

GUARRACUCO

REVISTA CIENTÍFICA SOSTENIBLE

EDICIÓN 1 - DICIEMBRE DE 2022 - VILLAVICENCIO, META - ISSN: 2981-3220 (En línea)



Revista Guarracuco Sostenible
Publicación de Investigaciones
Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA



Presidenta Sala General
Nancy Espinel Riveros

Rectora
Leonor Mojica Sánchez

Vicerrector Académico, Investigaciones y Proyección
Social / Vicerrectora de Postgrados, Educación conti-
nuada y Proyección social
Luz Elena Malagón Castro

Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA
Carrera 32 No. 34B-26, Campus San Fernando
Villavicencio, Meta (- Colombia)
Teléfono: (57-8) 662 1825 Ext. 130
Fax: 662 1827

Jefe de Biblioteca “Juan Nepomuceno Mojica Angarita”
María Alejandra Peñaloza Sarmiento

Editor
Juan Manuel Bernate Martínez

Diseño y diagramación
Juan Manuel Bernate Martínez
Fabián Andrés Daza Castro

Revista Guarracuco Sostenible
ISSN: 2981-3220 (En línea)
Número 1
Diciembre de 2022
Villavicencio, Meta, Colombia

www.unimeta.edu.co

Editorial:

Comité Editorial

Linda Carolina Henao Rodríguez
Fundación Universitaria Konrad Lorenz

Luz Elena Malagón Castro
Corporación Universitaria del Meta

Doris Aguilera Hernández
Ejército Nacional

Jenny Katherine Cubillos Díaz
Corporación Universitaria del Meta

Comité Científico

Jenny Paola Lis Gutiérrez
Fundación Universitaria Konrad Lorenz

Andreina Moros Ochoa
Fundación Universitaria Konrad Lorenz

Jesús Hernán Camacho Tamayo
Universidad Nacional de Colombia

Carlos Bouza
Universidad de la Habana, Cuba

Melissa Lis Gutiérrez
Corporación Universitaria del Meta



Fotografía: Juan Manuel Bernate M.

TABLA DE CONTENIDO

Volumen 1 número 1
Julio-Diciembre 2021

| | |
|--|-----|
| Impacto de los ODS en el proceso de restructuración organizacional bajo el modelo de implementación del SGC de diez grandes pasos. Caso práctico Almacén y Taller Rectiamerica <i>Jefferson Humberto Herrera Alfonso</i> | 5 |
| Cómo ignoró Colombia deliberadamente la influencia del crimen organizado al crear la constitución de 1991 <i>Mauricio Beltrán Cristancho</i> | 29 |
| Acceso a la educación en Colombia: lo que nos dicen los datos de la encuesta anual de calidad de vida (2018) <i>Nohelia Andrea Cardozo Castaño & Linda Carolina Henao</i> | 49 |
| Asignación y distribución de biomasa en plantas de vivero de aguacate (<i>Persea americana</i> L.) micorrizadas <i>Imelda Montañez; Melissa Lis-Gutiérrez & Marco Cabezas</i> | 65 |
| Perspectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos”ectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos <i>Mónica Alejandra Rodríguez Aristizabal; Guisell Solangi Hernández Hernández & Paula Andrea Busa Riaño</i> | 76 |
| Un modelo de evaluación y construcción de procesos participativos con énfasis en proyectos ambientales. <i>Adela Parra Romero</i> | 93 |
| La influencia de la biomímesis en la arquitectura <i>Clemencia Meléndez Sáenz</i> | 107 |

Impacto de los ODS en el proceso de reestructuración organizacional, bajo el modelo de implementación del SGC de diez grandes pasos. Caso práctico Almacén y Taller Rectiamerica.

Por: **Jefferson Humberto Herrera Alfonso**¹
Profesor Postgrados - UNIMETA

Resumen

Objetivo. Este artículo pretende mostrar que los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), al ser creados como una exigencia clara y conjunta a los retos sociales, económicos y ambientales que demanda la sociedad, deben estar implícitamente asociados a las empresas del sector privado, quienes son finalmente los que generan la gran parte del impacto escalable, creciente y sostenido que se pretende lograr para 2030.

Metodología. Este artículo implica una investigación descriptiva cualitativa y cuantitativa de tipo estudio de caso donde se busca recopilar experiencias y condiciones pasadas que ayudan a determinar las características específicas del impacto de los ODS en el proceso de reestructuración organizacional, cultural, productiva y de liderazgo sostenible en la empresa Almacén y Taller Rectiamerica.

Resultados. La tendencia positiva de los KPI (Key Performance Indicator) del caso práctico de Almacén y Taller Rectiamerica indica que es posible realizar procesos de reestructuración empresarial y rediseño de la cultura organizacional a través de un ejercicio por etapas, donde se puede adquirir un nivel de madurez que le permita a la organización a lo largo de un periodo de tiempo poder alcanzar niveles sostenidos de alta calidad.

1. Profesor de especializaciones de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, Sistemas integrados HSEQ y Alta Gerencia. Corporación Universitaria del Meta –UNIMETA. Ingeniero industrial. Ingeniero de sistemas industriales. Magíster en Logística Externa y Transporte. Université Technologie de Troyes

Conclusiones. Existen muchas tendencias actuales relacionadas con la agenda 2030 en las cuales las pymes (pequeñas y medianas empresas) pueden invertir y que suponen importantes oportunidades de negocio, además de utilizar la innovación como aspecto diferenciador y de valor agregado a los servicios ofrecidos, que permiten entregar los servicios o productos en un tiempo acordado, a un precio de mercado, con una calidad acorde y con un nivel de servicio justo, variables que deben estar enmarcadas en la minimización de recursos, maximizando las utilidades.

Palabras clave: ODS, productividad, liderazgo, implementación, indicador.

Keywords: SDG, productivity, leadership, implementation, indicator.

Abstract-Goal. This article aims to show that the SDGs (Sustainable Development Goals), when created as a clear and joint requirement to meet the social, economic and environmental challenges that society demands, must be implicitly associated with private sector companies who are ultimately the ones who generate most of the scalable, growing and sustained impact that is expected to be achieved by 2030.

Methodology. This article involves a qualitative and quantitative descriptive investigation of the case study type where it seeks to collect past ex-

periences and conditions that help determine the specific characteristics of the impact of the SDGs in the process of organizational, cultural, productive and sustainable leadership restructuring in the company Almacén y Taller Rectiamerica.

Results. The positive trend of the KPI (Key Performance Indicator) of the Rectiamerica Warehouse and Workshop case study indicates that it is possible to carry out business restructuring processes and redesign of the organizational culture through an exercise in stages, where a level of maturity can be acquired that allows the organization over a period of time to achieve sustained levels of high quality.

Conclusions. There are many current trends related to the 2030 agenda in which SMEs can invest and which represent important business opportunities, in addition to using innovation as a differentiating and value-added aspect of the services offered, which allow the delivery of the services or products agreed upon with the client in an agreed time, at a market price, with an appropriate quality and with a fair level of service, variables that must be framed in the minimization of resources, maximizing profits.

I. INTRODUCCIÓN

El compromiso mundial con el desarrollo sostenible acordado en la agenda 2030 establece unos retos sociales, económicos y ambientales, que exigen una respuesta clara y conjunta en la que cada actor de la sociedad contribuya a crear un mundo más igualitario y en el que nadie quede atrás. (Casado, 2019, p. 4). Este desarrollo sostenible surge a partir de la preocupación que se da al considerar el desarrollo económico y social y los efectos que trae consigo en el medio ambiente (Aldana, 2019). Ahora bien, las constantes transformaciones socia-

les, económicas y políticas que se han venido experimentando gracias a las nuevas tecnologías han permeado al contexto colombiano, generando así una mayor demanda y preocupación hacia el crecimiento empresarial y la implicación de las políticas de expansión propias de la globalización (Fonseca, 2018, p.19). No basta simplemente con reconocer que existen dinámicas que deben ser controladas para garantizar la sostenibilidad de las empresas, se deben adquirir compromisos profundos con las personas para lograr que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) sean parte de la cultura organizacional y social de cada actor.

Evidentemente, la agenda 2030 entiende necesaria la participación del sector privado básicamente porque la desigualdad está presente en todos los países y es a partir de estas organizaciones que se puede generar más inclusión en pro de cumplir con las 169 metas de los 17 ODS. Esas metas requieren de una financiación para cumplirlas, que no pueden cubrir únicamente los fondos públicos y los fondos de cooperación (Casado, 2019). Entonces, para el cumplimiento de la agenda 2030 se requieren soluciones que combinen la actividad empresarial con impacto social y económico, pero haciéndose de forma sostenible en el tiempo, pues se busca lograr un impacto escalable y creciente.

Las organizaciones no pueden solo establecer estrategias para minimizar los impactos negativos en su desarrollo organizacional, sino que deben generar políticas dirigidas a conseguir impactos durables en aspectos claves como el medio ambiente, los derechos laborales y la salud de las partes interesadas.

En ese orden de ideas, según la norma NTC ISO 9000: 2015, “la adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una

organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible”. Lo anterior, en razón a que permite mejorar la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilita oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; aborda los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos, y, por último, pero no menos importante, tiene la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Es indispensable anotar que una organización que proporciona bienes o servicios, y que está orientada a la calidad, promueve necesariamente una cultura con comportamientos, actitudes, actividades y procesos cuyos resultados proporcionan valor agregado de sus procesos a través del cumplimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Por tanto, una organización debe tener una cultura de calidad sin importar su tamaño y objeto social, la cual, desde la alta dirección, debe generar acciones reales de cambio a partir de políticas organizacionales que busquen el cumplimiento de los ODS desde su aporte a la sociedad, sin que esto implique una obligación, sino que sea parte de su identidad corporativa.

El presente artículo pretende de una parte analizar ¿Cuál es el impacto generado por el ODS 8 –Trabajo decente y crecimiento económico y ODS 9 – Industria, innovación infraestructura, en un proceso de reestructuración organizacional, productiva y de liderazgo bajo el SGC (Sistema de Gestión de Calidad) ISO 9001: 2015 en la empresa Almacén y Taller Rectiamerica? Y, de otra parte, se pretende responder ¿Cómo el modelo de implementación del

SGC ISO 9001: 2015 a través de los diez grandes pasos permite adquirir una cultura de calidad que genere resultados sostenibles?

Es de anotar que se pretende enfocar la investigación sobre la base de tres perspectivas: 1) la económica, revisando aspectos como la perdurabilidad empresarial, el crecimiento y la competitividad; 2) la seguridad y salud en el trabajo, tomando como base la mejora de las condiciones laborales y de un mejor clima organizacional, el establecimiento de funciones, autoridades y responsabilidades a través del modelo de competencias laborales y la búsqueda de soluciones durables en productividad sin impactar la salud mental, producto de la resistencia al cambio, y 3) la innovación, tomando a su vez las propuestas e iniciativas de los trabajadores, y las tendencias en tecnologías de la información y comunicación existentes en el mercado.

Los ODS son de naturaleza universal y en esa medida trascienden fronteras y se aplican en cualquier mercado y en la comunidad, por lo que las empresas deben priorizar, aprender continuamente, actuar y medir, para así encontrar nuevas oportunidades según un ciclo de mejora continua. Se espera, a partir de los compromisos adquiridos en la agenda 2030, que la incorporación de los principios de los ODS en las pyme les permita ser más competitivas en el mercado con procesos equitativos para responder a las necesidades y expectativas de las partes interesadas en aspectos económicos, sociales y ambientales.

En ese contexto, los ODS son para las pymes no solo un reto para alcanzar una gestión más sostenible, sino una oportunidad de negocio que les puede abrir las puertas a nuevos mercados y mejorar su eficiencia y reputación, lo que por ende las llevaría a conseguir mejores resultados económicos

(CEPYME, 2020, p.71). Es decir, los ODS suponen la oportunidad de innovación y crecimiento que aún es ignorada por muchas empresas, en parte porque las motivaciones no han sido las correctas y el desarrollo sostenible ha sido visto como un sacrificio (Gómez, 2019, p.33). Por esta razón, durante los últimos años se ha creado un entorno de aprendizaje sobre el rol de las empresas en los ODS y su impacto en el desarrollo sostenible de las naciones.



Fig. 1. Oportunidades que ofrece el marco global de la agenda 2030 a las entidades empresariales. Tomado de guía para pymes ante los objetivos de desarrollo sostenible, 2020.

Sabiendo que los ODS son a la vez responsabilidad y oportunidad para las empresas, se supone un interés en las pymes familiares, pues se les reconoce como empresas con un valor enorme de crecimiento. En efecto, las pymes son entidades que cuentan con características específicas de tamaño, cantidad de empleados y volúmenes de ventas. Para reconocer una pyme como familiar, se debe mantener la condición en la que la familia determina la visión y los mecanismos de control de la empresa y contribuye a la creación de recursos y capacidades únicas (Gómez, 2019, p. 15). Dentro de sus principales aportes se consideran: 1) la capacidad que tienen para la personalización de los productos y servicios que ofrecen, y 2) sirven de apoyo a las medianas y grandes empresas en procesos productivos que agilizan y

bajan los costos de operación. Además, dentro de sus principales ventajas se encuentran: 1) capacidad de adaptación; 2) nivel de especialización en el producto, servicio y/o población objetivo; 3) capacidad de aprendizaje y de cambio estructural rápido; 4) Servicio y/o atención al cliente directo y procesos de comunicación directos, y 5) flexibilidad laboral (Fonseca, 2018, p. 27, 28). Pero estas empresas también registran una serie de falencias internas que obstaculizan su desarrollo. Entre estas pueden encontrarse: 1) la concentración del poder y la falta de delegación de funciones; 2) la tecnología aún incipiente; 3) la falta de planeación a corto, mediano y largo plazo; 4) los canales informales de comunicación, y 5) la deficiente administración del talento humano que las compone (Fonseca, 2018, p. 28).

En el mundo, las pymes son reconocidas como el principal motor del crecimiento económico, promueven un empleo decente, mejoran la calidad de vida de las personas e impulsan el cambio social a través de la generación de puestos que contribuyen a superar la pobreza y generar un desarrollo local sostenible (Núñez, 2019, p. 142). Para 2019, en Colombia, las pymes contribuyen significativamente al desarrollo socioeconómico, pues representaban casi el 92 % del total de las empresas del país y aportaron el 52 % del empleo, pero solo contribuyen al 25 % del PIB. Por lo tanto, el fortalecimiento de las políticas encaminadas a promover este tipo de empresas debe ser la prioridad para los agentes sociales, dado que esto redundará en beneficios que impactan en la calidad de vida de las personas (Núñez, 2019).

En el estudio exploratorio de Vélez (2008, p. 2) sobre las pymes en Colombia, donde participaron 110 empresas ubicadas en Bogotá, encontró que el 65 % de las mipymes familiares se encuentran aún a cargo de la primera generación, el 34 %, de la

segunda y solo el 1 % ha logrado superar dos procesos de sucesión hacia la tercera generación. Según Leiva (2006), citado por Fonseca (2018), el modelo de ciclo de vida empresarial de una mipyme está constituido por siete etapas que abarcan desde la creación de la empresa, pasando por expansión, profesionalización, consolidación, diversificación, integración y declinación/revitalización, donde se concluye que la transición de una etapa a otra depende principalmente de: 1) rol del emprendedor; 2) enfoque de gestión; 3) rol de los recursos humanos; 4) estructura organizacional; 5) indicadores financieros, y 6) infraestructura. De esta manera, el apoyo que estas empresas requieren para su crecimiento debe ir garantizado y orientado a la alineación, fortalecimiento y mejoramiento de estas condiciones, logrando un proceso evolutivo eficaz y acorde a los planteamientos de los ODS 8 y 9 (Fonseca, 2018).

Estas empresas presentan una cantidad pequeña de inversión de capital y una base de recursos que predomina de forma local, generando una cantidad importante de empleos. A pesar de estos avances, Colombia tiene aún mucho por desarrollar en la participación de la industria manufacturera dentro del PIB, que fue de 11,3 % en 2017, continua en descenso frente a otros países. Esto implica un enorme reto para el crecimiento y fortalecimiento de las pymes colombianas, especialmente a partir de procesos de innovación y desarrollo de nuevos mercados, pues tienen un bajo uso de plataformas de desarrollo industrial y financiación que no les permitan mejorar sus procesos. Se espera que, al poder acceder a esas plataformas, se logre una mayor eficiencia orientada a industrialización inclusiva y sostenible con generación de empleos decentes, como lo implica el ODS 8 (Ochoa, 2019, p. 16). Bajo este contexto, la innovación es fundamental para hacer fortalecer

y potencializar los procesos para mejorar la calidad de los proyectos que se crean en torno a los ODS. Evidentemente, innovar es algo que se puede lograr tanto en productos como en servicios, lo cual es muy beneficioso para el cumplimiento de los ODS, ya que se si aplican las herramientas de innovación, se estaría un paso más allá del éxito sostenido (Aldana, 2019), como hoy se fundamenta en la norma ISO 9004: 2018 –Gestión del éxito sostenido.

La contribución de las empresas a los ODS puede abordarse desde tres enfoques, no excluyentes y con diferente retorno: 1) acciones filantrópicas que buscan mejorar las condiciones de su entorno; 2) acciones para mejorar sus procesos productivos, y 3) desde el desarrollo de productos y servicios innovadores enmarcados en la sostenibilidad. La adopción de los ODS en el año 2015 creó grandes expectativas en las organizaciones, pues, sin lugar a dudas, son las empresas las que pueden y deben contribuir al logro de las 169 metas de los ODS. A este punto, la incógnita debe ser entonces cómo hacerlo de forma efectiva, pudiéndose hacer a través de dos posibilidades: 1) el negocio tradicional o 2) buscando cambios en procesos, productos, mercados, para hacer nuevas contribuciones (Vives, 2020). Estas contribuciones le pueden traer a la empresa beneficios reputacionales y económicos a través de la reducción de costos y mejoras en su eficiencia operacional, la generación de nuevos modelos de negocio y el desarrollo de nuevas alianzas comerciales (Ochoa, 2019, p. 15).

Ahora bien, las empresas pueden aportar en gran medida al ODS 9 desde la aplicación de procesos de innovación en todas las áreas mejorando las condiciones laborales y sociales de las partes interesadas. Esto supone para estas organizaciones el reto de medir continuamente su desempeño a través de los

indicadores claves de gestión (KPI, por sus siglas en inglés), que permitan evaluar los procesos estratégicos y el impacto de la innovación en los resultados. Se deben tratar de aprovechar los ODS y el cambio de mentalidad asociado a la toma de conciencia, estrategias empresariales, políticas organizacionales y gestión de los procesos, bajo el contexto de los gobiernos en los que operan estas empresas, para poder acentuar su contribución, siendo este uno de los factores claves según el capítulo cuatro de la NTC ISO 9001: 2015.

Según Vives (2020), para que estas contribuciones de la empresa privada a los ODS sean legítimas, se deben tener en cuenta cinco factores: 1) contribuciones significativas no triviales; 2) contribuciones incrementales a lo que se venía haciendo tradicionalmente; 3) contribuciones relacionadas con la actividad de la empresa; 4) contribuciones que generen impacto medible pero que deben producir algún cambio, y 5) contribuciones sostenibles en el tiempo.

Existen muchas tendencias actuales relacionadas con la agenda 2030 en las cuales las pymes pueden invertir y que suponen importantes oportunidades de negocio, siendo las más relevantes la salud de los empleados, asociada al ODS 3; las energías renovables, asociados al ODS 7; la digitalización, asociada al ODS 9; la reutilización y reciclaje, asociados al ODS 12, y la transparencia, asociada al ODS 16. Para maximizar la contribución a los ODS es indispensable definir las prioridades de las pymes, luego de un diagnóstico inicial de los procesos, con el objetivo de medir los impactos reales y potenciales. Una vez estos ODS hayan sido identificados, la pyme deberá asociar una serie de indicadores para medir la contribución de la empresa a los ODS, para poder monitorear los resultados a lo largo del tiempo

(CEPYME, 2020). Por ejemplo:

1. **ODS 3:** tasa de accidentalidad, tasa de absentismo laboral.
2. **ODS 8:** promedio de horas trabajadas, tasa de rotación de personal, variación del sueldo frente a la curva de mercado del país o de la región.
3. **ODS 12:** tasa de reutilización de materiales en el proceso, tasa de residuos reciclados, consumo promedio de agua, energía, gas.
4. **ODS 13:** tasa de emisiones generadas producto de las operaciones.

Evidentemente, estos indicadores deben ir asociados a unas metas razonables y en contribución a la política y sus objetivos de calidad, según los lineamientos de la NTC ISO 9001: 2015, donde se deben realizar análisis de tendencias para garantizar la eficacia del sistema de gestión de calidad y el impacto positivo en las partes interesadas. Por esta razón, los compromisos de la agenda 2030 deben estar integrados en la gestión interna de las empresas, de forma que cada acción se vea reflejada en el respectivo ODS asociado a los procesos estratégicos, misionales y de apoyo ya constituidos.

