 meses durante el año, configurándose en este sentido buena parte de la seguridad alimentaria de las familias (ver figura 5). No

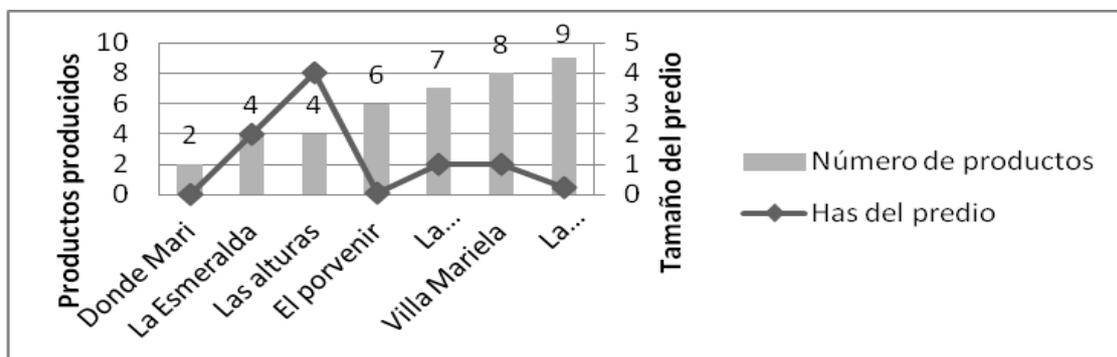
³ Conversación con integrantes del grupo asociativo.

⁴ Corporación Autónoma Regional del Tolima. Organización encargada del manejo de los recursos naturales en el Departamento del Tolima.

hay una correspondencia entre tamaño de la finca y diversidad en los alimentos producidos.

Figura 5

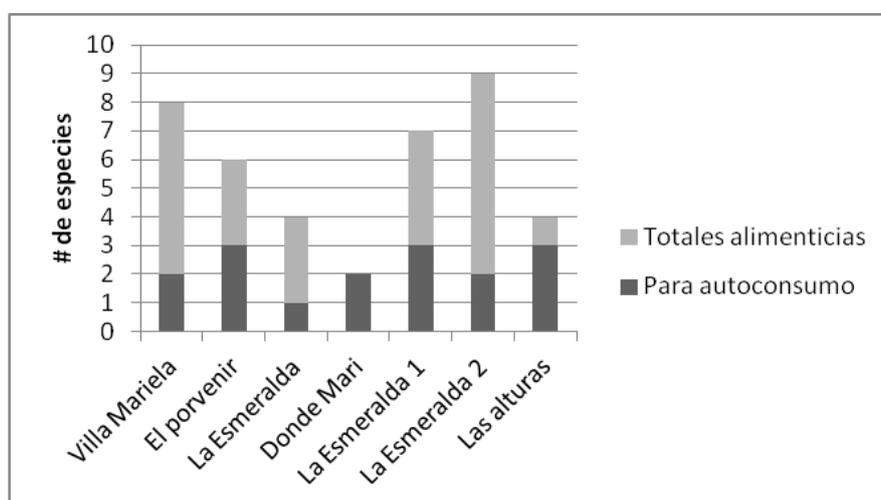
Distribución de los productos alimenticios de la parcela con relación a las hectáreas del predio



El tamaño de las fincas no guarda correspondencia con el número de especies para autoconsumo (ver figura 6), está más dado a los intereses particulares de cada uno de los dueños de las parcelas, por ejemplo Arnulfo⁵ “yo conservo estos árboles porque en épocas de vacas flacas tiene uno comida y solo hay que salir a buscarla”

Figura 6

Número de especies para autoconsumo en relación al número de especies producidas en las parcelas



⁵ Abuelo productor de la parcela Villa Mariela.