Sin embargo, en las pymes colombianas se dificulta la aplicación de los ODS, puesto que carecen, en su gran mayoría, de instrumentos de medición o de seguimiento a nivel operativo y organizacional y en especial para la supervivencia y expansión de las pymes, como lo son la distribución de competencias, las prácticas contractuales restrictivas, la descoordinación de la nación con las regiones, el desconocimiento de las dinámicas y apuestas regionales, políticas y programas inflexibles y poco pertinentes al contexto regional, la desarticulación entre los ámbitos urbano y rural tanto en la ejecución de los ODS como en la recopilación de datos que se tiene

de los dos ámbitos, la falta de integridad de las políticas que se enfoquen al cumplimiento de objetivos y la falta de continuidad de las políticas y programas entre los gobiernos (Ochoa, 2019, p. 36). Esto se complementa con la situación económica del país, en especial luego del efecto económico y social que dejó la pandemia por la COVID-19, el acceso a la financiación, el sistema tributario inequitativo, el acceso a los mercados internos y externos, el orden público y las dificultades de una justicia transicional, la legislación laboral, la calidad y disponibilidad del talento humano (Fonseca, 2018). Lo anterior puede fácilmente verificarse, ya que de acuerdo con el Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) del Departamento Nacional de Planeación (DNP), solo el 38 % de los departamentos tiene un grado de inclusión en sus planes de desarrollo con estrategias promedios de apropiación. Para Colombia, el ODS 9 fue el más financiado en el año 2018 con 86 millones de dólares, cuyos principales destinatarios fueron los programas del Fondo Emprender del Sena e iNNpulsa (Ochoa, 2019, p. 36). El DNP y el Dane han informado que Colombia ya está produciendo el 54 % de los indicadores de seguimiento de los ODS. Además, tiene información parcial de 30 % de indicadores faltantes y señala que no tiene capacidad para producir el 16 %.

Los ODS con más información son: ODS 3 –buena salud, ODS 5 –igualdad de género, ODS 8 –empleo digno y crecimiento económico y ODS 9 –innovación e infraestructura. En Colombia, los retos que plantean los ODS están acentuados por su baja capacidad de investigación e innovación, en comparación con potencias científicas y tecnológicas. Sin embargo, hay elementos favorables que pueden convertirse en oportunidades de desarrollo sostenible, como biodiversidad, riqueza cultural, potencial de producción de alimentos, transición hacia la paz,

incremento de la producción y colaboración científica (Chavarro, 2017, p. 28). Desde estos enfoques, para las empresas una implementación exitosa de los ODS 8 y 9 les permitirá encontrar un entorno de apoyo para hacer negocios bajo condiciones operativas equitativas y duraderas, aplicando tecnologías de la información y de comunicación para aumentar su eficacia y generar valor agregado a los productos y/o servicios ofrecidos, cuyo resultado puede en gran medida minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y a la vez reducir los costos y los riesgos asociados a la apertura de nuevos mercados.

Emanuel Ochoa, en su estudio “ODS número 9 industria, innovación e infraestructura y número 17 alianzas para lograr los objetivos y su efecto en las pymes para Colombia”, realizó en el año 2019 una encuesta en Medellín a 25 empresas, para identificar el grado de conocimiento e inclusión de los ODS 9 y 17. Es revelador encontrar que cuando se indagó por la aplicación de los principios de sostenibilidad, el 48 % de los encuestados manifestó que no hay claridad, o contemplan simplemente la sostenibilidad como procesos únicamente ambientales; consideran que su mayor aporte es la digitalización de procesos y el menor consumo de papel, lo cual es un síntoma del desconocimiento del impacto en la productividad que estos ODS pueden generar en las empresas.

Ahora bien, para el 52 % de los encuestados, que aplica conceptos de los principios de sostenibilidad en la cadena de valor, lo hace a través de mejoras en sus procesos de producción y gestión de su talento humano, de gestión de las TIC, maquinaria y materias más sostenibles, pero pocos consideran la gestión de residuos y de recursos como elementos de innovación. Del análisis de estas encuestas practicadas, ese investigador concluyó que, “tanto a nivel nacional como regional, se evidencia una fal-

ta de conocimiento y aplicación de los ODS en las empresas, pese a que se reconoce la importancia de estos en la sostenibilidad ambiental del planeta, no se percibe como un elemento imprescindible para mejorar la productividad de las empresas, dato que se pudo identificar en las encuestas y la revisión de apropiación de los ODS”.

Es por esta razón que este artículo pretende ser una guía conductora para las pymes en Colombia sobre los efectos positivos de la implementación de procesos de calidad y de la medición de los resultados en la búsqueda de una sostenibilidad corporativa, y por ende, de un aporte a los ODS 8 y 9. Según Pinillos & Fernández (2011), citado por Fonseca (2008), la sostenibilidad corporativa es entendida como “un enfoque de negocio que persigue crear valor a largo plazo para los accionistas mediante el aprovechamiento de oportunidades y la gestión eficaz de los riesgos inherentes al desarrollo económico, medioambiental y social”. Un empresario debe ver su organización como un sistema abierto que mantiene relaciones e interacciones definidas dentro de un contexto interno y externo, que deben ser entendidas y reguladas para lograr sacar provecho de los riesgos vistos como oportunidades. En efecto, las empresas no son entidades ajenas al contexto social, político, económico, cultural y ambiental de un territorio, sino organizaciones que pueden y deben estar continuamente permeadas por conceptos de competitividad y de crecimiento empresarial, que buscan minimizar el consumo de recursos para maximizar las utilizadas con el menor impacto negativo posible para la sociedad y el medio ambiente.

Hablar de sostenibilidad corporativa también es hablar de sostenibilidad empresarial, y en parte porque se busca que las organizaciones, sea cual sea

su sector y tamaño, tengan la capacidad de sostenerse en el tiempo “satisfaciendo las necesidades de la generación sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987). En ese orden de ideas, la perdurabilidad empresarial debe ser vista como el tiempo de funcionamiento de la empresa, que según Fonseca (2018) puede llegar a ser en promedio de 12 años para una pyme. Ese tiempo está determinado en gran medida por aspectos económicos, que se enmarcan por factores sociales propios del territorio donde estas organizaciones se acentúan y, por último, con el impacto medio ambiental de sus procesos productivos.

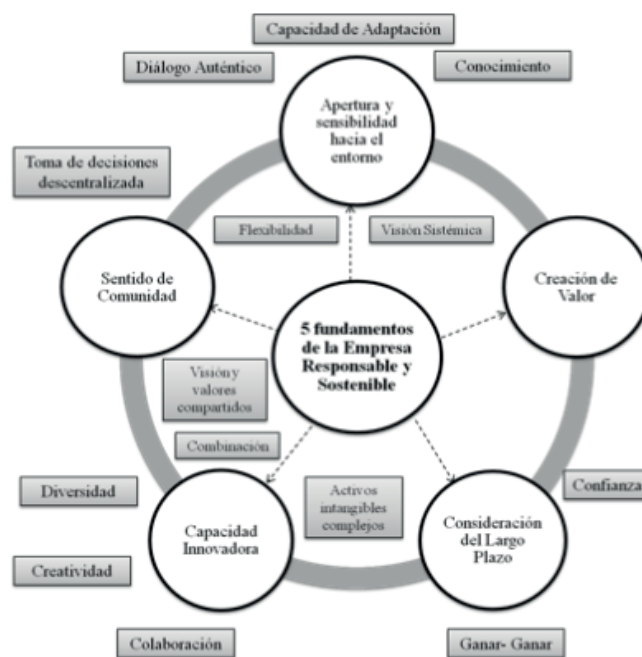


Fig. 2. Fundamentos de la empresa responsable y sostenible. Tomado de Fonseca D. 2018.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), son siete las dimensiones de vulnerabilidad representadas en la fig. 3, que pueden influir en

la cultura organizacional y que dependen en gran medida de cómo la alta dirección logre orientarlos hacia el mantenimiento del desempeño, cuidando la satisfacción en el trabajo. Esta satisfacción puede verse desde tres perspectivas: 1) el compromiso con el trabajo; 2) el compromiso organizacional, y 3) la actitud general hacia el trabajo.

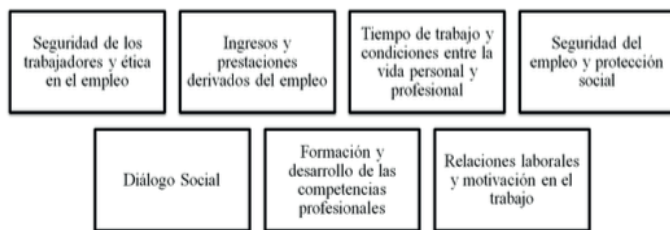


Fig. 3. Dimensiones de la calidad del trabajo. The statistical framework for measuring quality of employment. OIT. 2015. Tomado de Fonseca D. 2018.

Es así como los ODS están implicados en las pymes, pues como lo indica Fonseca (2018, p. 52), este tipo de organizaciones no solo tienen como reto la incursión y posicionamiento dentro de un mercado altamente competitivo, donde cada vez más es compleja la generación de valor para ajustarlo a las necesidades y expectativas de las partes interesadas, sino que en paralelo deben adaptar su gestión a un nuevo enfoque de sostenibilidad, que les permita cumplir, de una parte, con la normatividad, y de otra, tener un rol activo en la sociedad y la economía, desarrollando una ventaja competitiva a nivel social y medioambiental en un contexto favorable para la gestión del éxito sostenido. Esto solo puede darse si las pymes disponen de herramientas que permitan una gestión eficaz de todo el flujo de información que se produce y que sirve como base para mejorar los procesos (Núñez, 2019), establecidos bajo los requisitos del sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2015. La gestión de esta información es clave para establecer acciones orientadas a mejorar los resultados de los indicadores asociados

a los ODS y, en general, para la toma de decisiones en todos los niveles de la organización.

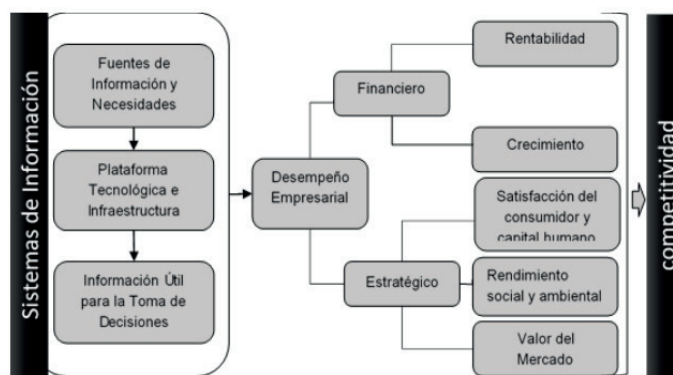


Fig. 4. Impacto de los sistemas de información en la competitividad de las pymes. Tomado de [11] Núñez, W. N., Cuello, Y. I. L., & Ruíz, L. K. J. (2019)

II. METODOLOGÍA

Este artículo implica una investigación descriptiva, cualitativa y cuantitativa de tipo estudio de caso, que buscó recopilar experiencias y condiciones pasadas que ayudan a determinar las características específicas de este estudio. De una parte, se pretendió hacer una revisión bibliográfica de las condiciones bajo las cuales los ODS han generado contribuciones económicas, sociales y de productividad en las pymes, y por otra, se buscó analizar los procesos puestos en marcha en la empresa Almacén y Taller Rectiamerica, del sector de actividad industrial, para comprender la implicación de los ODS en los procesos de reestructuración organizacional, cultural, productiva y de liderazgo sostenible bajo los principios de calidad ISO 9001: 2015.

Es así como este artículo de investigación se apoyará sobre la experiencia teórica y práctica de su investigador en el transcurso de todo el proceso de reestructuración de Almacén y Taller Rectiamerica, así como de datos históricos recopilados des-

de el año 2015 hasta 2020 a través de la medición periódica de los KPI, con el fin de poder concluir sobre la utilidad del modelo de diez grandes pasos en el arraigo de la cultura de calidad actual de esta empresa y los potenciales aportes medibles de una adopción de un pensamiento basado en procesos.

III. RESULTADOS

El conjunto de requisitos de la norma ISO 9001: 2015 para la gestión de la calidad en las organizaciones, independientemente del tamaño o sector al que pertenezcan, refleja una metodología organizada, estructurada, creativa y, en ocasiones, práctica para poder administrar los procesos. En otras palabras, es un modelo de gestión que permite asegurar de forma sostenida la mejora del desempeño de las organizaciones y, en general, de la eficacia de los procesos, a partir de la planificación, análisis, control y la mejora continua de estos. Lo anterior, con base al cumplimiento de requisitos o lineamientos del producto o del servicio establecidos por normativas propias de cada país, o simplemente como medio para lograr la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes. Esto requerirá por supuesto la creación de un proyecto de implementación y desarrollo que tenga el apoyo intrínseco e inequívoco de la alta gerencia, de tal manera que se asignen los recursos financieros, administrativos y el talento humano adecuados para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Ahora bien, la implementación de un SGC requerirá de un esfuerzo adicional del empleado en las actividades diarias de las organizaciones antes de que se produzcan beneficios internos significativos, lo que muchas veces se convierte en el desafío para quienes implementan este tipo de sistemas, pues los

gerentes desean medir de forma rápida y sustancial la inversión realizada, cuestión que no es visible de igual manera para todas las organizaciones.

Lograr certificar una organización del sector privado no es una tarea sencilla, pues requiere de un conocimiento técnico de los requerimientos propios, esto en gran parte por el carácter formal y en ocasiones ambiguo de la propia norma. Sin embargo, a través del modelo de implementación de los diez grandes pasos, cualquier organización independientemente de su tamaño y sector de actividad podrá tener directrices claras sobre el camino que debe seguir para realizar un proceso de reestructuración organizacional y en paralelo, implementar el proyecto llamado certificación en SGC bajo ISO 9001: 2015 en los tiempos y recursos acordados con la alta dirección. Este modelo de implementación y reestructuración organizacional está dirigido a responsables de calidad o gerentes que requieran estructurar y planificar un proyecto organizacional, técnico y económico de las dimensiones antes citadas.



Fig. 5. Metodología de 10 grandes pasos para la reestructuración organizacional y certificación en ISO 9001:2015. Fuente: elaboración propia. 2019.

Registrada en la Cámara de Comercio de Villavicencio el 13 de mayo de 1993, bajo el número 0038226 con el nombre de Almacén y Taller Rectiamerica, se encuentra ubicada en la carrera 35 No. 21-60 del Barrio San Benito de Villavicencio, en sede propia que ocupa una superficie de 980 metros cuadrados. Esta empresa metalmeccánica, especializada en la prestación del servicio de rectificación de motores de combustión interna de uso automotriz, nació con la visión de ser una organización que cumpliera con todas las expectativas de los clientes del transporte terrestre y fluvial en los Llanos Orientales. Comenzó labores en 1990 en un pequeño salón en casa de los abuelos con una rectificadora de mesa, un taladro de pedestal pequeño y unas pocas herramientas de mano, las necesarias para encamisar motores fuera de borda principalmente. Con objetivos trazados a corto y mediano plazo y una férrea disciplina financiera en la adquisición de máquinas, equipos y herramientas, la empresa se adaptó a los cambios del mercado para cubrir la totalidad de operaciones del servicio de rectificación de motores de vehículos automotores y de maquinaria pesada y agrícola; así mismo, con el objetivo de alcanzar las metas de largo plazo que ubican la organización en el liderazgo del sector. Almacén y Taller Rectiamerica es una empresa familiar que, de la unión entre la técnica, la disciplina administrativa y el esfuerzo constante, ha ido construyendo la herencia, ampliando el horizonte profesional para sus colaboradores y aportando valor para sus clientes y su entorno social. Adoptaron la opción de construir una cultura de la calidad, ganando flexibilidad y capacidad para adaptarse a las condiciones cambiantes de los fabricantes de motores y al contexto externo de la adquisición de repuestos, propiciando espacios para la innovación y la creatividad.

Gracias al reconocimiento que Almacén y Taller Rectiamerica adquirió en el sector metalmeccánico, en el año 2008 fue premiada por Ecopetrol para iniciar el proceso de certificación en la NTC ISO 9001: 2008. Una vez el sistema de gestión fue implementado en 2009, la organización empezó un nuevo rumbo formalizando sus procesos y haciendo su mayor esfuerzo por ajustarse a las nuevas necesidades del mercado, que exigían procesos estandarizados para poder seguir contratando, gracias a que la alta dirección tenía un fuerte compromiso por generar un mayor impacto en la región y conseguir nuevos clientes. Sin embargo, desde el otorgamiento del certificado del sistema de gestión de calidad de parte de Icontec hasta el año 2014, la empresa entró en un declive organizacional producto de toma de decisiones tardías, la generación de expectativas a las partes interesadas que no fueron cumplidas, altas tasas de garantías, bajas tasas de rentabilidad, insatisfacción laboral, insatisfacción entre los socios, inversiones sin retorno a mediano plazo, no conformidades mayores en las auditorías externas, pérdida de clientes, altos tiempos de entrega de motores, demoras en recoger y entregar los motores, baja rotación de *stock* de repuestos, tasas medias de accidentalidad laboral, insubordinación laboral, pérdida de autoridad administrativa y ausencia de liderazgo organizacional y operativo.

Es así, como en noviembre de 2014 se lanza un proyecto de reestructuración organizacional y de re-concepción del sistema de gestión de calidad bajo cuatro pilares: 1) diagnóstico de brechas frente a la NTC ISO 9001: 2008; 2) plan de trabajo en base a los resultados del análisis de brechas y del modelo de diez grandes pasos de reestructuración organizacional; 3) presupuesto del proyecto de reestructuración, y 4) autorización expresa de la alta dirección para tomar decisiones frente a cambios

en los procesos. Con el objetivo de que el lector encuentre este artículo pertinente, práctico y como ejemplo a seguir, se va a abordar cada paso del modelo de los diez grandes pasos junto con los cambios necesarios en un proceso de estas dimensiones.

Primer paso: decisión de la alta dirección según análisis de brechas

En toda la teoría organizacional respecto a los procesos de gestión del cambio y de reestructuración organizacional se pueden encontrar las mismas frases de cajón como “la alta dirección debe estar comprometida en implementar el SGC”, pero en realidad, ¿qué significa “estar comprometido”? En efecto, la motivación de la alta dirección de Almacén y Taller Rectiamerica para implicarse en el proceso de reestructuración organizacional y re-concepción del SGC se dio principalmente por tres aspectos fundamentales: 1) necesidad de mejorar la operatividad organizacional; 2) exigencia de los clientes, y 3. pérdida de ventaja competitiva en el mercado como aspecto diferenciador.

Al realizar el análisis de los resultados del diagnóstico de brechas frente a la NTC ISO 9001: 2008, el panorama fue preocupante pues el margen de cumplimiento era de un 62 %, (muy por debajo de empresas certificadas en la norma), producto de altas tasas efectivas de garantías, poca comunicación entre procesos, altas tasas de quejas efectivas, insatisfacción del cliente, entre otros. A este punto, a la alta dirección se le dificultó aceptar que había cosas que no iban del todo bien, pero estaban convencidos de que algo podía hacerse para mejorarlas teniendo disposición al cambio y asumiendo que las estrategias que funcionaron en el pasado no necesariamente estaban funcionando en el presente.

Herramienta para el Diagnóstico de la Situación de la Calidad (Norma 9001-2008)

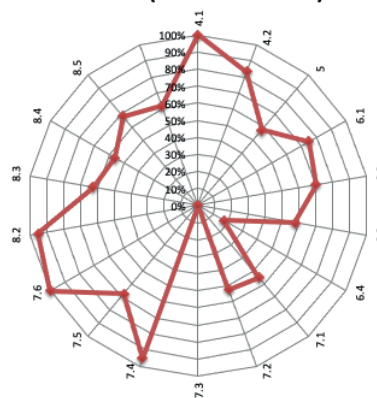


Fig. 6. Herramienta para el diagnóstico de la situación de la calidad (Norma 9001-2008). Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2015.

Esta reflexión del análisis de brechas los hizo ver las cosas de otra manera, pues no necesariamente debían empezar de cero (para algunas actividades solo se necesitaban pequeñas modificaciones para adaptarlas a los requisitos de la norma), y, en efecto, era posible aprender de los errores. De lo anterior, la alta dirección tomó la decisión de autorizar el inicio del proyecto de reestructuración organizacional y re-concepción del SGC, ligado a sus intereses y, en general, de sus necesidades y expectativas.

Segundo paso. Planificación y gestión organizacional

La planificación del proyecto de reestructuración organizacional y re-concepción del SGC se realizó a través de la gestión de proyectos. Para esto, se definió el comité implementador donde estaba presente un miembro de la alta dirección, el responsable de calidad y los trabajadores que la organización consideró pertinentes para tal efecto. El comité implementador siempre tuvo la autonomía y el poder de decisión suficiente para solucionar los

problemas, recibir los recursos de forma oportuna y en las cantidades autorizadas en el paso 1, además de tener la capacidad implícita para cumplir con las metas propuestas para cada periodo de tiempo. El objetivo del comité implementador fue el de establecer la estructura del proyecto; a partir de los resultados del análisis de brechas se definió un plan de trabajo por cada uno de los requisitos sobre los cuales existía una divergencia, definiendo responsabilidades, recursos necesarios previstos, fecha de inicio, fecha prevista de terminación, fecha real de terminación y el estado del requerimiento (sin implementar, en curso, implementado totalmente).

En este tipo de planes se suele visualizar los posibles escenarios futuros mientras se actúa en el presente y se verifica el pasado. Esto permitió describir en forma detallada y secuencial los pasos necesarios para la ejecución de cada paso definiendo el compromiso de cumplir con los tiempos allí pactados y las características propias de satisfacción de cada requisito de la norma.

Tercer paso. Identificación, análisis y aprobación

Era evidente que para que el SGC fuera efectivo, se debían identificar los procesos clave de Almacén y Taller Rectiamerica a través de un análisis profundo de lo que la organización hace para crear valor agregado para las partes interesadas. Para este efecto, se definió un mapa de procesos que permitía visualizar de forma lógica, práctica y clara las interfaces entre los procesos con relación a la calidad de los productos y/o servicios ofrecidos por la organización. Uno de los grandes problemas de la empresa era que las personas no sabían ni se apropiaban de los procesos, pues solo los estudiaban cuando sabían que iban a ser auditados. No existía un hilo conductor que per-

mitiera focalizar el esfuerzo de toda la organización desde la entrada del motor, hasta la entrega al cliente luego de realizados todos los procesos, y previo pago de los servicios ejecutados.

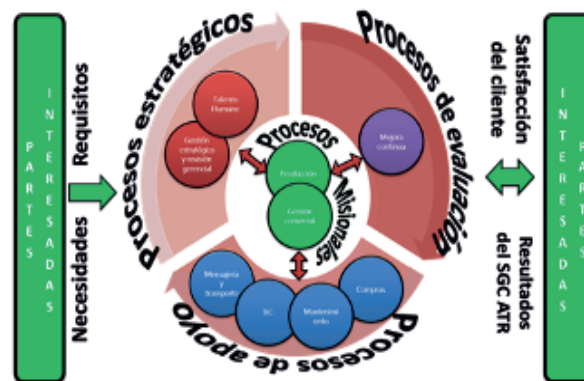


Fig. 7. Mapa de procesos reestructurado bajo un enfoque de productividad y de lógica por etapas. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2015.

Este hilo conductor fue ejecutado y diseñado desde el plan de calidad, pues se requirió identificar la forma en que los métodos, recursos y secuencias de procesos interactúan para cumplir con los requerimientos del SGC, por lo que se determinaron las mediciones necesarias para identificar y analizar la capacidad de los procesos de cumplir las metas de la organización, pues los requisitos se traducen en el cumplimiento cuantitativo de los objetivos de calidad trazados por la alta gerencia. En efecto, cada requisito de calidad documentado se convierte en factor de los procesos que deben ser controlados según frecuencia establecida, cuyos límites de control deben permanecer dentro de los rangos normales de variación de cada indicador. Estas características medibles y las especificaciones propias de cada proceso empezaron a ser definidas dentro de la caracterización de los procesos bajo herramientas de ayuda a la decisión, elaboradas a partir de macros en Excel y de la extracción de la información que

se recolectaba con cada orden de trabajo ejecutada.

Una vez realizado el mapa de procesos y la caracterización de estos, junto con el plan de trabajo aprobado por el comité implementador y de la alta gerencia, se diseñó un modelo de producción para orientar a la organización por procesos y establecer metas medibles, en paralelo al rediseño por estructura de etapas lógicas del SISATR (sistema de información hecho a la medida para la empresa) con el que ya contaba la empresa desde 2012, pero que no se adaptaba a las necesidades y expectativas del nuevo modelo del SGC ni del sistema de producción creado.

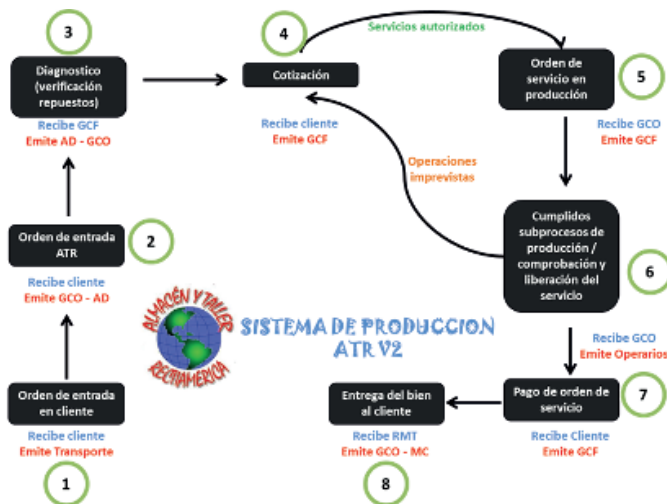


Fig. 8. Sistema de producción ATR. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2015.

Una vez el sistema de producción fue definido por el grupo reestructurador, se presentó a todos los niveles del talento humano de la organización, haciendo entender que los cambios se producían por situaciones que ocurrían dentro y fuera de la organización, así como efecto del entorno de mercado, por la velocidad de respuesta a la disminución de la demanda de los clientes, o simplemente por fac-

tores varios que hacían pensar en el cambio como una experiencia necesaria para escapar de la inoperancia y pérdida de motivación por la monotonía de las actividades diarias. Recogidas las recomendaciones de talento humano, se estructuró el sistema de producción junto con las normas en producción, manuales de funciones por competencias laborales, asignación de autoridad y responsabilidad, definición de roles dentro de la organización, un plan de capacitación intensivo, reglas de convivencia acompañadas de la creación del reglamento de higiene y seguridad industrial, definición de tareas asignadas por cada etapa y documentos asociados. La estrategia siempre fue la de explicar lo que se iba a hacer claramente y sobre todo porqué se estaba haciendo, incluyendo las implicaciones de la implementación del SGC en las personas y en general del impacto esperado en la organización.

Cuarto paso: diseño del SGC, y quinto paso: creación base documental del SGC

Antes de iniciar la redefinición y reestructuración documental de lo existente, se recopiló la máxima información confiable de la organización. No necesariamente significaba que lo que se estaba haciendo estaba mal, implicaba que se debía afinar mejor o ajustar esas actividades a los requisitos organizacionales, técnicos y humanos que Almacén y Taller Rectiamerica requerían realizar productivamente y con efectividad. Para esto, fue fundamental hacer un análisis de contexto de la empresa donde se definieron las necesidades y expectativas de las partes interesadas, y la prioridad con la que se abordarían cada una de ellas, pues bajo el anterior modelo de SGC, todo era prioritario, pero no se hacía mayor esfuerzo por cumplir lo prometido. La información recopilada permitió definir de forma estratégica las directrices en materia de calidad, cuyo resultado

fueron las políticas de calidad y sus objetivos reestructurados, con más eficacia al medir los procesos y en una mayor capacidad para mostrar resultados que permitieran un análisis de tendencias.

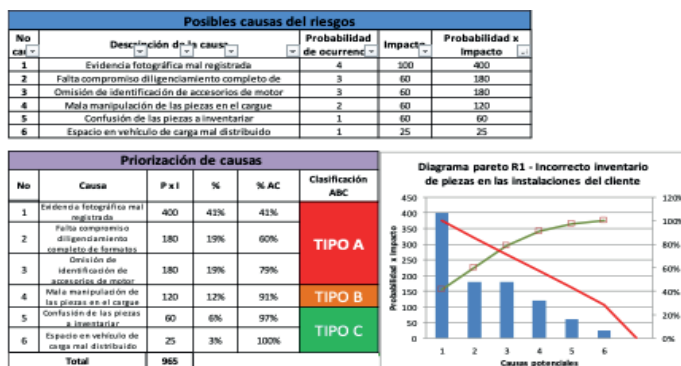


Fig. 9. Desarrollo metodología AMEF para la gestión de riesgos de los procesos. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2016.

Un análisis bajo la gestión de riesgos según ISO 31000 fue lo ideal para establecer los riesgos de los procesos presentes en cada etapa del nuevo sistema de producción. Esto fue clave en la reestructuración organizacional y re-diseño del SGC, porque si el equipo de trabajo no conocía de entrada los riesgos de sus procesos ni cómo afrontarlos, entonces, ¿cómo podía anticiparse a diseñar procedimientos que le permitieran cumplir con las necesidades y expectativas de las partes interesadas? Era claro en este punto que no se iba a documentar por documentar, pues ese fue uno de los grandes errores del anterior modelo del SGC, en que se copiaron muchos formatos de internet que el talento humano de Almacén y taller Rectiamerica no entendía cómo aplicar, ni mucho menos cuál era el objetivo de diligenciarlos, pues la información se quedaba guardada en los anaqueles del responsable de calidad y nunca era compartida.

| PROCESO | | PROCEDIMIENTOS | | | | | | | |
|----------------|--------|----------------|------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|--------|
| PROCESO | CODIGO | VERSION | DESCRIPCION | ELABORADO | APROBADO | FECHA APROBACION | FECHA ALERTA | FECHA REVISION | ESTADO |
| Talento humano | MP23 | 13 | Gestion talento humano | Jefferson Herrera | Humberto Herrera | 21/02/2020 | 21/11/2022 | 21/02/2023 | Valido |

| PROCESO | | FORMATOS | | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--|
| PROCESO | CODIGO | VERSION | DESCRIPCION | ELABORADO | APROBADO | FECHA APROBACION | MANUAL DE PROCESO | |
| Talento humano | F-23-FE-01 | 4 | Informe seguimiento | Jefferson Herrera | Humberto Herrera | 10/11/2016 | MP23 | |
| Talento humano | F-23-FE-02 | 4 | Reporte de capacitaciones | Jefferson Herrera | Humberto Herrera | 10/11/2016 | MP23 | |
| Talento humano | F-23-FE-03 | 3 | Evaluación de capacitaciones externas | Jefferson Herrera | Humberto Herrera | 10/11/2016 | MP23 | |
| Talento humano | F-23-EV-06 | 2 | Reporte de evaluación de | Jefferson Herrera | Humberto Herrera | 12/11/2016 | MP23 | |

Figura 24 Listado maestro de documentos. Fuente: Almacén y taller Rectiamerica. 2019

Fig. 10. Base documental del SGC. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2020.

Entendiendo su importancia, el primer procedimiento rediseñado fue el manual de calidad, información sobre la cual se documentaron: 1) directrices en calidad (política y objetivos de calidad); 2) caracterizaciones de los procesos; 3) responsabilidades y autoridades del SGC, y 4) análisis de contexto (cuestiones internas y externas). Era claro para el comité de reestructuración organizacional y de rediseño que el SGC no podía seguir siendo muy robusto e incomprensible, con muchos documentos sin interrelación y con una falta de comprensión de quienes los iban luego a aplicar, por lo que se trabajó en una base documental y en la implementación del más ambicioso proyecto: la digitalización de la documentación mediante un servidor, computadores de soporte y una red cableada por toda la empresa que administrará el SGC.

Este esfuerzo supuso en 2015 la inversión de alrededor de 40 millones a la organización, que rápidamente empezó a dar frutos, pues la información podía ser clasificada, creada y gestionada de forma segura de acuerdo con el rol del usuario asignado y los permisos que se le otorgaran. El objetivo principal de digitalizar la información era la de asegurarse que los trabajadores de producción ingresaran

al sistema de información (SISATR) la información técnica, y en general cualquier información requerida en alguno de los ocho grandes pasos del sistema de producción. Esto supuso un gran aporte a los preceptos del ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), pues era la primera vez en la Orinoquia que una empresa de este tipo implantara este tipo de procesos.

Las versiones anteriores del SISATR solo eran de uso exclusivo de los roles administrativos, quienes debían ingresar cantidades masivas de información al sistema, datos que perfectamente podían ser ingresados más rápidamente y de forma más pertinente por quienes realizaban los procesos. Así pues, se

asignaron roles para acceso a la información en el servidor alojada en el SGC, pero también para poder acceder a la información disponible de cada orden a través del SISATR. Este sistema, luego de analizar su pertinencia para la empresa y al constituirse como único en su género, fue inscrito por Almacén y Taller Rectiamerica en el Ministerio del Interior para efectos de los derechos de autor. En efecto, este sistema de información es de tipo ERP (Enterprise Resource Planning), que puede gestionar las órdenes que se ejecutan a través de las ocho etapas del sistema de producción, cuya trazabilidad se ve marcada por la información técnica ingresada y por la trazabilidad del usuario que realiza esos cambios.



Fig.11. Menú del sistema de información SISATR – Trazabilidad de órdenes. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2016.

Además, se incluyen varios módulos como reportes de indicadores, gestión de partes interesadas, inventario, configuración y facturación, en que se diseñaron sistemas de notificación para indicar de forma constante a los usuarios respectivos las alertas respectivas que requerían de su gestión.

Sexto paso. Implantación de los requisitos del SGC

El comité implementador en este paso buscó responder a dos objetivos principales: 1) desplegar todos los elementos requeridos por el SGC de acuerdo a cómo fueron diseñados, estructurados, desarrollados y documentados en las áreas que conformaban el alcance del sistema, y 2) demostrar que el SGC diseñado es efectivo. En este paso se dejaron de hacer las actividades del anterior modelo de SGC y se empezó a trabajar con la nueva estructura previamente aprobada y socializada. Para esto, se pusieron a prueba los procedimientos aprobados a través de las respectivas capacitaciones y el uso de estos en situaciones reales de operación: los formatos diseñados empezaron a ser diligenciados por quienes se determinaron previamente que lo debían hacer y, en la medida en que los cambios eran necesarios, empezaron a actualizarse los formatos en las versiones que correspondían.

Uno de los aspectos fundamentales que la empresa reconoce los ha llevado a establecer una cultura madura de calidad, ha sido la planificación diaria de producción. Esto en razón a que en la medida en que las órdenes empezaron a gestionarse a través del SISATR, era mucho más fácil e intuitivo el reconocer las órdenes en cola de producción y aquellas que, por su naturaleza, estaban a la espera del desarrollo de servicios para poder terminarlos y entregarlos. En efecto, bajo el anterior modelo del

SGC, todo se dejaba escrito en hojas muchas veces llenas de grasa y aceite, que eran difíciles de administrar y que en ocasiones se perdían junto con toda la información de la orden. En esas condiciones, se planificaba a través de la memoria con el frecuente olvido de servicios a realizar, entregándose las órdenes fuera del horario acordado previamente.

La planificación diaria de producción y la planificación diaria de entrega de órdenes permitieron ajustar los tiempos de entrega y visibilizar las prioridades de producción, junto con los servicios que ya habían sido ejecutados, siendo estos marcados en color verde. Por esta razón, se empezó a hablar de control de la producción; los servicios ya eran asignados directamente a la persona que previamente había sido definida en el sistema de producción para ello, acompañada de tableros físicos por procesos, como forma fácil, rápida y práctica de mostrar la información contenida en el SISATR.

| ORDEN | CAD | No. SERVICIO | CLIENTE | VEHICULO-MOTOR | PROCESO ASIGNADO ANTERIOR | estado |
|-------|------------|--------------|---------|-----------------------|---|--------------------|
| 1 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 2 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 3 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 4 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 5 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 6 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 7 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 8 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 9 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 10 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 11 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 12 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 13 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 14 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 15 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 16 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 17 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 18 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 19 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 20 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 21 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 22 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 23 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 24 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 25 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 26 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 27 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 28 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 29 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 30 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 31 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 32 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 33 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 34 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 35 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 36 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 37 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 38 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 39 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 40 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 41 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 42 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 43 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 44 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 45 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 46 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 47 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 48 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 49 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |
| 50 | 18/04/2020 | 1000 | ELIASS | CUMANDI 300 11.0L 24. | DESCAMBIAR BUEI DE LEVANT EN CILINDRO (-) | SE PROCESO = VERDE |

Fig. 12. Planificación macro de producción. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2020.

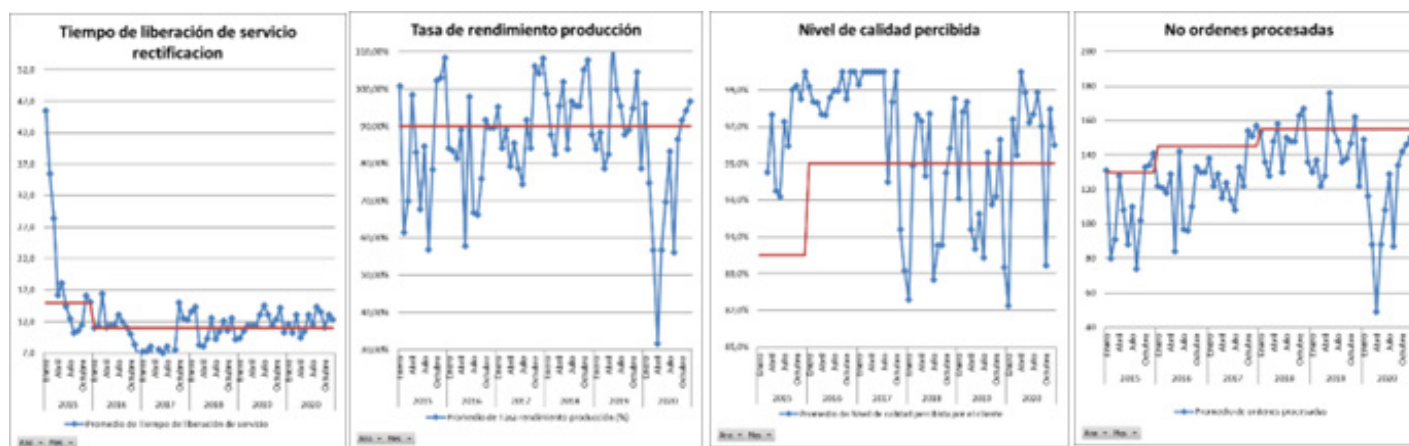


Fig. 13. KPI con principales cambios luego de re-diseñado el SGC. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2020.

Fue fundamental desde el primer momento empezar a documentar todos los procesos, en lo posible evitándose el uso de papel y acudiendo a manejar la información de forma digital con ayuda del uso estructurado de bases de datos a través del servidor. Por esta razón y entendiendo que los procesos actuales se han diversificado hacia lo digital, el proceso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) se fue tornando indispensable en el proceso de renovación e innovación de la empresa. El SISATR se acompañó de la construcción de herramientas ofimáticas para la medición de los indicadores, de tal manera que los resultados fueran confiables, pues bastaba con empezar a hacer extracciones de la información ingresada previamente al SISATR para hacer análisis de tendencias. Inicialmente fue muy difícil realizar las mediciones, pero se iban ajustando los procesos, afinando los indicadores y sus metas, ingresando información cada vez más confiable, según las acciones de mejora de los usuarios al SISATR.

Las extracciones permitieron mostrar la progresión de la empresa y cómo medida a medida se estaban ajustando todos los procesos, en especial los de producción y gestión comercial, que en años anteriores generaban el 80 % de las no conformidades. Esta medición se empezó a hacer mensualmente para poder ir ajustando los hallazgos que se iban detectando y así ir afinando el SGC rediseñado e implementado. Para lograr la comprensión de lo que se estaba logrando, se desplegaron a lo largo de toda la organización, tableros de mando (Balance Score Card), de tal manera que se socializaban los resultados a la vez que se sensibilizaba al personal sobre los resultados de los indicadores de cada área, en busca de lograr la tan anhelada toma de conciencia en calidad.

Fue normal que en los primeros meses de implementación del modelo del SGC reestructurado los resultados no se ajustarán a las metas, pues se estaba hasta ahora haciendo una medición que a corto plazo se iría ajustando para hacerla más real. Se ajustaron esas metas en función de los comportamientos de los indicadores, de tal manera que se logró en poco tiempo una sinergia entre lo que se quería y lo que se podía hacer.

Séptimo paso: verificación interna de la eficacia y pertinencia del SGC, y octavo paso: revisión y ajuste del SGC

Las variables de los procesos como lo son los materiales, el talento humano, la tecnología, la logística, los métodos y las finanzas empezaron a ser evaluadas con una frecuencia mensual por la organización, con el objetivo de evitar un cambio en lo planificado, pues se quería evitar a toda costa que las entradas no produjeran los resultados esperados en las salidas de cada proceso. Una cosa es obtener resultados, otra es obtener resultados positivos, pero otra muy diferente es obtener resultados que cumplan con las metas establecidas por la organización. La importancia de esta verificación interna era la de contrastar los resultados de los indicadores asociados a cada uno de los objetivos de calidad con sus respectivas metas y, así, poder analizar la tendencia del SGC reestructurado a cumplir con la eficacia y pertinencia para la organización que requería la norma ISO 9001: 2008, que para 2016 debía ajustarse a los requisitos de la nueva norma ISO 9001: 2015.

Es así como las auditorías internas y el apoyo de universidades como la UNIMETA, garantizaron de forma autónoma, objetiva y sistemática la evaluación de la gestión organizacional realizada, permitiendo generar un plan de acción concreto frente a las no conformidades (de carácter menor o mayor) detectadas. Esta validación durante 2015, 2016 y 2017 implicó entonces evaluaciones formales del SGC por parte del equipo auditor designado para tal fin. Para cada ocasión, se generaba la confianza necesaria para que los miembros de la organización tomaran conciencia de su rol en la consecución de los objetivos de calidad trazados previamente en conjunto con ellos.

Los equipos auditores fundamentaron su análisis sobre cuatro preguntas pilares:

- 1) ¿Está el SGC adecuadamente documentado para satisfacer los requisitos implícitos y reglamentarios de la norma?
- 2) ¿Existe evidencia objetiva de que el talento humano trabaja siguiendo los lineamientos incluidos en los procedimientos?
- 3) ¿El SGC es eficaz y pertinente para cumplir con las necesidades y expectativas de las partes interesadas?
4. ¿La alta dirección lidera y se involucra en el mantenimiento del SGC?

Las fallas o brechas detectadas en el diseño, documentación o implementación, al ir las corrigiendo, se fueron convirtiendo en valiosa información de entrada para las revisiones gerenciales de 2015, 2016 y 2017, además de las respectivas auditorías externas (de seguimiento y certificación), en especial de aquella realizada en 2016 para el otorgamiento del SGC ISO 9001: 2015.