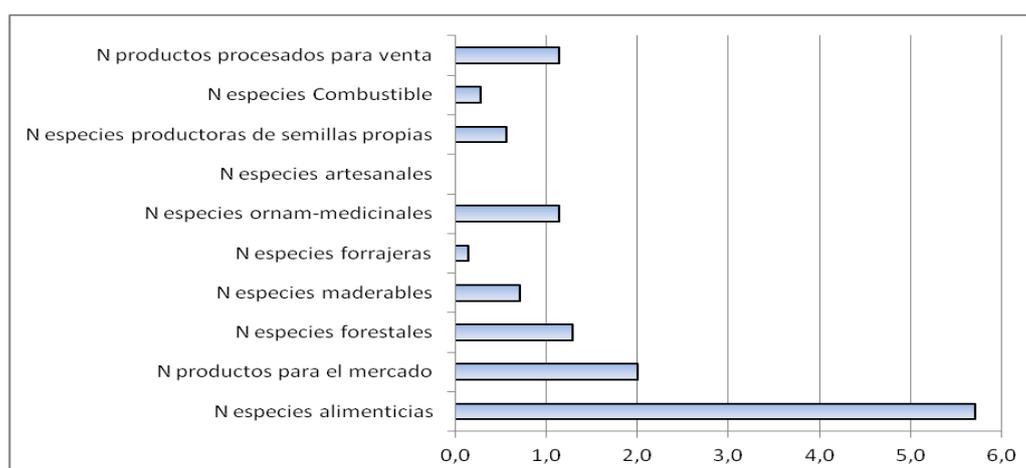
Por otra parte, el número de alimentos producidos en la finca no guarda correspondencia con aquellos que usualmente utilizan en su alimentación, reduciéndose el número de estos últimos a 2 o 3, entre ellos el maíz, la yuca y el plátano, y en algunos lugares proteína de origen animal como carne de pollo, huevos, o carne de cerdo. Por ejemplo, de 8 productos que genera en villa Mariela 2 son consumidos, mientras que en la finca las alturas de 4 especies producidas son 3 son las consumidas (ver figura 6).

Actividades productivas de los sistemas de finca

Los diversos productos que se obtienen de los sistemas de finca fueron agrupados en 10 categorías. La producción de autoconsumo de alimento humano es predominante entre las unidades familiares, seguido de la producción para el mercado con o sin procesar, así como especies ornamentales que recientemente representan una oportunidad de generación de ingresos para las familias (el caso de las flores y el achira) dice doña Luz Dary “tenemos un grupo de señoras que sacamos a la venta flores de heliconia en un punto cercano a Carlina⁶”. La diversificación de los productos es lo más notorio en los grupos.

Figura 7

Categorías de productos obtenidos por las familias del grupo futuros agricultores de Ibagué



⁶ Carlina es la planta de beneficio animal más grande de Ibagué.

La totalidad de los sistemas de finca son generadores de productos para el mercado, destacándose alimentos de pancoger (especialmente plátano, yuca y maíz) y el cultivo comercial predominante es el café, uno de los principales reglones generadores de ingresos. Aparecen las flores, especialmente las heliconias como un reglón prometedor para la participación de la mujer en la producción conjunta. Aunque todos los sistemas cuentan con especies animales, solo una finca está especialmente dedicada a la producción de animales, como autoconsumo y principal producto de venta al público.

Los recursos maderables, principalmente la guadua, ya que se ubican en una cuenca que es la principal fuente de agua para la capital del departamento del Tolima. Se destaca la producción y el uso de la guadua (*Guadua angustifolia*).

La agroindustria es naciente, pequeños grupos de flores, frutas, ovinos, ubicados a lo largo de la región de estudio.

Dimensión económica

Conformación del ingreso familiar

Como podemos apreciar en la (ver tabla 6), entre los sistemas de finca el autoconsumo representa en promedio el 26.7%; mientras que las ventas al mercado representan el 73,3%, lo que muestra una articulación al mercado principalmente local. No son solamente sistemas de subsistencia, en algunas ocasiones interactúan con otros grupos asociativos, en especial las mujeres en la comercialización de flores, cultivo de achiras y productos derivados de ello. Esta diversidad le permite ofrecer diferentes productos en distintas épocas del año con lo cual diversifican las entradas monetarias.

Tabla 6*Conformación del ingreso familiar*

Nº	NOMBRE DE LA FINCA	VALOR DEL AUTO-CONSUMO	%	VALOR DE VENTAS EN EL MERCADO	%	INGRESO AGROPECUARIO BRUTO - IAB*
1	Villa Mariela	600.000	20,0%	2.400.000	80,0%	3.000.000
2	El porvenir	657.000	37,5%	1.095.000	62,5%	1.752.000
3	La Esmeralda	1.200.000	64,0%	674.040	36,0%	1.874.040
4	Donde Mari	520.000	1,0%	49.500.000	99,0%	50.020.000
5	La Esmeralda 1	1.000.000	10,2%	8.760.000	89,8%	9.760.000
6	La Esmeralda 2	2.400.000	36,9%	4.100.000	63,1%	6.500.000
7	Las alturas	2.600.000	17,2%	12.500.000	82,8%	15.100.000
PROMEDIO		1.282.428	26,7%	11.289.862	73,3%	12.572.291