Ahora bien, nunca se trató solamente de mostrar resultados. El comité implementador junto con la alta dirección y los responsables de los procesos tuvieron claro que era necesario realizar reuniones mensuales estratégicas, en las que cada uno de los responsables de procesos presentara los resultados y los hallazgos detectados en el mes n-1, para tomar decisiones a medida que requerían ser tomadas. Estas decisiones en su gran mayoría fueron respaldadas por la alta dirección, ya que con resultados comprendieron que el eje fundamental del mantenimiento del SGC implementado era la toma de decisiones oportunas con base en evidencia objetiva y medible.

Noveno paso: certificación del SGC y décimo paso: renovación y mantenimiento del SGC

Cada año, desde 2009 y hasta 2017, Almacén y Taller Rectiamerica preparó con Icontec una auditoría de mantenimiento del SGC (y cada tres años de recertificación), que buscaba revisar algunos procesos, en general, aquellos que el equipo auditor externo consideraba tenían un impacto organizacional, técnico y económico más fuerte. En la última revisión efectuada por Icontec, fueron tan buenos los resultados y era tan impactante la progresión que todo el SGC había tenido, incluida la toma de conciencia y madurez de la organización, que la empresa fue nominada a un premio anual que Icontec otorga a los mejores procesos de implementación de los sistemas de gestión. Ahora bien, para el año 2018 la decisión de no continuar pagando el certificado en calidad bajo la NTC ISO 9001:2015 fue puramente estratégica de parte de la alta dirección fundamentado bajo las siguientes premisas:

1. Según las encuestas a clientes realizadas en 2016 y 2017, la decisión de traer motores a la empresa estaba dada por la calidad que era capaz de ofrecer en sus servicios, no porque estuviera certificada.
2. Los costos de mantener el certificado eran cada vez más altos y las auditorías podía ser igualmente realizadas por estudiantes de especialización de la UNIMETA.
3. Ya no era un requisito habilitante para contratar con el Estado el estar certificado en el sistema de gestión de calidad.
4. La empresa había alcanzado un nivel de madurez que no requería de agentes externos que los

auditaran para realizar los procesos tal cual fueron diseñados y según las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Su talento humano, en especial la alta gerencia, se comprometió a seguir con cada uno de los procesos que se venían ejecutando al estar certificada por Icontec.

5. El análisis de nicho de mercado indicaba que la empresa se estaba orientando hacia motores medianos y grandes. especialmente gestionados por empresas que reconocían el valor agregado al generar servicios de calidad, más no de estar certificados en calidad bajo un organismo de certificación.

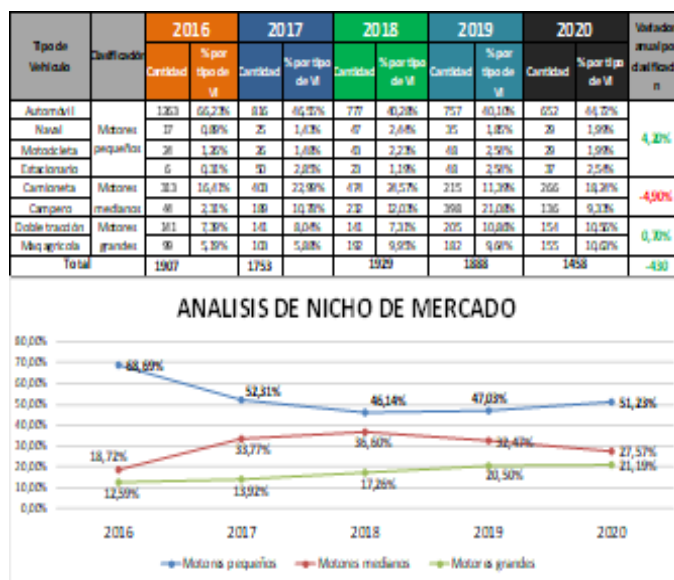


Fig. 14. Análisis de nicho de mercado en recertificación de motores. Fuente: Almacén y Taller Rectiamerica. 2021.

Lo anterior implicó para la alta dirección de la empresa un gran reto pues debía mantener altos estándares de calidad ajustando sus procesos en función de la madurez del SGC, que se administraba a diario en apoyo con las acciones correctivas y/o de mejora ejecutadas luego de las auditorías externas realizadas

por los estudiantes de especialización en HSEQ de la Corporación Universitaria del Meta –UNIMETA.

IV. DISCUSIÓN

Una organización que proporciona bienes o servicios, que está orientada a la calidad, promueve necesariamente una cultura con comportamientos, actitudes, actividades cuyos resultados proporcionan valor agregado de sus procesos a través del cumplimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. En ese orden de ideas, la implementación de los ODS va a ser más permeable para las partes interesadas, pues ya existe una cultura organizacional orientada a los procesos y al cumplimiento de objetivos, que son aspectos fundamentales para un sistema de gestión.

Este artículo se constituye como un llamado a los empresarios a contemplar una nueva responsabilidad empresarial enmarcada en los preceptos de los ODS 8 y 9, en que la disponibilidad de recursos, la flexibilidad, adaptabilidad y capacidad de respuesta, la auto dependencia, el empoderamiento y la innovación son factores decisivos a tener en cuenta en los procesos de reorganización y de adopción de una cultura o identidad corporativa. Esta dinámica debe ser cíclica; la transformación o adaptabilidad debe concentrarse en ofrecer productos o servicios de calidad, a precios de mercado y que respondan a las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Si estas condiciones llegan a darse, se puede hablar de que la empresa está siendo sostenible, pues logra ser efectiva y eficiente al mismo tiempo.

Es precisamente este modelo de cambio el que en 2015 Almacén y Taller Rectiamerica quiso adoptar para sus procesos, pues se acogió a los preceptos

de la norma ISO 9004: 2018, sobre gestión del éxito sostenido, en que no solamente importa ofrecer productos o servicios que cumplan con estándares de calidad, sino que estos tengan un impacto positivo y durable en las partes interesadas, lo cual va en la misma sintonía de las metas propuestas en la agenda 2030 de la ONU. En ese orden de ideas, los datos históricos de los indicadores claves de gestión de Almacén y Taller Rectiamerica indican que es posible lograr que una organización sea efectiva y eficiente en paralelo, pues se deben entregar los servicios o productos pactados con el cliente en un tiempo acordado, a un precio de mercado, con una calidad acorde y con un nivel de servicio justo, variables que deben estar enmarcadas en la minimización de recursos maximizando las utilidades.

Estas características pueden ir definiendo una cultura empresarial, y deben estar inmersas en procesos competitivos; es decir, mantener el saber-hacer que ha adquirido la empresa para alcanzar, sostener y mejorar su posición en el mercado. Si este comportamiento se mantiene a lo largo del tiempo, se puede hablar de crecimiento empresarial, pues implica la generación de empleo decente y, por ende, una mejor curva de aprendizaje. Ahora bien, esos trabajos siempre tendrán factores de riesgo latentes que deben ser liderados por la alta dirección; se deben tener en cuenta aspectos tales como la innovación y toma de riesgos, la orientación a los resultados, la orientación hacia las personas, la estabilidad y la atención a aspectos de seguridad y salud en el trabajo.

En efecto, la aplicación del método de diez grandes pasos para implementar el SGC ISO 9001: 2015, sobre la base de un proceso de reestructuración organizacional, productiva y de liderazgo, permitió desde 2015 tener indicadores clave de

gestión con una tendencia positiva y sostenida en tres ejes fundamentales:

1. **Productividad:** los tiempos de entrega se redujeron a un promedio histórico de nueve horas. El número de órdenes entregadas aumentó mensualmente alrededor de 30 órdenes, para llegar a un promedio de 135 órdenes mensuales, lo que se traduce en una tasa promedio mensual de rendimiento de producción de 86 %. El margen de utilidad se ha posicionado en un promedio histórico de 21 %. Los costos fijos y variables se redujeron en un promedio de 15%. Se aumentó un 8,6 % las órdenes de motores diésel de más de 4500 cc, pertenecientes en un 85% a empresas agrícolas de la región, dirigiendo la tendencia de la empresa hacia la atención de empresas en lugar de clientes particulares.

2. **Sociedad:** se ha realizado la disposición de un total de 13,35 toneladas de material metálico, entre viruta, acero, cobre, aluminio y hierro colado. De igual manera, se ha reciclado un total de 453 kg de material recuperable, entre plástico, cartón limpio y papel. Además, se ha disminuido el consumo de energía a un promedio de 39,25 Kw/h por año y de agua a 0,57 m³ por año.

3. **Organizacional:** el nivel de satisfacción de los clientes aumentó un 30 % en dos años para mantenerse en niveles históricos cercanos al 93 %. El nivel de satisfacción de los colaboradores aumentó un 15 %, posicionándose en un promedio anual de 90 %. En los tres últimos años, la tasa de accidentalidad se redujo en un 60 %, para ubicarse en 2020 en 0%. El número de trabajos estables aumentó de 9 a 14, donde se aseguró una estabilidad laboral para todos.

Aun cuando este artículo de investigación es un acercamiento al análisis del impacto de los ODS

en la productividad y gestión organizacional sostenible en la industria manufacturera, sería conveniente adelantar estudios complementarios en otros sectores de actividad para poder concluir sobre el comportamiento generalizado de las pymes frente a procesos tan robustos como el de los diez grandes pasos. Es igualmente importante revisar el impacto que ha tenido la pandemia por la COVID-19 en los resultados de los indicadores asociados a los ODS de las pymes, y a través de qué mecanismos las pymes pudieron adaptarse a un mercado volátil con poca demanda, para mantenerse en pie.

V. CONCLUSIONES

1. Existen muchas tendencias actuales relacionadas con la agenda 2030 en las cuales las pymes pueden invertir y que suponen importantes oportunidades de negocio, siendo las más relevantes la salud de los empleados, asociada al ODS 3, las energías renovables, asociadas al ODS 7, la digitalización, asociada al ODS 9, la reutilización y reciclaje, asociados al ODS 12, y la transparencia, asociada al ODS 16. Una vez comprendidos los ODS y habiendo analizado cuáles son los prioritarios para Almacén y Taller Rectiamerica, y en general para cualquier pyme, las acciones que han contribuido al desarrollo de estos son:

a. Establecer condiciones laborales justas mediante contratos laborales, contratar a personas en situación de vulnerabilidad y cumplir con los requisitos establecidos en SST, según el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019. ODS 8, ODS 10

b. Promover medidas de flexibilidad laboral, compensación por horas extras y fomentar un estilo de vida saludable. ODS 3, ODS 8

c. Formar al personal de la empresa para dotarlo de mayores competencias laborales, implementar procesos adecuados para garantizar la seguridad en los productos y servicios de la empresa. ODS 4, ODS 8

d. Ejecutar periódicamente auditorías internas. ODS 16

e. Llevar a cabo acciones que minimicen el impacto medioambiental a través de la utilización de aguas lluvias, sensibilización y seguimiento a consumo de recursos, reciclaje de papel, plástico y cartón limpio, uso de separador de lodos e hidrocarburos para neutralizarlos y mezclarlos con cartón picado para formar abono. ODS 13.

f. Disminuir los residuos y materiales contaminantes a través del uso de detergentes biodegradables y de chatarra (cobre, aluminio, hierro colado). ODS 12.

g. Evitar las impresiones en papel no imprescindibles (digitalización a través de servidor, comunicación mediante voip y spark). ODS 9

2. Mantener una tendencia positiva de los KPI asociados a los ODS 8 y 9 permitió a la pyme metalmecánica Almacén y Taller Rectiamerica entregar los servicios o productos acordados con el cliente en un tiempo pactado, a un precio de mercado, con una calidad acorde y con un nivel de servicio justo, variables que estaban enmarcadas en la minimización de recursos, maximizando las utilidades como política de calidad y compromiso de liderazgo sostenible.

3. Aun cuando una de las grandes dificultades existentes en la gestión del cambio dentro de las pymes se encuentra en el manejo de las fases, el

equipo implementador y de reestructuración organizacional de Almacén y Taller Rectiamerica logró, mediante el modelo de los diez grandes pasos, del plan de trabajo por análisis de brechas de la norma ISO 9001 2015, del sistema de producción ATR y del sistema de información SISATR, cambiar la cultura de calidad de la empresa para empezar a adquirir la madurez del SGC luego de un proceso de reestructuración organizacional que inicio en los primeros meses del año 2015.

4. La implementación del SGC ISO 9001 2015 mediante el modelo de los diez grandes pasos en la pyme Almacén y Taller Rectiamerica demuestra que, al utilizar una guía práctica de implementación de los requerimientos en calidad, es posible llegar a ofrecer productos y servicios que cumplan con los requerimientos técnicos de los procesos y en general de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Incluso, a través de un correcto seguimiento y un liderazgo sostenible, es posible lograr la madurez de los procesos y de mantener una cultura de calidad orientada hacia la gestión del éxito sostenido. Ofrecer calidad significa entonces estar a la vanguardia, controlando los procesos, cumpliendo con los compromisos pactados con las partes interesadas y gestionando el contexto organizacional que tantos retos suponen.

5. La empresa Almacén y Taller Rectiamerica utiliza la innovación como aspecto diferenciador y de valor agregado a los servicios ofrecidos en rectificación de motores a través del diseño y elaboración de máquinas adaptadas a las necesidades de los procesos, diseño e implementación de sistema de información ERP (bajo lenguaje java, php y SQL), y de la implementación de sistema de gestión de la información documentada por servidor con cableado UTP6 con sistema de comunicación interno

y externo mediante voip, digitalización del SGC. Lo anterior le permite mantener altos estándares de calidad y una tendencia positiva en el aumento de clientes nuevos, ubicándose en un 97 % mensual.

VI. REFERENCIAS

- [1] Fonseca, D. (2018). Seamos sostenibles: ¿Cómo hacer a su pyme familiar sostenible?-Estudio de caso ATI internacional SAS. Facultad de Ciencias Sociales. Maestría en Gestión Social Empresarial. Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/1341>
- [2] Casado, M. (2019). Oportunidades de negocios inclusivos de las empresas españolas como contribución a los ODS: claves para la práctica. Máster en Cooperación Internacional al Desarrollo. Universidad Pontificia Comillas. <http://hdl.handle.net/11531/43407>
- [3] Icontec (2015). Sistema de gestión de calidad ISO 9000: 2015.
- [4] Ochoa, E. (2019). ODS número 9, industria, innovación e infraestructura y número 17 alianzas para lograr los objetivos y su efecto en las pymes para Colombia. Editorial Universitaria E. Facultad de Estudios Internacionales. Medellín. <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/2025>
- [5] Vélez, D., Holguín, H., De la Hoz, G. A., Durán, Y., & Gutiérrez, I. (2008). Dinámica de la empresa familiar pyme. Estudio exploratorio en Colombia. Bogotá: Fundes. <http://mundopymeabm.org.mx/pdf/DinamicaEmpresaFamiliarFUNDES.pdf>
- [6] Aldana, P. A. (2019). La innovación como estrategia para el éxito de los objetivos de desarrollo sostenible. Tomado de: <http://hdl.handle.net/10654/31949>.
- [7] Vives, A. (2020). La empresa privada y los objetivos de desarrollo sostenible: legitimidad o «greenwashing». Revista Icade. Revista de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales, 0(108). Tomado de: <https://doi.org/10.14422/icade.i108.y2019.005>
- [8] Pacto mundial Red España. Cepyme. (2020). Guía para pyme ante los objetivos de desarrollo sostenible. Tomado de: <https://www.pactomundial.org/wp-content/uploads/2019/11/Gu%C3%ADa-para-pymes-ante-los-ODS-digital.pdf>
- [9] Chavarro, D., Vélez, M. I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. Documento de trabajo, 1(0). Tomado de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ctei_y_ods_-_documento_de_trabajo.pdf
- [10] Gómez-Durán Costales, I. (2019). Contribución de las Empresas Familiares a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Comillas ICADE. Universidad Pontificia. <http://hdl.handle.net/11531/28471>
- [11] Núñez, W. N., Cuello, Y. I. L., & Ruíz, L. K. J. (2019). Sistemas de información para pyme: herramientas para alcanzar competitividad en Colombia. Aglala, 10(2), 141-155. <https://doi.org/10.22519/22157360.1439>

Cómo ignoró Colombia deliberadamente la influencia del crimen organizado al crear la constitución de 1991

Por: **Mauricio Beltrán Cristancho**²
Profesor TCDE - UNIMETA

How Colombia intentionally ignore organized crime influence on the establishment of the 1991 Constitution

Como a Colômbia intencionalmente ignora a influência do crime organizado no estabelecimento da Constituição de 1991

Resumen

Treinta años después del establecimiento de la Constitución de 1991, las esperanzas de paz, igualdad y prosperidad siguen sin ser cristalizadas en Colombia. En cambio, el patrón de violencia, inseguridad e inestabilidad económica y política, característico de la historia de 200 años desde el establecimiento de la República, se mantiene y se agudiza por la presencia del narcotráfico. Se argumenta aquí desde una perspectiva histórica que el crimen organizado fue ignorado incluso por quienes habían luchado hasta con la violencia contra el establecimiento. Junto con sus antiguos enemigos, crearon una ficción argumentativa para convertir el liberalismo, desde 1991, en el princip-

io y el fin del Estado. Los hechos presentes demuestran el fracaso de esa falacia.

Palabras claves: crimen organizado, constitucionalismo colombiano, libertad

Abstract

Almost 30 years after the establishment of the 1991 Constitution, hopes for peace, equality and prosperity remain elusive in Colombia. In contrast, the pattern of violence, insecurity, and economic and political instability characteristic of the 200-year history since the establishment of the Republic, is maintained and exacerbated by the presence of drug trafficking. It is argued here from an historical perspective that organized crime was ignored even by those who had even used violence against the establishment. Together with their former enemies, they created an argumentative fiction to make liberalism, since 1991, the beginning and the end of the state. Present facts demonstrate the failure of this fallacy.

Key words: organized crime, Colombian constitutionalism, liberty

² Profesor Corporación Universitaria del Meta –UNIMETA.

Mauricio.beltran@unimeta.edu.co.

Resumo

Quase 30 anos após o estabelecimento da Constituição de 1991, as esperanças de paz, igualdade e prosperidade permanecem sem cristalização na Colômbia. Em contraste, o padrão de violência, insegurança e instabilidade econômica e política característicos dos 200 anos de história desde a criação da República é mantido e exacerbado pela presença do tráfico de drogas. Argumenta-se aqui que o crime organizado foi ignorado até mesmo por aqueles que haviam lutado contra a violência contra o estabelecimento. Junto com seus antigos inimigos, eles criaram uma ficção argumentativa para fazer do liberalismo, desde 1991, o início e o fim do estado. Os fatos atuais demonstram o fracasso desta falacia.

Palavras-chave: crime organizado, constitucionalismo colombiano, liberdade

Pretendo argumentar que la apuesta por la libertad que se plasmó en la Carta de 1991, la cual fue la base sobre la que se edificó, ha fracasado. La mejor prueba de ello es que el primer principio de esta, enunciado en su artículo primero (Colombia es un Estado social de derecho), empíricamente es una falacia. No es social porque los datos sobre la exclusión económica indican que la misma es mundialmente famosa (Pabón, junio 5, 2011). No es un Estado de derecho porque la impunidad promedia el 95 %. De hecho, el Índice Global de Impunidad en el año 2019 colocaba a Colombia entre las cinco naciones latinoamericanas con peores indicadores (Semana, octubre 10 de 2019).³ No es que en Co-

³ Informaba esta revista que este índice “no solo mide el castigo de los delitos, sino la cadena de eventos que comienzan en el momento de la comisión de un delito y termina en la reparación de la víctima, pasando por

lombia algunos estén por encima de la ley, sino que la regla social más poderosa en Colombia es que la norma es violar la norma.

A partir de esta afirmación, argüimos que una variable, considerada dependiente por el gobierno y los constituyentes de 1991, la captura de la sociedad y de las instituciones públicas por el crimen organizado y la consolidación de la ilegalidad como forma de interacción ciudadana, ha sido en realidad la causa y el efecto de la inestabilidad y la inseguridad que gobiernan las esferas públicas y privadas de los colombianos. Pero ese hecho fue deliberadamente ignorado por el gobierno y los constituyentes en 1991.

El balance de un constitucionalismo que ajusta 30 años de existencia

Desde el campo del derecho, la esfera sociojurídica se impone como modelo explicativo de nuestra realidad. El ejercicio de expedición de normas no solo por el Congreso, sino por el Ejecutivo, bajo la denominada potestad reglamentaria, nos ha inundado de normas, mientras que la seguridad y la estabilidad que debe proveer todo Estado no se alcanza porque cuando se llega hasta el nivel de ejecución, o no se aplica o se hace de manera equivocada.

Al tiempo, la Corte Constitucional, quien descubriría que su potestad para revisar las tutelas emitidas por todos los jueces de la república no se traduciría en la corrección de situaciones evidentes de la vulneración de la dignidad de diferentes grupos, debió recurrir al concepto de Estado de Cosas Inconstitucionales, ya que una y otra tutela demostraban una “vulneración masiva y generalizada de varios derechos constitucionales”. Así, temas como

un proceso de denuncia, esclarecimiento de los hechos y enjuiciamiento de los responsables”.

la salud, el desplazamiento forzado, la situación en las cárceles y hasta los derechos a alimentación, salud y agua potable de menores Wayúu en La Guajira se convierten casi en un ruego, cuando la Corte hace esta declaratoria a las demás las instituciones del Estado para que cumplan su tarea o para que hagan cumplir normas específicas.

Pero en cambio, ha sido la Corte Constitucional exitosa abrazando mediante sus sentencias de revisión y de constitucionalidad la idea de que los individuos pueden disponer de sus cuerpos y de sus vidas y las de sus hijos no nacidos como les plazca, hasta el punto de empezar a recorrer el camino de equipar la razón misma de la existencia animal con la humana. A esta tendencia se le ha denominado modernidad, pues se ha aceptado que la capacidad de conocer el bien y el mal, para acercarse al primero y huir del segundo, es un asunto de cada individuo de acuerdo con sus sentimientos, inclinaciones, pulsiones o ideologías.

Y mientras se niega esta capacidad de la razón para distinguir lo bueno y lo malo, el contenido básico de la vida, la libertad, la propiedad y la honra para el grueso de los habitantes del territorio colombiano sigue a merced de toda clase de organizaciones criminales que han encontrado en la disfuncionalidad –mezcla de corrupción e ineficiencia– de la justicia criminal la mejor garantía para convertir el delito en una ocupación u oficio tan válida como cualquier otra. Al tiempo, la existencia y la seguridad de los que no pueden lograr protegerse está siempre a merced de las circunstancias que impone un conflicto de carácter mafioso.

En otras palabras, la filosofía liberal que ha abrazado el país casi por tres décadas no ha sido capaz de cambiar la perspectiva del colombiano promedio,

según la cual, cometer un delito no necesariamente implica una sanción rápida y efectiva para su autor. Y si el delito y el autor están conectados con los intereses y con la estructuras operativas de uno de los clanes que controlan la economía y la política, se puede esperar que no exista sanción mientras la misma afecta negativamente a ese clan de alguna manera (El Espectador, marzo 10, 2018; Flores, enero 15, 2020).⁴ Y la vigencia de esos clanes no puede desligarse del hecho de que el narcotráfico ha sido la actividad económica, una fuente de riqueza constante por más de medio siglo.

Abrazamos en 1991 una ideología liberal, ignorando deliberadamente el hecho de que los dineros del narcotráfico atravesaban toda la sociedad. El gobierno de César Gaviria y los constituyentes en 1991 crearon la ficción de que el conflicto armado era ideológico y, así, pretendieron ocultar el carácter mafioso del mismo. Para entonces las organizaciones criminales habían alcanzado records internacionales que 30 años después nos permiten afirmar que es este el país que por cinco décadas se ha mantenido como el exportador número uno de cocaína. Y en vez de retroceder, la generación que reemplazó a los legendarios carteles de Medellín y Cali ha logrado llevar la cocaína a todo el planeta. En el siglo XXI, Asia es el continente que está siendo conquistado por ese flagelo. La amenaza de la aplicación de la pena de muerte en China no ha servido de disuasivo. Tal vez solo ha hecho más atractiva la oportunidad, pues los precios del mercado son exuberantes.

Es también reconocida Colombia porque legalmente quedó probado que un presidente fue financiado por un cartel y a pesar de ello terminó su

⁴ Un análisis más detallado del control de estos clanes aparece en Valencia (2020).

mandato. Lo es también porque los paramilitares, narcotraficantes en realidad, llegaron a dominar el 35 % del poder legislativo y usaron su aparato criminal abiertamente en favor del presidente. También lo es porque sin ninguna tradición, en menos de una década, el crimen organizado logró convertir a Colombia en el centro de la trata de personas y de migrantes y, en la actualidad, junto con Tailandia, es cuna mundial de la pornografía y el turismo sexual infantil (Pachico, marzo 22 de 2011).⁵

Finalmente, lo es porque, desde la aparición del narcotráfico en los años setenta del siglo XX, las relaciones con la política simplemente se han extendido y, de esa forma, el manejo de la cosa pública se ha hecho tanto más lucrativo, pues un circuito de dineros gobierna la ilegalidad y la política. Los canales de producción de riqueza quedan así todos entrelazados y cada vez más personas pueden esperar recibir parte de esas rentas ilegales.

Sin embargo, el impacto del crimen organizado sobre el manejo de lo público solo fue considerado como variable importante de reconocer en el 2008 cuando desde la economía se planteó la “reconfiguración cooptada del Estado”, tratando de explicar la serie de escándalos que se generaron alrededor de la negociación con los paramilitares. En general, se conoció como la “parapolítica” y era la prueba de que el escándalo del proceso 8000 en la década anterior se reciclaba y mostraba que el virus se había propagado.

Por eso, en el 2008 se intentaba por primera vez darle un marco conceptual a la influencia del nar-

5 Los primeros reportes sobre la magnitud de esta actividad controlada por el crimen organizado llegaron al final de la primera década del siglo XXI. Para 2019, ya se incluía a Bogotá y Medellín (Zuñiga, septiembre 11, 2019).

cotráfico sobre la administración pública (Garay, Salcedo-Albarán, Beltrán, Guerrero, 2008). Un hecho conocido desde la primera mitad de los años ochenta, que fue deliberadamente ignorado por la clase política y que en 1991 recibió también el favor de la nueva opción de poder que encarnaba la izquierda desde entonces. Pero ella, concentrada en crear un marco regulatorio, una Constitución, para poder mediante la democracia llegar al poder, decidió también ignorar la presencia de esa variable. Este argumento su puede también plantear de la siguiente forma. En Colombia, la cultura de ilegalidad, que ya estaba instalada en 1991, fue mimetizada para poder convertir a la libertad en una deidad, que una vez exaltada, traería paz y prosperidad. Con la promulgación de Constitución de 1991 en julio de ese año, la vieja tensión entre autoridad y libertad, tan importante en la filosofía política, se resolvía a favor de la segunda. Ese giro se reflejaría expresamente en esa Carta desde los dos primeros títulos plagados de esas libertades, las cuales, se ha alegado siempre, eran imposibles en la Constitución de 1886.

No se ha profundizado acerca de por qué el contenido del artículo 19 de la Constitución de 1886, el cual encabezaba el Título III —De los derechos civiles y las garantías sociales—, no era suficiente para que la Corte Suprema enviara el mensaje de que las libertades debían ser respetadas. Es decir, ese artículo 19 usado como fuente para proteger los derechos individuales, pero limitados por el concepto de *respeto recíproco* de los derechos naturales: “Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todos los residentes en Colombia en sus vidas, honra y bienes, y asegurar el respeto recíproco de los derechos naturales previniendo y castigando los delitos”.

El principio operativo detrás de este artículo resulta perfectamente lógico. Si se logran controlar los ejercicios de maldad en la sociedad a través del derecho criminal, la sociedad tiene mayor oportunidad de disfrutar de la paz y la tranquilidad, pues las interacciones diarias de las personas son más seguras y efectivas cuando cada uno tiene en la mente la necesidad de cumplir los acuerdos y las reglas sociales para evitar las seguras molestias que produce el contravenirlas. El corolario es que la solidaridad y la confianza se instalan de forma natural en la sociedad.

Sin embargo, en 1991 mientras el narcotráfico imponía sus lógicas a lo largo y ancho de la sociedad y de las instituciones públicas, la Asamblea Nacional Constituyente decidió que si ampliaba el concepto de libertad hasta el punto de que cada cual escogiera qué era bueno y qué era malo, sin más límite que lo que no consistiera su vecino, su amigo, su cónyuge, su patrono (libre desarrollo de la personalidad), la paz y la democracia se instalarían.

Pero desechamos la Constitución de 1886 sin explicar cómo se superaba la contradicción de ofrecer libertad, sin imperio de la ley. Preferimos plantearlo como un asunto filosófico que surgía de la necesidad de instalar una democracia plena. Es decir, esta contradicción fue intencionalmente ignorada, para alegar que se trataba de un asunto puramente filosófico heredado de la Ilustración, según el cual, la ideología liberal de Bentham, Mill, Locke, Montesquieu y Rousseau, por nombrar ciertamente algunos de los más populares, resultaba perfectamente pertinente en la Colombia de finales del siglo XXI para introducir el modelo constitucional que aparecía como el más exitoso en el mundo y enterrar para siempre el autoritarismo.

Ese liberalismo nos libraría de la dictadura constitucional, una calificación que se le hacía al sistema constitucional, en que al presidente continuamente se le autorizaba ser legislador, basado en el hecho de la perturbación del orden público. Se hizo público durante esos primeros años de la década de los noventa, cuando nos rendíamos ante la diosa libertad, que El Estado de Sitio desde 1949 se había utilizado tanto que, al sumar en 1991 los meses de cada declaratoria, se encontraba que en 30 años de los 42 años transcurridos, se había gobernado mediante esa figura jurídica.

A partir de allí, el hecho de que la declaratoria del Estado de Sitio había dejado de ser excepcional para convertirse en regular, y especialmente el que bajo el gobierno de Turbay Ayala (1978-1982) la misma se había usado para legalizar las desapariciones de decenas de ciudadanos sospechosos de colaborar o pertenecer a las guerrillas, se esgrimió como prueba del fracaso del modelo de autoridad contenido en la Constitución de 1886.

Se recordó además como prueba de esa “dictadura constitucional” que el Estado de Sitio instaló un patrón: vencida la vigencia de la declaratoria, el Congreso validaba la legislación que se suponía había sido promulgada con carácter excepcional y temporal. Y como el objetivo general siempre era restablecer el orden público, la justicia penal militar podía entrar a conocer de aquellos casos que atentaban contra la seguridad del Estado y así poder juzgar a particulares. Los resultados de ese modelo se esgrimieron como prueba para diciembre de 1990, cuando mediante elecciones se estableció quiénes serían los 70 miembros de la Asamblea Nacional Constituyente. El hecho era que la retoma del Palacio de Justicia en noviembre de 1985 por el ejército, judicialmente enterrada por esa justicia

penal militar con la complicidad de varias otras autoridades, se podía atribuir también al supuesto autoritarismo inmerso en la Constitución de 1886 impuesta en aquel entonces por los conservadores.

Bajo esta lógica, la convocatoria del Constituyente en 1990 había sido un triunfo liberal, tal como la de 1886 había sido de los conservadores y la de 1863, de los liberales. Para 1990, los liberales encontraban la oportunidad perfecta para volver a instalar el liberalismo. Podían de nuevo aducir que la libertad era la respuesta a los problemas políticos, sociales y económicos. Un gobierno liberal, el de Virgilio Barco (1986-1990), sería el que mediante decreto dictado en Estado de Sitio autorizara la consulta de la Séptima Papeleta para preguntar sobre la reforma constitucional en las elecciones presidenciales del 27 de mayo. Como se esperaba, esas elecciones las ganó el liberar César Gaviria y, entonces, se adujo que el pueblo votó afirmativamente la convocatoria.

En realidad, la poderosa maquinaria electoral del Partido Liberal y la no menos importante del Partido Conservador, junto con la de la izquierda, apenas pudieron convocar al 43 % de los votantes en las elecciones presidenciales de mayo de 1990. Y la elección de los miembros de la Asamblea Nacional Constituyente se logró con un poco más de 3.600.000, lo que implica reconocer que el 70 % de los electores no acudieron a las urnas.

De hecho, históricamente, la elección de los miembros de la Asamblea Nacional Constituyente ha sido un récord en términos de abstencionismo. Es legítimo aducir que las maquinarias liberales se usaron en esa votación, ya que era el partido político que había gestado la criatura. Igual se aplica para los conservadores, que sabían que no podían quedar marginados de la producción de una nueva consti-

tución. Por tanto, el porcentaje de votos de quienes legítimamente creyeron en la idea indica que difícilmente se puede predicar un apoyo popular para la nueva constitución. Y, sin embargo, cualquier texto que examine esa convocatoria la sigue defendiendo como un triunfo del pueblo colombiano.

Con esta ficción apoyada por los medios, podía argumentar el gobierno liberal de Gaviria que este no era un triunfo del marxismo encarnado en una lucha guerrillera para tomar el poder por las armas y el cual duro más de tres décadas. La primera prueba de ello era el hecho de que el único grupo subversivo que había logrado algo de aceptación social, el M-19, había optado por el camino de la negociación en marzo de 1989 y en febrero 1991, cuando iniciaba su labor la Asamblea Nacional Constituyente, era la segunda fuerza deliberativa, pues había obtenido un poco más de un tercio de los votos.

El renunciar al uso de la violencia el M-19 había sido consecuente con lo que internacionalmente se conocía como el fin de la Guerra Fría desde abril de 1985, cuando Mijaíl Gorbachov había lanzado la Perestroika, la reforma al sistema económico de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas –URSS. Cuatro años después, cuando el colapso del comunismo se hizo patente en la Alemania del bloque comunista, con la Caída del Muro de Berlín, el M-19 cumplía siete meses de haber desaparecido como guerrilla.

Pero cuando se analizan con mayor detalle los hechos internacionales que rodean la expedición de la Constitución de 1991, se descubre que este constitucionalismo que empezaba a abrirse camino en Colombia, como lo demuestra el estudio de derecho comparado del profesor Paolo Buscarreti, fue parte de una ola mundial liberal que incluyó a

varios países en desarrollo de Europa, Asia, África y América Latina.

En todas esas experiencias, la aspiración era el establecimiento del sistema de pesos y contrapesos, la incorporación expresa de libertades individuales, de mecanismos judiciales para exigir su cumplimiento y de reformas para garantizar elecciones periódicas. Todo, con el gran objetivo de consolidar la democracia. En lo esencial, se trató de trasplantar los modelos de las potencias occidentales y en especial el estadounidense. Este último, podía exhibir esta ola de constitucionalismo como prueba rotunda de que era esa nación la victoriosa de la Guerra Fría, trabada en 1948 con la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

La aspiración en Latinoamérica se podía proclamar, insistimos, como una manera para que ese constitucionalismo le cerrara el paso a las dictaduras y subsecuentemente trajera seguridad y estabilidad política y económica. A eso se le conoció en el espacio de la ciencia política como la consolidación democrática. Un asunto que desde entonces sigue siendo estudiado, pues aún se indaga por las razones que expliquen tres décadas después el no haber podido lograr ese objetivo que le apostó a un modelo constitucional supuestamente exitoso.⁶

Sin embargo, el ejercicio de derecho comparado del profesor Buscarreti hace palpable que, en el afán de producir un nuevo orden constitucional, pareciera que el desafío se limitó a trasplantar un modelo de libertades, formas de control del ejecutivo y garantías institucionales para celebrar elecciones periódicas, ignorando los detalles que en el contexto mostraban con particular claridad en Colombia

⁶ De hecho, desde finales del siglo pasado existe una revista académica que se ocupa exclusivamente del tema: *Journal of Democracy*.

la influencia creciente de la mafia en la sociedad y las instituciones públicas.

Esa ausencia de reconocer el poder y la influencia de la mafia del narcotráfico de parte de los líderes del momento, y en general el de haber convertido la labor de crear un nuevo ordenamiento constitucional en un ejercicio de trasplante de instituciones permeadas de la ideología liberal, explica por qué este profesor en su análisis de derecho comparado arribó a la siguiente conclusión: un factor común de las empresas constitucionales fue el que de la lectura de estos instrumentos poco o nada se podía conocer de la realidad de esos países (1991, p. 28, 28).

Los argumentos usados para desconocer la importancia del crimen organizado.

Es precisamente esta conclusión del profesor Biscaretti el punto de partida de nuestra argumentación. La izquierda colombiana, quien siempre fustigó a las élites conservadoras y liberales por tergiversar, esconder o negar la historia, tal como efectivamente sucedió con el periodo de la Violencia entre 1948 y 1958,⁷ entusiasmada con la puerta hacia el poder que le abría este nuevo constitucionalismo en 1991, aceptó la práctica tan común de sus antiguos enemigos y se concentró en darle la bienvenida a las libertades aduciendo que lo que se requería era cerrarle el paso a formas absolutistas y excluyentes de poder público. A esa agenda se le dieron variados nombres románticos en el seno de la Asamblea, por ejemplo, *Ampliación de la Democracia* (Gaceta Constitucional. Proyecto Ampliación de la Democracia).

⁷ Esto es particularmente palpable con el ya emblemático estudio sobre la violencia en Colombia publicado en 1962. Guzmán, Fals-Borda, Umaña. Estudio que fue abiertamente rechazado por los líderes de los dos partidos y por los medios.

Se trataba entonces de encontrar un camino para que los ciudadanos participaran en la toma de las decisiones, a la vez que ejercían y exigían ante los jueces sus derechos individuales y colectivos. La consecuencia era casi mágica. El partido Liberal y la Alianza democrática M-19 habían concluido que luego de eso se acabaría con la violencia y que las nuevas instituciones electorales y de control, no como ramas del poder público, sino como órganos del mismo, se encargarían de traer paz y prosperidad: “En la medida en que la población se sienta interpretada por los representantes en las Corporaciones públicas y por los gobernantes, la política dejará de ser el asunto de unos pocos. A su vez, la violencia perderá sentido como medio de expresión de la inconformidad. De ahí que el acuerdo sobre las reformas indispensables en este campo sea prioritario sobre cualquier otro en materia constitucional” (Ibídem, p. 22).

Horacio Serpa, quien era el líder de mayor poder dentro de la Asamblea Nacional Constituyente, el partido liberal, lo planteaba de la siguiente manera: “Se propone la inclusión de los derechos políticos en el título de derechos fundamentales, basados en el profundo convencimiento de que su carencia ha originado un malestar tan profundo en el régimen político colombiano, ocasionado por la falta de canales de participación efectivos, que ha dado lugar al surgimiento y consolidación de las distintas manifestaciones de violencia que hoy nos afectan y que en determinados momentos de la vida nacional se han vuelto incontrolables” (Gaceta Constitucional. Derechos, libertades y deberes fundamentales, p. 10).

Las palabras de Aida Abello, una líder ya reconocida de la izquierda colombiana, también prueban cómo el rol de la mafia en la vida de los colombianos quedó al margen de quienes estaban embriagados por el nuevo constitucionalismo de las

libertades: “Damos un paso verdaderamente histórico al abrir las sesiones de esta Asamblea Nacional Constituyente, soberana, democrática y autónoma. Coronamos así una legítima aspiración de nuestro pueblo, que anhela abrir de par en par las puertas del progreso, la paz y las libertades, reformando a fondo la Constitución de 1886 y poniendo al tono del próximo siglo XXI a nuestra patria... En una palabra, ¡democracia! ¡A eso aspiramos!” (Gaceta Constitucional. Intervención en la sesión inaugural de la Asamblea el 5 de febrero de 1991).

¿Cómo se alcanzaría estos ideales de libertad?

Se trataba de implantar un discurso mostrándolo como un triunfo de que en la democracia la razón estaba al servicio de la libertad. Democracia a partir de conceder toda suerte de libertades que a la postre serían discernidas y ordenadas por nueve individuos desde la nueva Corte Constitucional. Por eso fue que en esa Carta de 1991 se plasmó un catálogo de derechos individuales, de derechos económicos, sociales y culturales y de derechos ambientales o colectivos, junto con acciones constitucionales para poder asegurar que la Corte no solo controlara el poder de las otras dos ramas, sino que se convertiría en legisladora de libertades.

Para entonces, se insiste, el modelo ya operaba en las potencias occidentales. Solo se necesitó hacer obligatorio el principio operativo del Bloque de Constitucionalidad, contenido en la Declaración de los Derechos Humanos de 1948, para crear una obligación legal internacional. A eso se añadió un andamiaje electoral que le garantizara a los nuevos aspirantes al poder que no habría obstáculos legales para lograrlo, y el discurso para defender ese propósito quedó inmerso en dos palabras que llegaron para quedarse: derechos humanos.

Es necesario advertir de nuevo en este punto de nuestra reflexión que esa ofensiva, para convertir a la democracia y los derechos humanos en un discurso que lo explicara todo, la había lanzado el gobierno de Virgilio Barco (1986-1990). En concreto, las circunstancias del momento indican que lo hizo para tratar de lidiar con una disfuncionalidad rampante y notoria, culpando a la Constitución de 1886 y el Frente Nacional.

Ese acuerdo del Frente Nacional para repartirse el poder público, “paridad”, celebrado por los líderes de los dos partidos y que supuestamente había terminado en 1974, quedaba ahora sí totalmente enterrado por un gobierno liberal, colocado por la maquinaria electoral más poderosa del momento que astutamente percibió que la izquierda encarada por el entonces popular M-19 era una gran oportunidad para adueñarse del Estado. El mensaje del gobierno Barco era que para 1988 debía aceptarse que la izquierda tenía opción de poder y que ellos, los liberales, eran los grandes vencedores de la pugna que había manchado de sangre el país desde 1948. A partir de allí, el gobierno adujo que ahora sí se podía hablar de que en Colombia había democracia.

En realidad, el gobierno para 1989 estaba siendo arrodillado por Pablo Escobar y el dinero de los narcotraficantes permeaba las acciones y omisiones de la Fuerza Pública. La idea de remplazar la Constitución de 1886 era una necesidad urgente ante la desastrosa imagen internacional del país. Era evidente para el mundo lo que aquí queríamos esconder; la inmensa influencia de los carteles en la vida social, económica y política de Colombia y la fuerza que tomaban los ejércitos irregulares de paramilitares. Especialmente, desde que organizaciones como Amnistía Internacional, respetada y escuchada por el Departamento de Estado, empezó

a denunciar relaciones del alto mando militar con el paramilitarismo.