Excedente familiar integral

Los costos monetarios en promedio varían desde aquellos que no compran o adquieren nada en insumos, hasta los intensivos en capital, sobre todo en los sistemas de finca con mayor orientación al mercado y la compra de insumos, especialmente fertilizantes químicos y herbicidas en el caso agrícola y concentrado en insumos veterinarios en el caso pecuario (ver tabla 7). Por su parte los costos domésticos o no monetarios, están relacionados con la mano de obra familiar y los insumos elaborados en la misma finca; éstos equivalen en promedio a \$814.285, lo que representa un 79,23% del total de costos.

El excedente familiar integral mensual por familia equivalente en salarios mínimos legales para el año 2014, tiene en promedio un valor de 1,86 salarios básicos mensuales, lo que muestra la capacidad de los sistemas de finca para cubrir las necesidades básicas de las familias y generar un excedente, solo dos de los sistemas tienen valores negativos. No se tuvieron en cuenta en este cálculo, la cantidad de ingresos por remesas de familiares que viven fuera del sistema de finca, pero que contribuyen sustancialmente con su sostenimiento, esto explica porque sistemas como el de Villa Mariela con un EFI de 5,78 anual, siguen sosteniendo a pesar de las dificultades económica que soportan, al respecto Don Arnulfo abuelo argumenta “si no fuera porque tengo mi pensión, esto estaría muy difícil... y siguió recogiendo las frutas”.

Tabla 7.*Excedente familiar integral por hectárea.*

N°	NOMBRE DE LA FINCA	INGRESO AGROPECUARIO BRUTO - IAB*	COSTOS MONETARIOS - CM	RENTAS RECIBIDAS - RR	RENTAS PAGADAS - RP	COSTOS DOMÉSTICOS - CD	JORNALES EXTRA-PREDIALES - JE	INGRESO NO AGROPECUARIO DEL HOGAR - INAH	EXCEDENTE FAMILIAR INTEGRAL: EFI = IAB - CM + RR - RP - CD - JE + INAH	EFI EN SMLV 2014**	POR FAMILIA MES	RELACIÓN BENEFICIO /COSTO FAMILIAR ***
1	Villa Mariela	3.000.000	0	0	0	1.000.000	0	1.560.000	3.560.000,00	5,78	0,48	1,11
2	El porvenir	1.752.000	100.000	0	0	0	0	12.000.000	13.652.000,00	22,16	1,85	0,45
3	La Esmeralda	1.874.040	0	0	0	2.000.000	0	7.200.000	7.074.040,00	11,48	0,96	0,19
4	Donde Mari	50.020.000	22.050.000	0	0	2.700.000	0	0	25.270.000,00	41,02	3,42	1,75
5	La Esmeralda 1	9.760.000	2.000.000	0	0	0	4576000	0	12.336.000,00	20,03	1,67	2,64
6	La Esmeralda 2	6.500.000	0	0	0	0	0	9.600.000	16.100.000,00	26,14	2,18	7,07
7	Las alturas	15.100.000	3.000.000	0	0	0	0	6.000.000	18.100.000,00	29,38	2,45	1,93
	PROMEDIO	12.572.291	3.878.571			814.285		5.194.285,71	13.727.434,29	22,28	1,86	2,16

Aun cuando la rentabilidad de los sistemas de finca medida como relación Beneficio/Costo muestra un promedio de 2,16, indicando que en general se logra pagar la totalidad de los costos y se obtiene un margen de ganancia por la actividad productiva; se encuentra que esta condición no es posible en dos de los sistemas el 2 y 3, donde la relación B/C es inferior a 1, lo que significa que en éstos sistemas no se logra cubrir la totalidad del costo de la mano de obra invertida por la familia o contratada, más lo invertido en ella, subsisten gracias al ingreso no agropecuario del hogar que les ofrece un excedente familiar integral EFI respectivamente de 1,8 y 0,96 salarios mínimos mensuales; en los restantes sistemas los márgenes muestran que, resulta mejor trabajar en la finca que vender su fuerza laboral. A pesar de esto, los jóvenes no visualizan una opción con futuro seguir en el campo (ver tabla 7).