Una entrevista del País de España al Presidente Barco cuando se encontraba en una visita oficial en mayo de 1988 hace palpable esa coyuntura: “Amnistía Internacional se equivocó en el diagnóstico sobre el fenómeno de la violencia colombiana. No profundizó en su complejidad. No tuvo en cuenta, prácticamente, el tema del narcotráfico, que es el fenómeno que ha causado más violencia en nuestro país durante los últimos años. Lo que me interesa dejar en claro es lo siguiente: hay una guerra sucia contra los derechos humanos, contra la democracia, y serán combatidos por el Gobierno al precio que sea”.

Al final de esa entrevista, cuando le preguntaron por la veracidad de investigaciones judiciales que revelaban relaciones entre militares y narcotraficantes, salta la contradicción. A pesar de denunciar unos párrafos arriba el poder del narcotráfico y de que ese fenómeno había doblegado a los jueces: “[e]l crimen organizado ha asesinado a 16 magistrados durante el Gobierno anterior, además de varios jueces, en lo que constituye un hecho sin precedentes, continuó insistiendo el presidente en que, en cuanto a esas relaciones, se podía garantizar la acción efectiva de los jueces amedrantados: Las investigaciones respectivas están en curso y actuaré tal como lo ordena la ley una vez que se conozcan los resultados finales. En una democracia, son los jueces quienes tienen la responsabilidad y la tarea de hacer las indagaciones necesarias” (Estebuelas, mayo 28, 1988).

Por tanto, había que profundizar la democracia y eso, de alguna forma misteriosa, haría que la justicia criminal operara eficientemente. En esta línea de argumentación de que la democracia ya existía, el gobierno Barco en marzo de 1988 instaló la elección

popular de alcaldes aceptada constitucionalmente en 1986. Y dos años después, aceptó la Séptima Papeleta, que como ya se advirtió fue la iniciativa de un grupo de estudiantes de universidades élites de Bogotá para que en las elecciones a cuerpos colegiados se contabilizara un voto para saber si los colombianos deseaban una nueva constitución.

Por consiguiente, la percepción de que era la exclusión política practicada por los dos partidos tradicionales la causante de que la democracia no se hubiera consolidado, y que por eso el gobierno liberal introducía más ingredientes democráticos, se le aplicó como causa de la violencia y la corrupción. Tres años después (1991), en el seno de la Asamblea Nacional Constituyente, no se examinó la operación lógica con la que se había llegado a esa conclusión.

Los derechos humanos eran la justificación para ampliar la democracia; para darle un rol legislativo a la Corte Constitucional y, a su turno, la herramienta para abrir la puerta de la paz y la prosperidad. Punto. Solo faltaría difundir un discurso que hacía parte de los derechos humanos, para enfrentar el hecho de que para 1991 existían varios ejércitos irregulares esparcidos por Colombia: el Derecho Internacional Humanitario (DIH).

Esta frase tomada del Proyecto de Ampliación Democrática, discutido en la Asamblea Nacional Constituyente, arriba citado, permite entender nuestro argumento: “Mientras existan ejércitos irregulares en Colombia, es necesario por lo menos salvaguardar a los ciudadanos inermes no combatientes. Un reconocimiento constitucional de este Derecho Humanitario crearía conciencia entre todos los sectores que se encuentran en conflicto, sobre el respeto de la población civil” (Gaceta Constitucional. Proyecto Ampliación de la Democracia, p. 19).

La fórmula, como lo demuestra la realidad casi treinta años después, era o mágica, o desesperada. ¿Cómo el reconocimiento constitucional del DIH crearía conciencia entre quienes habían convertido en habituales el sicariato en moto, los secuestros, las masacres y las bombas en las ciudades? Como fuera, la expresión derechos humanos empezó desde junio de 1991 a ser parte del discurso que se difundió de forma entusiasta por toda la sociedad y que pronto reveló que podría usarse casi que para reclamar cualquier cosa, pues el tiempo de la restricción había sido enterrado, mientras que el DIH se convirtió en tema tratado por abogados, periodistas, líderes sociales y políticos. Nos llenaríamos de expertos en DIH.

Para plantearlo de otra forma. La expresión derechos humanos, la amalgama de libertades que fueron categorizadas en la técnica constitucional como las tres generaciones de derechos, y que generó el espacio para que la Corte Constitucional pasara desde entonces a ser protagonista principal de la realidad colombiana, sirvió para que el DIH llenara de falsas esperanzas a los intimidados colombianos de 1991 de que debía buscar fórmulas de negociación. Colombianos que, como se mostrará adelante, estaban dispuestos a finales de 1990 a cualquier cosa para detener el terror desatado por Pablo Escobar.

La apuesta por la libertad en una sociedad aterrorizada por la violencia

Antes de analizar el miedo colectivo, es pertinente recordar que ese discurso del DIH en el derecho internacional se había consolidado en 1977 cuando se adicionaron dos protocolos a los establecidos en 1947, que en ese momento en general perseguían

humanizar el conflicto internacional, dado que las atrocidades durante la Segunda Guerra Mundial eran legalmente innegables; el juicio de Núremberg había hecho del hecho histórico uno judicial.

Pero para inicios de 1970, el panorama mundial mostraba que la Guerra Fría estaba propiciando una avalancha de conflictos internos por todo el planeta y que junto a ellos aparecían conflictos étnicos que desbordaron a la recién creada ONU. Las guerras entre naciones, especialmente entre naciones prósperas, se habían vuelto extrañas (Kennedy, 2007).

. La ONU, sin poderes de policía mundial, acogió el DIH como una buena forma de reclamar a través de organismos internacionales como la Cruz Roja que las partes aceptaran cumplir unos estándares mínimos de piedad con los civiles y los contrincantes heridos que se habían entregado o habían sido capturados, a cambio de que las organizaciones internacionales no entraran a terciar a favor de ninguna de las partes beligerantes.

Eso se logró con el establecimiento del artículo tercero común, que además prohibía los atentados, los homicidios, el secuestro, etc. Es decir, los delitos que en ese momento histórico se estaban cometiendo en mayor medida en Colombia y que en la interpretación de los constituyentes, como acabamos de advertirlo, se explicaban por la exclusión política y económica. De lo cual, se concluía que para enfrentar esa exclusión había que difundir el DIH y propiciar la negociación con los que aducían hacer la guerra para derrotar ese mal social.

En esa medida, muy poco importaba ahondar en la razón por la que los ejércitos irregulares, ahora llamados partes beligerantes, estaban ejerciendo

formas de violencia atroces en el campo y la ciudad. De hecho, en 1988 el presidente Barco había recibido el resultado de un estudio solicitado por su gobierno, en el que era claro que la violencia estaba en su mayoría producida por el crimen organizado, pero ese hecho fue ignorado incluso por los que luego serán llamados los violentólogos en su mismo estudio, para casarse con la conclusión de que era la exclusión económica y política la que explicaba la violencia.

De esa manera, luego de expedida la Carta en julio de 1991, el Derecho Internacional de los Derechos Humanos y el DIH se convirtieron en la explicación, pero también solución a un conflicto cuyos hechos indicaban que el mismo hacía rato se había convertido en mafioso. Ya no era un conflicto inspirado en la Guerra Fría, pues esta había terminado y, de hecho, los dos conflictos de la región producto de esa guerra (El Salvador y Guatemala) para 1991 estaban siendo negociados con el respaldo de Estados Unidos y la comunidad internacional en general.

Las rentas producto de la exportación primero de marihuana y luego de cocaína eran un negocio esparcido por todo el país y era así de exitoso porque en él participaban autoridades de todo nivel, empresarios, terratenientes, ganaderos, banqueros y políticos. Esta información era noticia pública desde 1987, cuando el periodista Fabio Castillo dio a conocer en investigaciones periodísticas publicadas en El Espectador informes de inteligencia y documentos que le habían entregado antes de ser asesinados el ministro Lara Bonilla y uno de los poquísimos oficiales de la policía que no había cedido a la tentación de recibir dinero, el coronel Jaime Ramírez Gómez.

Como es sabido, toda esa información toma importancia cuando el escándalo es incontenible y la Corte Suprema parece reaccionar como en 1996 y en el 2006 (Proceso 8000 y parapolítica). Tal vez sea cierto lo aducido por que quienes defendían en 2006 la desmovilización paramilitar: “Colombia no resiste toda la verdad” (Peña, agosto 29, 2006). Por eso, el libro *Jinetes de la cocaína* sigue siendo un documento obligado para cualquiera que se sumerja en la difícil tarea de discernir sobre el rol de la corrupción y el crimen organizado en Colombia y que acepte que judicialmente la justicia sigue siendo esquivada.⁸

Pero para 1991 la información que señalaba la influencia política, económica y social de la mafia no pasaba de ser una denuncia escandalosa tratada por algunos pocos. Muy seguramente los mismos calificados de insensatos. Los periodistas y líderes que habían informado y advertido sobre los peligros de esa escandalosa complicidad política y económica con el narcotráfico cada vez eran más pocos, porque uno a uno venían siendo asesinados desde abril de 1984, cuando cayó el ministro de Justicia, Lara Bonilla.

Es por eso que el profesor Biscarreti podía argumentar que no encontró en la lectura de la Carta algo que le permitiera ver cuál era la realidad colombiana, pues el hecho de que Colombia fuera ya por quince años el mayor exportador de cocaína en el mundo y que ese hecho se ratificara año tras año por los EE. UU. y las Naciones Unidas no tenía para la inmensa mayoría de los miembros de la Asamblea, concentrados en los derechos humanos, mayor relevancia.

⁸ El libro está disponible en: <http://www.derechos.org/nizkor/colombia/libros/jinetes/cap3.html>

Una postura que, además, sirvió para que estos líderes adujeran una y otra vez que las víctimas del narcotráfico en realidad eran todos los colombianos; los culpables, los consumidores extranjeros. Lo había repetido el presidente Barco en mayo de 1988 en la entrevista concedida al diario español: “Me sentiría más satisfecho si toda la comunidad internacional estuviera haciendo el mismo esfuerzo y pagando los mismos costes que Colombia. No hay ningún país que haya sufrido mayores pérdidas en vidas humanas y en violencia, así como en bienes materiales, que Colombia. Nuestro sacrificio solamente será plenamente exitoso en la medida en que se ataque, con la decisión con que lo está haciendo Colombia, todas las manifestaciones del narcotráfico. Especialmente el consumo, que es donde se genera la demanda y hace altamente rentable el crimen en otras naciones como Colombia” (Estebuelas, mayo 28, 1988).

Cómo se instala el discurso de que es legítimo negociar la ley penal para evitar la extradición

Con la justificación de que los responsables del narcotráfico eran los consumidores, surgiría simultáneamente una fascinación con los derechos humanos y el DIH desde 1991. Ambos ordenamientos fueron abrazados con tal entusiasmo por la sociedad, que se anunció un discurso concomitante, la resolución pacífica de controversias para asegurar que el diálogo resolvía la violencia. El mismo sería incorporado al ejercicio judicial y administrativo cotidiano. Un campo donde nuestros gobernantes exhibían desde 1958 inmejorables logros y al cual la izquierda se adheriría con especial entusiasmo en la negociación con la Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC).⁹

⁹ Este patrón de negociar la ley penal explica porque solo la Corte Constitucional reconoce explícitamente el peso del Derecho Penal Interna-

Las élites liberales y conservadoras habían fundado el principio de que era moralmente válido negociar la ley penal entre ellos. Como ya se insinuó arriba, en 1958, el Frente Nacional fue el producto de una solución pacífica a la guerra partidista resuelta con un tecnicismo operativo consignado constitucionalmente: la paridad. La fórmula para repartirse equitativamente el poder público. Una fórmula para pacíficamente turnarse en la administración de los recursos públicos y ejercer la potestad de nombrar y adjudicar.

Debido al éxito de la fórmula, pues nunca más se asesinó en Colombia por pertenecer al Partido Liberal o al Conservador, en 1991, negociar la ley penal estaba siendo reclamado por varios sectores. De hecho, el llamado *Congresito*, el órgano que actuó después de terminar su labor la Asamblea Nacional Constituyente en julio de 1991, recordaría la Revista Semana cuatro años después, “adoptó los decretos de sometimiento como legislación permanente e incluyó la filosofía del sometimiento en el Código de Procedimiento con la esperanza de que, atraídos ya no por la no extradición, sino por la rebaja de penas, los capos se entregaran” (Semana, febrero 20, 1995).

Es esencial en este punto recordar que el sometimiento no es una filosofía, sino un principio operativo del derecho penal, necesario cuando se está lidiando con el crimen organizado. Principio aplicado primero por la famosa Ley de Organizaciones Corruptas e Influenciadas por Extorsión (RICO, por su sigla en inglés) en los Estados Unidos. Norma

cional en el 2017, con la sentencia que aceptó los beneficios anticipados que se les otorgaría a guerrilleros, militares y civiles después de la firma del Acuerdo Final y que abriría las puertas para el establecimiento de la Justicia Especial para la Paz.

diseñada para derrotar legalmente a la Cosa Nostra, empresa criminal que durante dos siglos se había consolidado gracias a la *omerta* siciliana (silencio) y a la compartimentalización de las operaciones delictivas. Ese imperio sufriría su primer gran revés en su historia en los años ochenta en los EE. UU. (Raab, 2006).

Pero ese logro es producto de que la imposición de las reglas, con las que se concede beneficios a los criminales que van siendo arrestados, viene del aparato de justicia. Esa imposición debe ser la primera tarea de las instituciones competentes. Lo que en otro trabajo hemos llamado el “*círculo de justicia criminal*”, la labor sincronizada de policías, jueces, fiscales y cárceles para anular organizaciones de individuos que crean mecanismos para transar bienes y servicios ilegales o para capturar y saquear las instituciones públicas. Pero en Colombia, las reglas de esos llamados “sometimientos”, tal como se demostró en ese trabajo, son producto de la captura previa de las instituciones, y desde 1984 se han hecho para evitar la extradición. Son los criminales quienes les determinan la dirección y la velocidad de la colaboración (Beltrán, 2017).

Y es que la extradición estaba como nunca antes en la base de la explicación sobre la violencia inédita que sufría Colombia en diciembre de 1990, cuando se había anunciado que la Asamblea Nacional Constituyente sería inaugurada en febrero del siguiente año. Los ciudadanos conocían desde el 6 de noviembre de 1986 la consigna de los que se hicieron llamar los extraditables, que en realidad se habían hecho célebres en 1981 cuando doblegaron militarmente al M-19, que debió devolver una secuestrada, hermana del Clan de los Ochoa. En aquel

entonces, el eslogan era muerte a secuestradores. Cinco años después los extraditables proclamaban: “preferimos una tumba en Colombia a un calabozo en Estados Unidos”.¹⁰

Con la creación de los extraditables, narcotraficantes de diversas zonas del país anunciaron que se unían para crear otro ejército irregular que reivindicaría el derecho a ser juzgado en Colombia, en contraposición de la política que muchos podían leer como otro ejemplo de imposición del imperalismo “yanqui”. Un derecho que de ser negado por el Estado podía ser reclamado por la violencia.

Para 1991, esa lógica se había impuesto. Se podía decir que los extraditables ya eran exitosos porque habían doblegado mediante la violencia la tradicional influencia de los Estados Unidos sobre los gobiernos de turno. El hecho que lo demostraba, sin lugar a dudas, era que ese país no había podido proteger a ninguno de quienes habían hecho público su respaldo a la extradición.

Sin embargo, esa visión del conflicto colombiano en donde las bombas y los magnicidios parecían asuntos colaterales, adoptada por los constituyentes, especialmente por la izquierda, pues la justificación para negar la extradición estaba entre su repertorio, no se hizo de frente. La extradición nunca tuvo gran valor en las discusiones que eran transmitidas todos los días a los colombianos desde febrero de 1991. Por eso, el hecho de que la extradición a medianoche de 19 de junio de 1991, dos semanas

10 Un buen resumen sobre la información que se tiene desde mediados de los años ochenta del primer ejército irregular de los narcotraficantes, abrazado por las élites gobernantes, está en Ronderos, María Teresa. Guerras Recicladadas. Una historia periodística del paramilitarismo en Colombia. Aguilar, 2014.

antes de terminar su ejercicio la Asamblea Nacional Constituyente, en votación secreta, fuera prohibida, no podía interpretarse como una acción desesperada, producto del miedo colectivo.

Insistimos. El miedo era innegable. En realidad, la campaña de intimidación había iniciado desde el asesinato del ministro de Justicia en abril de 1984. Vendrían luego hechos que casi cuarenta años después siguen atormentado el sentimiento nacional porque la verdad sigue sin ser reconocida: la toma del Palacio de Justicia en 1985; el aniquilamiento de los miembros de la Unión Patriótica a lo largo y ancho del país; el asesinato de los candidatos presidenciales cuyo culmen se había alcanzado en septiembre de 1989 con Luis Carlos Galán, el líder que respaldaba la extradición; la bomba del DAS y del avión de Avianca minutos después de haber despejado; el secuestro de miembros de las élites bogotanas; el asesinato del exministro de Justicia, Enrique Low Murtra, un poco más de un mes antes de la votación secreta y quien en 1991 se recordaba en los medios que había firmado en 1986 la orden de captura con fines de extradición contra los hermanos Ochoa y Pablo Escobar; el creciente poder militar de las FARC, que se sabía también nutrido del narcotráfico desde la década anterior, junto con el terrorismo urbano, especialmente fuerte en Bogotá y Medellín y el cual, se sufría incluso mientras sesionaba la Asamblea.

Un análisis de Semana en febrero de 1995, en momentos en que el tema de reinstalar la extradición era la comidilla de los medios, recordaba el siguiente dato sobre la percepción de los colombianos cuando la Asamblea Nacional Constituyente estaba lista para iniciar su trabajo: “Que una tercera parte de los encuestados defiende ahora la extradición es

algo que muestra que mucha agua corrió bajo los puentes en estos cuatro años. En esa misma encuesta de diciembre de 1990 (ver SEMANA #453) fue evidente el grado de intimidación de los colombianos frente a los carros bomba y de saturación por cuenta de la narcoguerra: ¡un 81.5 por ciento se declaraba dispuesto a aceptar que un extraditable fuera nombrado ministro del gabinete si eso contribuía a que volviera la paz!” (Semana. febrero 19, 1995).

Pero si existía un respaldo fundado en el miedo generalizado para negar la extradición, por qué el secretismo a la hora de tomar la decisión. Así explicaba El Tiempo, lo sucedido: “Ayer, a las 12:30 p. m., la extradición llegó virtualmente a su fin. Una votación secreta marcó el epílogo de sus nueve décadas de existencia. El instrumento que se había convertido, desde 1983, en la principal amenaza para los cabecillas del narcotráfico internacional y el crimen organizado cayó en la Asamblea bajo el peso de dos argumentos: ejercicio de la soberanía y fortalecimiento de la justicia en Colombia”.

Detallaba este medio que la parte que se votó en secreto por 51 de los 70 constituyentes era la que consagraba la prohibición de extraditar nacionales. El secreto, es evidente, no era para protegerse de la mafia que estaba encantada, sino para no desafiar frontalmente a Estados Unidos, pues de todas partes llegaron los votos: “La votación del articulado sobre extradición era el punto número tres en del orden del día y, a pesar de que la votación fue secreta, es plausible señalar que su eliminación fue producto de un consenso mayoritario al interior del liberalismo, el social conservatismo, el Movimiento de Salvación Nacional (MSN) y la Alianza Democrática M-19 (ADM-19). Indígenas, representantes del Ejército Popular de Liberación, conservadores

independientes, también habrían votado en esa línea” (Torres, junio 20, 1991).

Muy pronto corrieron rumores sobre paquetes de dinero que habrían llegado a miembros de la Asamblea. Supuestamente habrían venido de la propia mafia, después del asesinato de Henry Pérez, el antiguo jefe del paramilitarismo en el Magdalena Medio, aparentemente ordenado por Pablo Escobar. Un video que circuló en agosto de 1991, que mostraba como un miembro de la Asamblea recibía dinero de manos de un abogado que decía venía de parte de este capo, ratificaba lo que se rumoraba en diferentes escenarios.

Ante el escándalo y las denuncias de El Espectador, el gobierno debió reconocer que tal como lo afirmaba ese medio, el presidente Gaviria sí había conocido el video tres meses atrás cuando la Asamblea aún sesionaba. El País de España recordaba este hecho: “Un video que muestra al miembro de la Asamblea Constituyente Augusto Ramírez Cardona percibiendo dinero de Feisal Buitrago, un supuesto abogado del narcotraficante Pablo Escobar, se ha convertido en el escándalo de los últimos días en Colombia. “Este dinero te lo manda Pablo”, dice el abogado al entregar 2,5 millones de pesos (unas 500.000 pesetas). A continuación, Ramírez expresa su temor a que su voto resulte infructuoso y Buitrago le tranquiliza diciendo que 36 de sus compañeros han recibido el mismo regalo” (agosto 17, 1991).

A inicios del siglo XXI, la versión del jefe de seguridad del Cartel de Cali, un exoficial del Ejército nacional, Jorge Salcedo, hijo del general Jorge Salcedo Victoria, y responsable de haber suministrado a la DEA la información para capturar a los

hermanos Rodríguez Orejuela en 1995, y testigo protegido desde entonces por Estados Unidos, ratifica algo perfectamente normal en la lógica mafiosa: una oportunidad para cooptar el poder público no se debe desperdiciar y la Asamblea Nacional Constituyente en esos cinco meses de sesiones era una oportunidad perfecta. Por eso, relató Salcedo, los Rodríguez Orejuela montaron una oficina de comunicaciones exclusivamente con el objeto de hacer que la extradición quedara prohibida de manera inequívoca en la nueva Carta (Rampel, 2011).