A pesar de la condición de poca disponibilidad de tierra los integrantes del grupo de futuros agricultores de Colombia (capítulo Ibagué), se puede observar sistemas de producción que remuneran su mano de obra, siendo el trabajo en sus propias parcela mejor que emplearse como jornaleros, pero la condición limitante es una, los grupos familiares al hacerse cada vez más grandes reparten sus terrenos, generándose cada vez parcelas más pequeñas, que muy posiblemente no puedan generar los suficientes productos para la subsistencia y menos aún para un excedente.

Este es un punto que recalca el extensionista del Comité de cafeteros de la zona del Cañón del Combeima, al expresar que ha encontrado como las familias crecen sin posibilidades de tierra, (ya que en la zona es la limitante mayor), no hay forma de extender la frontera, son los lazos familiares los que permiten la subsistencia de muchas de los sistemas productivos en la zona.

Dimensión ambiental

Conservación del suelo, la biodiversidad y la agrobiodiversidad

Las áreas destinadas a conservación son muy pequeñas, debido posiblemente a que son ocupadas por actividades de autoconsumo o producción, llegan en este estudio hasta un máximo del 25% del área de la finca (ver tabla 8).

Tabla 8

Áreas con arreglos conservacionistas del suelo, la biodiversidad y la agrobiodiversidad

Nº	NOMBRE DE LA FINCA	ÁREA TOTAL (Ha)	HECTÁREAS EN CONSERVACIÓN NATURAL	ÁREA CONSERVACIÓN (%)	HECTÁREAS EN POLICULTIVO TRADICIONAL	ÁREA POLICULTIVO (%)
1	Villa Mariela	1,00	0,25	25,00	0,75	75,00
2	El porvenir	0,07	0,02	25,04	0,02	22,22
3	La Esmeralda	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Donde Mari	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
5	La Esmeralda 1	1,00	0,09	8,57	0,31	31,43
6	La Esmeralda 2	0,25	0,02	8,16	0,08	32,65
7	Las alturas	4,00	1,00	25,00	0,25	6,25
PROMEDIO		1,19	0,20	13,11	0,20	23,94

Las áreas de policultivo se convierten entonces en los espacios donde se ubican arboles maderables, productor-protector, frutales y cultivos de pancoger, alternados en algunas oportunidades con el cultivo principal (café).

Análisis de la multifuncionalidad de la agricultura familiar

Se encontró que para la dimensión ecológica la conservación de suelos no ejerce un papel fundamental, y es a través del policultivo donde las diferentes especies encuentran lugar para la biodiversidad, en las que conviven el cultivo principal y el pancoger. Es desde la perspectiva amplia económica – ambiental – social, que se debe juzgar esta apreciación ecológica encontrada, cobra sentido el

uso y conservación del suelo, si tiene sentido para el núcleo familiar, si al mismo tiempo lo tiene para sus dimensiones sociales, económicas, y culturales (Joao, 1998).

En la dimensión productiva, se encuentra una baja articulación al mercado mayorista que permita unos mejores ingresos, hay una tendencia hacia la vinculación a mercados locales, mediante la venta de aquellos productos que no son monocultivos tradicionales (café). Esta característica quizás les haya permitido ser resilientes y continuar produciendo a su propia escala, pero no a una mayor que podría significarles mejoras en el ingreso, pero con una inversión adicional de recursos monetarios que no tienen. Al respecto el modelo cooperativo podría responder a estas expectativas de un ingreso adicional en dinero, vía eficiencia y economía de escala, pero surge la duda como en muchos otros estudios al respecto, ¿es esto posible? (Giagnocavo, 2014).

En cuanto la dimensión cultural, el reconocimiento de la tierra gira desde una apreciación de la tierra como recurso que debe cuidarse para mantener productivo a un uso protector, hasta una relación de respeto y uso protector de la misma, sin llegar a prácticas productivas bajo criterios de su propia cosmovisión, en este caso una cosmovisión familiar.