Pero, en aquel entonces, el gobierno y los constituyentes tuvieron en el miedo de la población la justificación para soslayar hechos que desde 1976 demostraban que el narcotráfico había crecido año tras año. Por ejemplo, con el libro de Castilla ya citado, se sabía que millones y millones de dólares entraban a la economía colombiana y que nuestros banqueros y los gobernantes de turno habían facilitado mecanismos bancarios y tributarios para lavar esos dineros. Que precisamente la costosa y lucrativa intermediación bancaria fue la que condujo a que los hermanos Rodríguez Orejuela pasaran de secuestradores a banqueros muy prestigiosos.¹¹

Pero con la visión del conflicto colombiano, la expansión y el poder militar de las guerrillas y el establecimiento de ejércitos privados por parte del Cartel de Medellín, ejércitos entrenados por mercenarios israelitas estrechamente conectados con la cúpula militar (Ronderos, 2014), podía enten-

11 Con documentos, investigaciones periodísticas e informes de inteligencia de la policía, el periodista Fabio Castillo demostraría en 1986 cómo los banqueros nacionales corrieron desde 1976 a abrir sucursales en Miami y Panamá para lavar el dinero primero de los marimberos y luego de los coqueros.

derse como consecuencia de la exclusión política de la izquierda.¹²

Que todos estos actores estuvieran ubicados en áreas estratégicas para el narcotráfico disputándose espacios territoriales, y que la justicia penal hubiera sido doblegada cuando el ministro de Justicia había sido asesinado en abril de 1984 y diez y ocho meses después el Palacio de Justicia tomado y destruido en noviembre de 1985, no fue suficiente para hacer de la autorización constitucional para extraditar una norma fundamental en esa Asamblea de 1991.

En cambio, la negativa a extraditar fue presentada como un asunto marginal que se explicaba con facilidad mediante el principio legal de la territorialidad absoluta, alegado en octubre de 1983 por el presidente Belisario Betancur para negar dos solicitudes de extradición por parte Estados Unidos. Como ya se mostró arriba, en 1991 el argumento volvió a exhibirse como justificación a la prohibición de extraditar.

Lo que nos interesa resaltar aquí de nuevo es que ese argumento legalista fue respaldado por la izquierda en 1991. Era el sector que venía siendo aniquilado físicamente desde los años ochenta por ejércitos irregulares financiados por el narcotráfico, y que ahora se perfilaba como alternativa al gobierno para superar el bipartidismo, que soslayaban hechos reveladores del inmediato pasado para justificar su voto en contra de la extradición.

Por ejemplo, que Betancur negó la primera solicitud de extradición hecha por Estados Unidos ava-

12 Salcedo mismo confiesa como en su calidad de miembro del ejército recibió a estos mercenarios

lada por la Corte Suprema dos meses después de que El Espectador demostrara con una publicación de 1976 que el congresista Pablo Escobar era un criminal, tal como lo venía asegurando el ministro Lara desde inicios de ese año y quien luego sería asesinado seis meses después de la negativa del presidente a extraditar.¹³

Se puede entonces advertir que la justificación de la territorialidad absoluta desde la primera vez que se esgrime en 1983 fue irracional. Lo era no solo porque estuvo amparada en un sentimiento nacionalista sin base fáctica que lo justificara, sino porque estaba ocultando el hecho de que para el momento en que ejecutan al ministro Lara, el Estado ya había sido capturado por la mafia.

Es el asesinato del ministro el que obliga al gobierno a cambiar de argumento en tan corto lapso de tiempo. Era falso lo dicho seis meses atrás. En Colombia no existía la menor posibilidad de castigar a los culpables del magnicidio. Entonces solo quedaba conceder la extradición para que ahora solo fuera cuestión de capturar individuos solicitados por EE. UU. y enviarlos para que fueran castigados por narcotráfico. Con su acostumbrado tono lírico proclamaba el presidente Betancur: “Alto ahí, enemigos de la humanidad entera. Colombia entregará a los delincuentes solicitados por la comisión de delitos en otros países para que se les castigue de manera ejemplar”.

Y existen más ejemplos de cómo la izquierda en 1991 estratégicamente soslayó los hechos que de-

13 Siempre será necesario recordar la valiente batalla que desde la dirección de El Espectador se inició en agosto de 1983 contra esa tendencia complaciente de la clase dirigente y empresarial con respecto a la mafia del narcotráfico.

mostraban la captura mafiosa del Estado para cuando Lara Bonilla es asesinado. Primero, el hecho de que el expresidente López por encargo del gobierno Betancur, junto con el procurador general, se reunían en Panamá con los capos para buscar un mecanismo de negociación un mes después del asesinato del ministro Lara.¹⁴

El segundo, es la captura en noviembre también de 1984 de uno de los miembros del clan Ochoa y uno del clan de los hermanos Rodríguez Orejuela en España, lograda por la policía de ese país, quien a su vez había sido alertada por EE. UU. (noviembre 22, 1984).¹⁵ Esa captura, gracias a EE. UU. y España, pareció abrir la posibilidad que de allí fueran enviados a Estados Unidos.

Sin embargo, la misma se frustró al ser extraditados los dos capos a Colombia por solicitud de un oscuro juez de Cartagena que al poco tiempo les concedió la libertad. Tal como registró esa noticia El País de España, quedaba en el ambiente el grado de influencia de los narcotraficantes en las instituciones colombianas (Corriaran, agosto 16, 1986). Y esto lo ratificaría treinta años después el exoficial Salcedo del que ya hablamos arriba. El mismo, les entregó dinero a miembros del gobierno para que esa extradición desde España a Colombia fuera respaldada por Bogotá ante Madrid.

14 El relato de Fabio Castillo en los Jinetes de la Cocaína, que se publicaría a finales de 1987, relata más detalles de los hechos que sobrevinieron una vez el ministro de Justicia, Lara Bonilla, denuncia abierta la influencia de los narcos sobre la clase política colombiana. Ver capítulo X.

15 Así titulaba El País de España la captura de dos mafiosos ya famosos en Colombia, pero desconocidos para los europeos: Dos de los jefes mafiosos colombianos detenidos querían ‘blanquear’ sus ingresos en España, según la policía.

En otras palabras, la nueva izquierda y los liberales en 1991 en el seno de la Asamblea Nacional Constituyente, con el discurso de la soberanía territorial absoluta y las libertades, encontraron el argumento para continuar soslayando la captura mafiosa de las instituciones por parte de los cárteles de Cali y de Medellín.

Ambos lo habían usufructuado durante la década de los ochenta. Solo que el segundo estaba dispuesto a intimidar a sus operadores cuando el dinero no era suficiente para evitar la presión de Estados Unidos que lograba hasta bloquear los canales de negociación clandestinos, tal como lo demuestra el frustrado diálogo en Panamá un mes después del asesinato del ministro de Justicia, Lara Bonilla.

Estos últimos, por su lado, podían ahora declarar el triunfo de su tesis de que el conflicto interno se empezaría a resolver cuando ellos fueran alternativa real de poder. La expansión de las libertades, especialmente de la libertad de expresión y la de fundar partidos (artículos 40 y 107), ahora que Estados Unidos ya no debía preocuparse de la amenaza roja que ponía en peligro sus intereses geoestratégicos en América Latina, creaban un ambiente de entusiasmo entre estos sectores.

Conclusión

El constitucionalismo de 1991 no ha resuelto nada, porque endiosando a la libertad evitó reconocer que la autoridad no había funcionado en Colombia, porque la misma nunca había sido puesta en práctica. La corrupción política y administrativa es el pecado original de Colombia. Sin una justicia criminal, capaz de disuadir a los protagonistas de la gran corrupción y del crimen organizado, la democracia

y los derechos humanos seguirán siendo argumentos instrumentalizados por quienes están seguros de que siempre estarán por encima de la ley.

Al tiempo, decisiones de la Corte Constitucional, como la autorización de la dosis personal de droga, le han jurídicamente ido quitando el carácter intrínsecamente malo de esa clase de conductas con el argumento de que el libre desarrollo de la personalidad es la prueba de que la conciencia como proceso cognitivo racional no existe. De lo que sigue, que se debe aceptar que los sentimientos y las pulsiones básicas son la que gobiernan al ser humano y que no por ello esto se puede calificar de irracional, sino más bien prueba de que lo más valioso es la libertad así entendida. Tal justificación ha convertido al consumo de drogas en un gigantesco negocio, presente en todo el país y calificado eufemísticamente como microtráfico.

Referencias

Beltrán, Mauricio (2017). Por qué la corrupción y el crimen organizado se reciclan en Colombia, Chiado, Portugal.

Biblioteca Luis Ángel Arango. Gaceta Constitucional. Derechos, libertades y deberes fundamentales. Recuperado en: <http://babel.banrepcultural.org/cdm/singleitem/collection/p17054coll28/id/474/rec/25>

Biblioteca Luis Ángel Arango. Gaceta Constitucional. Intervención en la sesión inaugural de la Asamblea el 5 de febrero de 1991. Recuperado en : <http://babel.banrepcultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll26/id/3850>

Biblioteca Luis Ángel Arango. Gaceta Constitucional. Proyecto Ampliación de la Democracia. <http://babel.banrepcultural.org/cdm/singleitem/collection/p17054coll28/id/484/rec/2>

Biblioteca Luis Ángel Arango. Gaceta Constitucional. Proyecto Ampliación de la Democracia. Recuperado en: <http://babel.banrepcultural.org/cdm/singleitem/collection/p17054coll28/id/484/rec/2>

Biscaretti, P. (1991) Introducción al Derecho Constitucional Comparado. Fondo de Cultura Económica, Bogotá.

Castillo, F (1987). Los Jinetes de la Cocaína. Editorial Documentos Periodísticos.

Corriaran, R. (16 de agosto de agosto, 16, 1986). El narcotraficante Ochoa, entregado por España, puesto en libertad en Colombia. Recuperado en: https://elpais.com/diario/1986/08/17/sociedad/524613603_850215.html

El Espectador. (marzo 10 de marzo de, 2018). Estas son las familias dueñas del poder político en las regiones de Colombia. Recuperado en: <https://www.elespectador.com/noticias/politica/estas-son-las-familias-duenas-del-poder-politico-en-las-regiones-de-colombia/>

El País. (noviembre 22 de noviembre de, 1984). Dos de los jefes mafiosos colombianos detenidos querían ‘blanquear’ sus ingresos en España, según la policía. Recuperado en: https://elpais.com/diario/1984/11/23/madrid/470060654_850215.html

Estebuelas, B. (mayo 28 de mayo de, 1988). El País, Barco: “Vivimos una ‘guerra sucia’ contra los derechos humanos y la democracia” Recuperado en: https://elpais.com/diario/1988/05/29/internacional/580860002_850215.html

Flores, A. J., (enero 15 de enero de, 2020). El Colombiano: Poder regional, entre clanes familiares y nuevas alianzas. Recuperado en <https://www.elcolombiano.com/colombia/politica/poder-regional-en-colombia-entre-clanes-familiares-y-nuevas-alianzas-KI12293696>

gional-en-colombia-entre-clanes-familiares-y-nuevas-alianzas-KI12293696

Garay, L.,; Salcedo-Albaráan, Beltrán, I. & Guerrero, B. (2008). La Captura y Reconfiguración Cooptada del Estado en Colombia. Transparencia por Colombia.

Guzmán, G.,; Fals-Borda, O & Umaña, E. (1962). La Violencia en Colombia. Ediciones Tercer Mundo.

Informe,. (octubre 10 de 2019). Semana: Así quedó el preocupante ‘ranking’ de la impunidad por regiones en Colombia. Recuperado de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/colombia-cifras-del-indice-global-de-impunidad-2019/636246>

Kennedy, P. (2007). Parlamento de la Humanidad, Debate.

Lozano, P. (agosto 17 de agosto de, 1991). Escándalo en Colombia por un vídeo que muestra al abogado de Escobar sobornando a un diputado. Recuperado en: https://elpais.com/diario/1991/08/18/internacional/682466405_850215.html

Pabón, C. (junio 5 de junio de, 2011). Dinero. “Colombia es el campeón de la desigualdad en América Latina”. Recuperado de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/colombia-campeon-desigualdad-america-latina/120728>

Pachico, E.lyssa (marzo 22 de marzo de 2011). InSight Crime: RawFeed: Child Prostitution in Cartagena. Recuperado en: <https://www.insight-crime.org/news/analysis/rawfeed-child-prostitution-in-cartagena/>

Peña, A. (agosto 29 de agosto, 2006). Semana: ¿Está el país preparado para saber toda la verdad sobre el fenómeno del paramilitarismo? Recuperado de: <https://www.semana.com/portada/articulo/esta-pais-preparado-para-saber-toda-verdad-sobre-el-fenomeno-del-paramilitarismo/>

dad-sobre-fenomeno-del-paramilitarismo/80705-3

Raab, S. (2006). *Five Families: The Rise, Decline, and Resurgence of America's Most Powerful Mafia Empires*. Thomas Dunne Books.

Rempel, W. (2011). *At the Devil's Table: The Untold Story of the Insider Who Brought Down the Cali Cartel*, Random House.

Ronderos, M. (2014). *Guerras Recicladas. Una historia periodística del paramilitarismo en Colombia*. Aguilar.

Semana. (octubre 10 de octubre de 2019)., Así quedó el preocupante 'ranking' de la impunidad por regiones en Colombia. Recuperado de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/colombia-cifras-del-indice-global-de-impunidad-2019/636246>

Semana. (febrero 19 de febrero de, 1995). Todo Tiempo Pasado. Recuperado en: <https://www.semana.com/nacion/articulo/todo-tiempo-pasado/24808-3>

Torres, E. (junio 20 de junio de, 1991). El Tiempo. Fin de la extradición: 51 a favor, 13 en contra. Consultado en febrero 28 de 2020: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-107027>

Valencia L. A, Leon (2020). *Los clanes políticos que mandan en Colombia*. Colombia, Planeta editores.

Zuñiga, M.arcela (11 de septiembre de 11, 2019). InSight Crime Colombia's Bogotá-Medellín Highway Rife With Child Sex Exploitation. Recuperado en: <https://www.insightcrime.org/news/analysis/colombia-bogota-medellin-highway-child-sex-exploitation/>

Acceso a la educación en Colombia: lo que nos dicen los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (2018) del DANE

Por: Nohelia Andrea Cardozo Castaño y
Linda Carolina Henao¹
Profesor - UNIMETA

Resumen

La deserción escolar es una problemática que a lo largo del tiempo ha afectado a zonas rurales de Colombia, debido a que estas se encuentran a grandes distancias de las zonas urbanas del país, lo que impide el acceso a la educación. En este contexto, este estudio identificó los factores que influyen en la deserción escolar de la mujer joven rural de estrato bajo en Colombia. Para tal propósito, se usaron los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (2018) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y se aplicó una técnica econométrica denominada logit multinomial. La estimación mostró que entre más años cumplidos tenga la joven o que trabaje en una finca o tierra, aumenta la probabilidad de que considere que no está en edad escolar o que ya terminó. Además, se puede concluir que el trabajo a temprana edad es un factor importante para que la joven decida no estudiar, como por ejemplo que sea empleada doméstica.

Palabras clave: Educación, deserción escolar, zona rural, mujer joven.

Keywords: Education, school dropout, rural area, young woman.

Abstract

School dropout is a problem that over time has affected rural areas of Colombia, because they are located at great distances from the urban areas of the country, which prevents access to education. In this context, this study identified the factors that influence school dropout among young rural women of low strata in Colombia. For such purpose, data from the National Quality of Life Survey (2018) of DANE was used and an econometric technique called multinomial logit was applied. The estimation showed that the older the young woman is or that she works on a farm or land, the higher the probability that she considers that she is not of school age or that she has already finished. In addition, it can be concluded that working at an early age is an important factor in the young woman's decision not to study, such as being a domestic worker.

Introducción

La educación rural y el acceso a esta se ha visto gravemente afectada por la historia de Colombia, en donde las diferencias en torno a oportunidades

1. Profesoras de la Corporación Universitaria del Meta –UNIMETA.
nohelia.cardosoc@konradlorenz.edu.co; lindac.henaor@konradlorenz.edu.co

educativas y de vida se hacen aún más grandes entre las zonas urbanas y rurales del país (Martínez-Restrepo, Pertuz y Ramírez, 2016; Carrero-Arango y González-Rodríguez, 2016). Debido a esto, según Arias-Gaviria (2017) las zonas rurales son protagonistas de condiciones laborales desfavorables, pobreza extrema, desempleo y embarazos a temprana edad. Las cuales determinan modelos pobres y adversos del sistema educativo y que ponen en contexto preguntas encaminadas en descubrir las actividades que realizan estas jóvenes después de decidir no seguir estudiando.

Lo expuesto anteriormente está explicado por barreras fuertes en torno a la pobreza, ya que los jóvenes de zonas rurales deben estudiar y trabajar al mismo tiempo, pues se convierten desde muy pequeños en individuos fundamentales para el sostenimiento de la familia. Además, y debido a la carencia de una situación económica estable, no pueden acceder a una educación superior, porque las obliga a desplazarse a zonas urbanas y asumir los costos de manutención en este lugar, según afirma Ospina (2019).

En este contexto, es conveniente el estudio de dicha problemática, mediante el planteamiento de la siguiente pregunta: ¿qué factores influyen en la deserción escolar de la mujer joven rural en Colombia? ya que las revisiones académicas de los últimos 5 años no logran demostrar concretamente los factores que determinan que estas mujeres no estudien. Por este motivo, se usarán los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida de 2018 para Colombia y se estimó un modelo logit multinomial complejo para datos de la encuesta.

Con el fin de obtener dichos resultados, este artículo está dividido en cuatro secciones, en la primera parte se presenta el marco teórico; en el segundo, el estado del arte; en el siguiente apartado, se especifican las variables y el modelo, y en la última

sección, las discusiones y conclusiones.

Marco teórico

Restrepo-Tamayo (2020) afirma que la educación es un derecho y que por tal motivo debe ser un servicio público, en la que cualquier persona pueda acceder a ella. Por otro lado, Carrero-Arango y González-Rodríguez (2016) definen la educación como un actor principal en la sociedad que debe ser impartida por dos partes; la familia y la escuela. Por esto, la ausencia de alguna de ellas puede ser causante de grietas o vacíos dentro de la formación académica de un individuo y, por consiguiente, del abandono en alguna etapa. Adicionalmente, señala la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal, 2018) que de acuerdo con el objetivo número cuatro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) —educación de calidad—, la educación es la base para el mejoramiento de la vida y desarrollo sostenible del individuo y que para el año 2030 se esperan avances como acceso gratuito e igualitario, aumentar el número de becas, entre otros.

Llevándolo al contexto colombiano, según Cifuentes-Medina y Camargo-Silva (2016), para la comprensión de la educación en Colombia es necesario entender la historia puesto que desconocerla es sinónimo de olvidar la vivencia educativa en el país. Estos mismos autores argumentan que la educación se vio afectada desde el proceso de independencia en 1819, ya que los líderes impartieron reformas que favorecieron a la élite, brindándoles educación superior para que tuvieran una participación importante dentro de la dirección de la República. Por otro lado, siguiendo con la línea del tiempo unos años más adelante la inconformidad era bastante grande, gracias a que, a diferencia de las mujeres, los hombres si lograban acceder a una educación superior en Colombia y que solo fue has-

ta 1933 donde se alcanzó a ver un pequeño avance en la igualdad respecto a los planes de estudios que se empezaron a ofrecer para ambos sexos (Lozano-Cruz, 2019).

Por otra parte, el concepto de la educación rural o escuela rural en la actualidad, según Tovio-Florez (2016), está caracterizado por encontrarse aislado de edificaciones e industrialización, trayendo como consecuencia factores que le impiden acceder a recursos necesarios dentro de la construcción de actividades y retos académicos. De acuerdo con lo anterior, es necesario evocar el concepto de “juventud rural” o “joven rural”, ya que Díaz y Fernández (2017) comentan que este término hace referencia a un grupo de personas con múltiples problemáticas y con poca atención por parte de la sociedad y que además está condicionado por hechos históricos y culturales que lo llevan a caracterizarse por distintos comportamientos y expectativas.

Además, es importante mencionar específicamente la participación que juega la mujer rural, quien es centro de estudio en esta investigación. Según Rodríguez-Collante (2020), cuando se habla de la mujer rural, inmediatamente se tiene un concepto de la mujer del campo; aquella encargada de labores del hogar, tierra y cultivos. Adicionalmente, Gómez-Restrepo, Padilla-Muñoz y Rincón (2018) comentan que las mujeres de estas zonas se ven enfrentadas a innumerables obstáculos, como no tener acceso a tierras o limitaciones para encontrar un trabajo digno y remunerado y, por consiguiente, las posibilidades de tener acceso a una economía autónoma es baja. Además, esta misma autora habla sobre cómo es definida o caracterizada una mujer; vulnerable, sensible, aislada y bajo el concepto de vida doméstica. Sin embargo, Bautista-Bautista y Bedoya-Calvo (2017) explican a esta como una pieza fundamental desde la década de los noventa, debido a sus maneras de luchar y movilizarse por

sus derechos frente al conflicto que se ha presentado en este país.