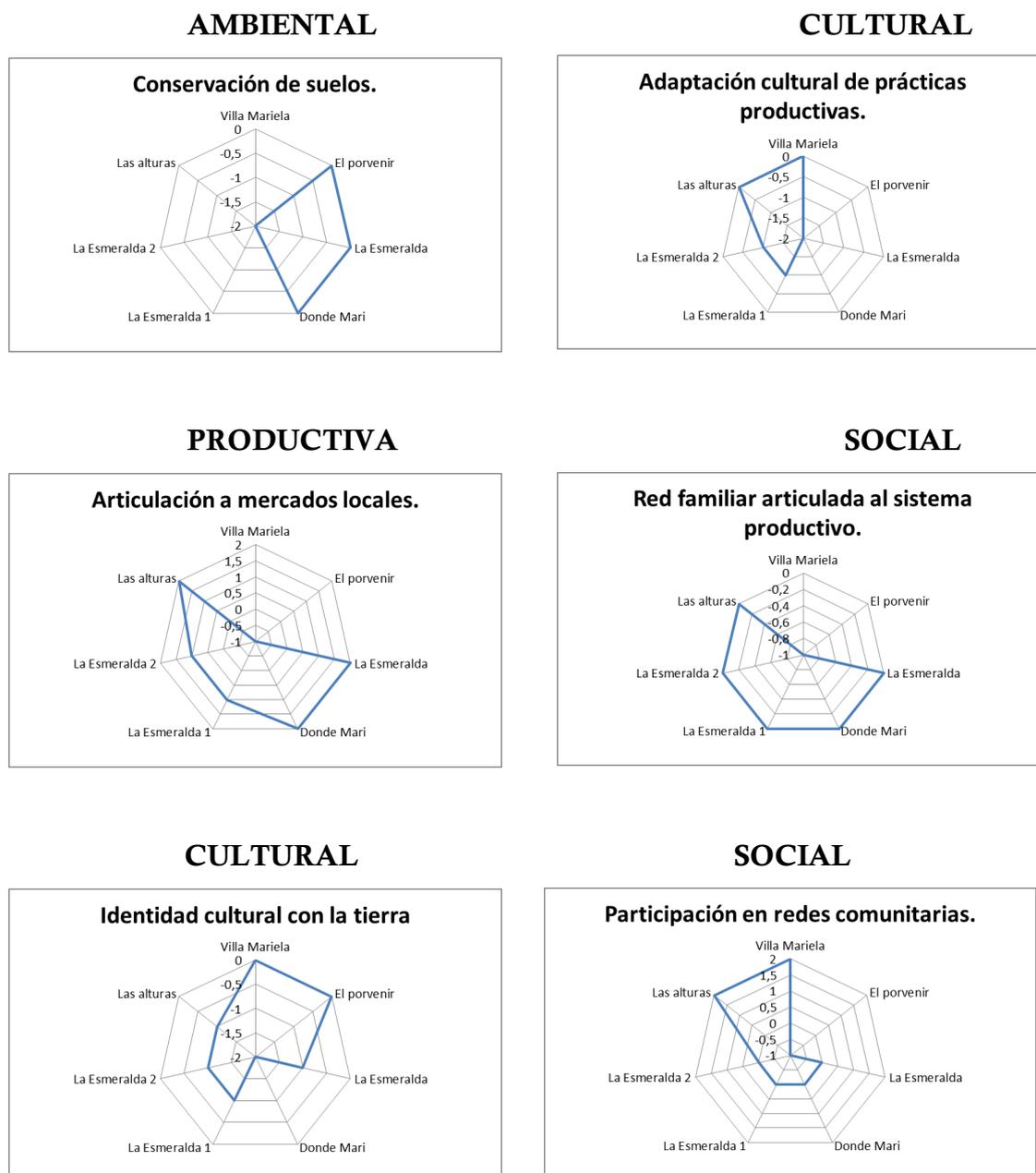
Las prácticas de manejo giran entre conservacionista no mediado por creencias tradicionales y prácticas basadas en criterios técnicos principalmente, en lo que se refiere al cultivo del café. De nuevo la divergencia más que la convergencia, como lo apuntan algunos autores es lo que caracteriza esta dimensión (Hernández, 2012), (Comunidad Andina, 2012).

Con respecto a la dimensión social, los lazos sociales están más ligados a una red familiar articulada al proceso productivo en la mayoría de los sistemas, que, a las comunitarias, ya que las familias tienen una relativa poca participación en las actividades comunales. Se entretajan lazos de solidaridad, alrededor de las familias cada una con sus particularidades, como lo anotan algunos autores (Francelino Alves & Saquet, 2014). De nuevo surge la pregunta, es el modelo solidario una respuesta, o es necesario buscar alternativas en donde las familias y

no los individuos en alianzas cooperativas representen una opción a su problemática (Giagnocavo, 2014; Hernández, 2012; HLPE, 2013).

Figura 8

Dimensiones de la multifuncionalidad en los sistemas productivos del grupo futuros agricultores de Colombia (capítulo Ibagué)



Conclusiones

De lo observado en este grupo de “Futuros agricultores de Colombia” capítulo Ibagué, se puede decir la intrincada red de interrelaciones sociales, ecológicas, productivas, culturales, que permiten la resiliencia de estos sistemas productivos, responden a las oportunidades de generación de ingresos extras para la mejora de sus condiciones de vida.

Se encontró que sistemas de economía familiar sin una arraigada identidad cultural por la tierra, pero con prácticas productivas sin deterioro de la misma y con una fuerte red familiar articulada al proceso productivo, es lo que les permite a las familias desenvolverse entre los mercados locales y los mercados mayoristas y en tiempos difíciles subsistir de su parcela.

Se concluye que es la intrincada red de interrelaciones sociales, ecológicas, productivas y culturales, la que permite la resiliencia de estos sistemas y donde dependiendo de las condiciones de cada núcleo productivo familiar se generan oportunidades productivas propias que le han permitido subsistir a lo largo de estos años.

Es necesario por lo tanto un marco de acción sobre la complejidad; pero desde el punto de vista de la multidimensionalidad, de manera que se pueda dar solución integral a la heterogeneidad encontrada. Se debe tener presente la afectación de todas las dimensiones al actuar sobre uno de las componentes.

En agricultura familiar el resultado es mucho más que la suma de los componentes del sistema productivo agrícola y particularmente en aquellos multidimensionales como los de la agricultura familiar, en el que actuar sobre uno solo de ellos no representa una respuesta satisfactoria al complejo mundo de lo rural.

Referencias

- Acevedo-Osorio, A., & Martínez-Collazos, J. (2016). *agricultura familiar en Colombia. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia*. <https://doi.org/10.16925/9799587600476>
- Acevedo Osorio, A., & Leiton, A. A. (2013). *Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos -MESILPA*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería.
- Arzaluz Solano, S. (2016). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región Y Sociedad*, 17(32). <https://doi.org/10.22198/rys.2005.32.a601>
- Comunidad Andina. (2012). *Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina*.
- Francelino Alves, A., & Saquet, M. A. (2014). La reproducción de las cooperativas de Agricultura familiar y economía solidaria: El caso de la Unión Nacional de Cooperativas de la Agricultura familiar y Economía solidaria (UNICAFES). *Perfil de Coyuntura Económica. Universidad de Antioquia*, (23), 125–144.
- Giagnocavo, C. (2014). Cooperativismo y agricultura familiar. *Anuario Fundación de Estudios Rurales*, 100–107.
- Hernandez, V. (2012). Agricultura, imaginarios y territorios: revisando la dimensión familiar en el escenario agro-rural contemporáneo. *Voces En El Fenix*, (12), 70–90.
- HLPE. (2013). *Investing in smallholder agriculture for food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the committee on World Food Security, Rome*.
- Instituto Agrícola Mariano Melendro. (2003). *Proyecto educativo Institucional con énfasis en gestión sostenible de cuencas hidrográficas en el Cañon del Combeima*. Atlas Impresores Ltda.
- Joao, C. C. (1998). *Agricultura Ecológica en Brasil. Perspectivas socioecológicas*. Universidad de Córdoba. España.
- Ministerio Agricultura. Resolución Numero 000464 de 2017. Por la cual se adoptan los lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura campesina, familiar y comunitaria. (2017). Retrieved from <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resolución No 000464 de 2017.pdf>
- Mora Delgado, J. (2008). Persistencia, conocimiento local y estrategias de vida en sociedades campesinas. *Revista De Estudios Sociales*, (29), 122–132.
- Urcola, M. (2016). Caracterización de la agricultura familiar a partir de un programa de desarrollo rural. El caso de los destinatarios de PRODERNEA. (1997-2007). *Trabajo y Sociedad*.

CIDE
EDITORIAL

The logo for CIDE Editorial features the word "CIDE" in a large, bold, sans-serif font above the word "EDITORIAL" in a smaller, all-caps, sans-serif font. Below the text is a stylized graphic of an open book with its pages fanning out.

ISBN: 978-9942-802-94-1



9789942802941