Con lo anterior, hacer relación con el término de “deserción escolar” resulta ser una gran consecuencia dentro de esta problemática, pues según Retavizca-Cardenas (2016) se encuentran principalmente situados en trabajo infantil, embarazo a temprana edad, contribución a la economía de la familia e independencia monetaria por parte de sus padres/acudientes. De otra manera, según Gómez et al. (2018), esta problemática está altamente explicada por la edad de los jóvenes, ya que a partir de los 13 años el menor puede asumir tareas como jornalear o lo relacionado con las cosechas y es allí donde se cuestiona si seguir estudiando o trabajar. Esta misma autora plantea que por el lado de las mujeres su mayor problema de deserción es porque no les gusta estudiar, debido a que estas no tienen los suficientes incentivos y además por la ineficiente procedencia educativa en estas zonas del país. Sin embargo, la Cepal (2018) argumenta que se han realizado avances en torno a la educación para mujeres y niñas, ya que se ha aumentado el nivel mínimo de alfabetización y esto ha generado igualdad solo en la educación primaria para a mbos sexos.

En Colombia, la educación es un tema complejo, aun cuando se afirma que es un derecho fundamental y parte esencial de la vida de cada niño (a) y joven. Las investigaciones y datos que se arrojaron en torno al tema indican problemáticas que van desde que no consideran que están en edad escolar, falta de dinero o costos educativos o porque deben encargarse de los oficios del hogar. Estos y otros son aspectos que responden a la problemática de 1.110 jóvenes que decidieron no seguir con su educación y formación.

Deserción escolar en la mujer joven rural

Recientemente, a través de algunos estudios se ha

logrado evidenciar factores que muestran distintas situaciones que influyen dentro del porcentaje de jóvenes en zonas rurales que no continúan sus estudios académicos. Dentro de este contexto, Martínez et al. (2016), en su análisis investigativo y marco analítico con base en datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) 2015, diagnosticaron que la permanencia estudiantil se ve afectada de manera directa con el trabajo infantil, reflejándose en: baja matrícula en la educación básica, brechas en la calidad de esta y alta deserción. Adicionalmente, en esta misma se vieron resultados como que las mujeres, en comparación con los hombres, tienen un mayor porcentaje en terminar su bachillerato; sin embargo, estos mismos comentan que, aunque esto es así, la mujer rural tiene una alta deserción debido al embarazo a temprana edad.

Una investigación más, encaminada en los determinantes de la deserción escolar por Retavizca, (2016), realizada con base en la Encuesta Nacional de Deserción Escolar del 2015, reveló puntualmente que esta problemática se ve bastante impactada no solo por notables problemas económicos, sino también por la falta de responsabilidad de los padres en encaminar a sus hijos hacia la educación, considerando que esta es inútil. Por lo anterior, se ven forzados a abandonar sus estudios para darle paso a trabajos que permitan ayudar en sus hogares. Los resultados que se obtuvieron de esta investigación indicaron que influye en esta decisión la ubicación del menor o joven, si en el lugar donde vive tiene acceso al acueducto y, finalmente, la edad que tenga este. Cabe resaltar que esta investigación fue realizada tanto en el área urbana como rural y que, adicionalmente, para las mujeres se encontró que la deserción escolar y trabajo infantil es más baja que para los hombres.

Siguiendo con la línea anterior, Cortes-Aguilar, Estrada-Cañas y Guerrero-Rincón (2018) en su artícu-

lo de investigación utilizaron la Encuesta Nacional de Trabajo Infantil (ENTI) de 2011, de la cual se obtuvieron datos que refuerzan aún más cómo el trabajo a temprana edad influye directamente con sus estudios escolares. Esta investigación realizó una comparación con niños y niñas a partir de los 5 años y se evidenció que la juventud en las zonas rurales sobrepasa puntos por arriba a la juventud urbana, además de eso, se muestra en términos generales que el aumento de edad es directamente proporcional a la curva de trabajo; es decir, que, entre más años cumplidos, más niños y jóvenes trabajan. Por el lado del género femenino, en comparación con los hombres, tiene una mayor asistencia escolar; no obstante, casi un 11 % de ellas trabajan al mismo tiempo.

Por otro lado, otros factores son enunciados por Gómez et al (2016), a partir de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015, con una muestra de 1.754 adolescentes (48,3 % varones, 51,7 % mujeres), de la cual sacaron datos muy relevantes e influyentes dentro de la deserción escolar, entre esos: ya tienen por lo menos un hijo, no han tenido participación en algún grupo de su comunidad, han consumido alguna droga en los últimos 12 meses o son consumidores de alcohol. Adicionalmente, se hallaron como significativas dentro del modelo de regresión variables relacionadas con vivir en zonas rurales o en estado de pobreza, ser mujer, tener hijos, ser desplazado por la violencia o que vivan más de cinco personas en el hogar.

Otra investigación, realizada por Gómez-Triana (2016) con base a la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de Los Andes (ELCA) del año 2013, encontró que, por el lado de la mujer rural, las variables que más afectan la deserción escolar son la falta de dinero, falta de apoyo de los padres o descuido, desinterés en estudiar más o la responsabilidad de tener hijos, por embarazo

o porque se casó. Por otro lado, esta misma arrojó que en la juventud rural en general entre la edad de 6 años y 25 años, los dos factores más altos de deserción son: no quiere estudiar y falta de apoyo de los padres.

Finalmente, entre otras investigaciones afines al tema tratado en este estudio se encuentra la de Ortiz-Ocampo (2017), quien tomó datos del Dane (2015) y encontró que de las mujeres rurales de Colombia, el 81 % son madres cabeza de hogar, el 9 % son madres desempleadas y el 10 % tiene al menos un hijo menor de edad. Comentó también que estos factores son situaciones que impiden que estas tengan acceso a servicios y un mejor estilo de vida. Castiblanco-Aldana (2019) en su trabajo de grado, en donde estudió la vereda del Verjón, concluyó algunos datos a partir del análisis de los datos del Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (Spadies), en los que realizó algunos apuntes con respecto a la mujer rural, quien tiene una mayor tasa de deserción con respecto a los hombres en el periodo de 1998 a 2018. Adicionalmente esta misma comentó que factores, como la inequidad y la violencia doméstica, afectan para que este patrón se presente.

Metodología

Datos

Se usó una metodología de orden cuantitativo y transversal, En Colombia, la educación es un tema complejo, aun cuando se afirma que es un derecho fundamental y parte esencial de la vida de cada niño (a) y joven. Las investigaciones y datos que se arrojaron en torno al tema indican problemáticas que van desde que no consideran que están en edad escolar, falta de dinero o costos educativos o porque deben encargarse de los oficios del hogar. Estos y

otros son aspectos que responden a la problemática de 1.110 jóvenes que decidieron no seguir con su educación y formación.

Deserción escolar en la mujer joven rural

Recientemente, a través de algunos estudios se ha logrado evidenciar factores que muestran distintas situaciones que influyen dentro del porcentaje de jóvenes en zonas rurales que no continúan sus estudios académicos. Dentro de este contexto, Martínez et al. (2016), en su análisis investigativo y marco analítico con base en datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) 2015, diagnosticaron que la permanencia estudiantil se ve afectada de manera directa con el trabajo infantil, reflejándose en: baja matrícula en la educación básica, brechas en la calidad de esta y alta deserción. Adicionalmente, en esta misma se vieron resultados como que las mujeres, en comparación con los hombres, tienen un mayor porcentaje en terminar su bachillerato; sin embargo, estos mismos comentan que, aunque esto es así, la mujer rural tiene una alta deserción debido al embarazo a temprana edad.

Una investigación más, encaminada en los determinantes de la deserción escolar por Retavizca, (2016), realizada con base en la Encuesta Nacional de Deserción Escolar del 2015, reveló puntualmente que esta problemática se ve bastante impactada no solo por notables problemas económicos, sino también por la falta de responsabilidad de los padres en encaminar a sus hijos hacia la educación, considerando que esta es inútil. Por lo anterior, se ven forzados a abandonar sus estudios para darle paso a trabajos que permitan ayudar en sus hogares. Los resultados que se obtuvieron de esta investigación indicaron que influye en esta decisión la ubicación del menor o joven, si en el lugar donde vive tiene acceso al acueducto y, finalmente, la edad que tenga este. Cabe resaltar que esta investigación fue realizada tanto en el área urbana como rural y que,

adicionalmente, para las mujeres se encontró que la deserción escolar y trabajo infantil es más baja que para los hombres.

Siguiendo con la línea anterior, Cortes-Aguilar, Estrada-Cañas y Guerrero-Rincón (2018) en su artículo de investigación utilizaron la Encuesta Nacional de Trabajo Infantil (ENTI) de 2011, de la cual se obtuvieron datos que refuerzan aún más cómo el trabajo a temprana edad influye directamente con sus estudios escolares. Esta investigación realizó una comparación con niños y niñas a partir de los 5 años y se evidenció que la juventud en las zonas rurales sobrepasa puntos por arriba a la juventud urbana, además de eso, se muestra en términos generales que el aumento de edad es directamente proporcional a la curva de trabajo; es decir, que, entre más años cumplidos, más niños y jóvenes trabajan. Por el lado del género femenino, en comparación con los hombres, tiene una mayor asistencia escolar; no obstante, casi un 11 % de ellas trabajan al mismo tiempo.

Por otro lado, otros factores son enunciados por Gómez et al (2016), a partir de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015, con una muestra de 1.754 adolescentes (48,3 % varones, 51,7 % mujeres), de la cual sacaron datos muy relevantes e influyentes dentro de la deserción escolar, entre esos: ya tienen por lo menos un hijo, no han tenido participación en algún grupo de su comunidad, han consumido alguna droga en los últimos 12 meses o son consumidores de alcohol. Adicionalmente, se hallaron como significativas dentro del modelo de regresión variables relacionadas con vivir en zonas rurales o en estado de pobreza, ser mujer, tener hijos, ser desplazado por la violencia o que vivan más de cinco personas en el hogar.

Otra investigación, realizada por Gómez-Triana (2016) con base a la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de Los Andes (ELCA)

del año 2013, encontró que, por el lado de la mujer rural, las variables que más afectan la deserción escolar son la falta de dinero, falta de apoyo de los padres o descuido, desinterés en estudiar más o la responsabilidad de tener hijos, por embarazo o porque se casó. Por otro lado, esta misma arrojó que en la juventud rural en general entre la edad de 6 años y 25 años, los dos factores más altos de deserción son: no quiere estudiar y falta de apoyo de los padres.

Finalmente, entre otras investigaciones afines al tema tratado en este estudio se encuentra la de Ortiz-Ocampo (2017), quien tomó datos del Dane (2015) y encontró que de las mujeres rurales de Colombia, el 81 % son madres cabeza de hogar, el 9 % son madres desempleadas y el 10 % tiene al menos un hijo menor de edad. Comentó también que estos factores son situaciones que impiden que estas tengan acceso a servicios y un mejor estilo de vida. Castiblanco-Aldana (2019) en su trabajo de grado, en donde estudió la vereda del Verjón, concluyó algunos datos a partir del análisis de los datos del Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (Spadies), en los que realizó algunos apuntes con respecto a la mujer rural, quien tiene una mayor tasa de deserción con respecto a los hombres en el periodo de 1998 a 2018. Adicionalmente esta misma comentó que factores, como la inequidad y la violencia doméstica, afectan para que este patrón se presente.

tomando como base la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2018 del Dane. Esta encuesta observa y da respuesta de manera global a las necesidades que aquejan el bienestar de las familias colombianas, por lo que los resultados obtenidos de ella serán de vital importancia dentro de la investigación del tema principal.

Esta encuesta tomará cuatro capítulos; “Edu-

cación”, el cual tiene como objetivo de establecer características de la población que tiene más de 5 años de edad, en cuanto a temas de alfabetismo, años de estudio y nivel educativo, entre otros. El segundo capítulo “Características y composición del hogar”, que tiene como finalidad identificar quienes conforman un núcleo familiar, nivel de estudios de los padres y madres del hogar. El tercero “Datos de la vivienda” muestra las características de ella en cuanto a tipo, material, servicios públicos/privados, entre otros. Y finalmente “Fuerza de trabajo” identificando los ingresos de mayores de 12 años, de donde provienen estos ingresos, las condiciones y calidad del trabajo. (DANE, 2018).

Finalmente, esta investigación usó las siguientes unidades de muestreo, descritas por el Dane (2018): las Unidades Primarias de Muestreo (UPM), “se denominan así todos los municipios del país”. De otra manera, las Unidades Secundarias de Muestreo (USM) “son las manzanas en las cabeceras municipales y centros poblados y las secciones en el resto del municipio”. Y finalmente, las Unidades Terciarias de Muestreo (UTM), que “son los segmentos o medidas de tamaño MT (áreas de 10 viviendas en promedio) tanto en la cabecera como en el resto del municipio, con límites naturales fácilmente identificables en los que se encuentran todos los hogares”.

Estimación

Para este estudio se usó una técnica econométrica denominada logit multinomial (regresión logística multinomial), en la que empalmaron los capítulos de la encuesta para formar una base de datos que se declaró en Stata.

| Tipo variable | Nombre | Pregunta | Respuestas |
|---------------|-----------|--|--|
| Dependiente | P6218 | ¿Cuál es la principal razón para que no estudie? | 1. Considera que ya no está en edad escolar; considera que ya terminó. 2. Falta de dinero o costos educativos elevados; falta de cupos, no existe centro educativo cercano o el establecimiento asignado es muy lejano, necesita trabajar. 3. Debe encargarse de los niños del hogar (cuidado de niño(a)s y de otras personas del hogar: ancianos (ADULTOS MAYORES), personas discapacitadas, etc.); por embarazo. |
| Independiente | P6040 | ¿cuántos años cumplidos tiene...? | 1. 5 años a 20/24 años |
| Independiente | P8520S1A1 | ¿Con cuáles de los siguientes servicios públicos, privados o comunales cuenta la vivienda? | 1. Bajo - Bajo 2. Bajo |
| Independiente | P6240 | ¿En qué actividad ocupó la mayor parte del tiempo la semana pasada? | 1. Trabajando, 2. Buscando trabajo, 3. Estudiando, 4. Oficios del hogar, 5. Incapacitado permanentemente para trabajar, 6. Otra actividad ¿cuál? |
| Independiente | P6083 | La madre de vive en este ho | 1. Si 2. No, 3. Fallecida |
| Independiente | P1070 | Tipo de vivienda | 1. Casa 2. Apartamento 3. Cuarto(s) 4. Vivienda tradicional indígena. 5. Otro tipo de vivienda (carpa, contenedor, vagón, embarcación, cueva, refugio natural, ruente, etc.) |
| Independiente | P6074 | ¿siempre ha vivido aquí en este municipio? | 1. Si 2. No |
| Independiente | P6435 | En este trabajo es: | 1. Obrero o empleado de empresa particular. 2. Obrero o empleado del gobierno 3. Empleado doméstico 4. Profesional independiente. 5. Trabajador independiente o por cuenta propia. 6. Patrón o empleado. 7. Trabajador de finca, tierra o parcela propia en arriendo, aparcería, usufructo o posesión. 8. Trabajadores sin remuneración. 9. Ayudante sin remuneración (hijo o familiar de empleados domésticos, mayordomos, jornaleros, etc.). 10. Jornalero de peón |
| Independiente | P8634 | Fundamentalmente, donde realiza usted su trabajo principal: | 1. Local fijo, oficina, fábrica, etc. 2. En la vivienda que habita. 3. En otras viviendas. 4. En quiosco o caseta. 5. En un vehículo (taxi, carro, bus, lancha, barco). 6. Puerta a puerta. 7. Sitio al descubierto en la calle (ambulante o estacionario). 8. En el campo o área rural, mar, o río. 9. En una obra de construcción. 10. En una mina o cantera |
| Independiente | P8526 | ¿Con qué tipo de servicio sa | 1. Inodoro conectado a alcantarillado. 2. Inodoro conectado a pozo séptico. 3. Inodoro sin conexión. 4. Letrina. 5. Inodoro con descarga directa a fuentes de agua (bajamar). 6. No tiene servicio sanitario. |
| Independiente | P6051 | Cuál es el parentesco de...con el jefe o la jefa de este hogar | 1. Jefe (a) del hogar. 2. Pareja, esposo (a), cónyuge, compañero(a). 3. Hijo(a) hijastro(a). 4. Nieto (a). 5. Padre, madre, padrastro y madrastra. 6. Suegro o suegra. 7. Hermano (a), hermanastra (a). 8. Yerno, nuera. 9. Otro pariente del jefe(a). 10. Empleado(a) del servicio doméstico. 11. Parientes del servicio doméstico. 12. Trabajador. 13. Pensionista. 14. Otro pariente |
| Independiente | P5502 | Actualmente...: | 1. No está casado(a) y vive en pareja hace menos de dos años. 2. No está casado(a) y vive en pareja hace dos años o más. 3. Está viudo(a). 4. Está separado(a) o divorciado(a). 5. Está soltero(a). 6. Está casado(a) |

Tabla 1. Variables del modelo

Fuente: realización del autor con datos del Dane (2018).

De lo anterior, algunas variables independientes son descritas teóricamente por autores, los cuales apuntan a que son factores que afectan esta problemática, por ejemplo, Orellana, Pinos, Apolo y Zambrano (2020) argumentan que las brechas son producidas por la estratificación social del país impide que existan las mismas oportunidades entre los distintos estratos socioeconómicos. Por otro lado, Echavarría, Vanegas-García, González-Meléndez y Bernal-Ospina (2019) plantean que de cuatro colombianos, uno pertenece a la zona rural del país

y que el 44 % de esta se encuentra en estado de pobreza. Con estos dos planteamientos, es necesario comprender la importancia de este factor para entender por qué los estratos socioeconómicos son determinantes para el costo y acceso a la educación en zonas rurales del país.

Por parte de la variable del trabajo, Gómez-Miranda y Duque-Orozco (2017) argumentan que esta actividad productiva a temprana edad es una problemática y no un mal del pasado, la cual violenta sus derechos y obstaculiza su educación. Así mismo, esta revisión académica plantea distintos factores como causas económicas, culturales, sociales e institucionales, que vienen representadas por distintos actores que de alguna manera son responsables ante esta problemática. Por otro lado, Vilalta, Jasso y Fondevila (2020) hicieron un aporte con respecto al tipo de vivienda; comentaron que estas son fragmentos que conforman un entorno y que cualquier variación en la diversidad de esta puede determinar la posición social de los individuos, lo que implica que sus ingresos condicionan el acceso a diferentes servicios como por ejemplo educativos.

Finalmente, de las 11 anteriores variables se esperaba encontrar una relación positiva frente a la variable dependiente, pues se desea que todas entren en una discusión significativa en el análisis de los factores que afectan para que estas 1.110 jóvenes rurales no estudien.

Resultados:

A continuación, se presentan los resultados del modelo de regresión multinomial logit:

Figura 1

Considera que no está en edad escolar o considera que ya terminó.

| | dy/dx | Delta-method | z | P>z | [95% Conf. | Interval] |
|--|-----------|--------------|--------|-------|------------|-----------|
| P6040 | .0158336 | .00477 | 3.32 | 0.001 | .0064945 | .0251927 |
| P852051A1 | | | | | | |
| Bajo -bajo | -.0052038 | .0448817 | -0.12 | 0.908 | -.0931703 | .0827627 |
| Bajo | .0031249 | .0491594 | 0.06 | 0.949 | -.0932257 | .0994756 |
| P6240 | | | | | | |
| Buscando trabajo | -.0422495 | .0819003 | 0.52 | 0.606 | -.1182722 | .2027713 |
| Estudiando | -.1218446 | .0114656 | -10.63 | 0.000 | -.1443168 | -.0993723 |
| Oficios del hogar | .004959 | .0282984 | 0.18 | 0.861 | -.0505048 | .0604227 |
| Otra actividad ¿cuál? | .0217663 | .0891696 | 0.24 | 0.807 | -.1530009 | .1965335 |
| P6083 | | | | | | |
| No | .0879878 | .0529397 | 1.66 | 0.097 | -.0157721 | .1917476 |
| Fallecida | .0427601 | .0725429 | 0.59 | 0.556 | -.0994215 | .1849416 |
| P1070 | | | | | | |
| Apartamento | -.0344697 | .0368164 | -0.94 | 0.349 | -.1066285 | .037689 |
| Quarto(s) | -.0474881 | .0534145 | -0.89 | 0.374 | -.1521787 | .0572025 |
| Vivienda tradicional indígena | .043122 | .1477667 | 0.29 | 0.770 | -.2464955 | .3327394 |
| P6074 | | | | | | |
| No | -.038454 | .0209097 | -1.84 | 0.066 | -.0794363 | .0025288 |
| P6435 | | | | | | |
| Obrero o empleado del gobierno | -.1138857 | .0375548 | -3.03 | 0.002 | -.1874918 | -.0402796 |
| Empleado doméstico | -.0948967 | .0353274 | -2.69 | 0.007 | -.1641371 | -.0256562 |
| Profesional independiente | .1221387 | .1725423 | 0.71 | 0.479 | -.216038 | .4603154 |
| Trabajador independiente o por cuenta propia | -.0352841 | .0315472 | -1.12 | 0.263 | -.0971155 | .0265473 |
| Patrón o empleado | -.1456561 | .0224784 | -6.48 | 0.000 | -.1897129 | -.1015994 |
| Trabajador de finca tierra o parcela propia en. | .2015187 | .1045781 | 1.93 | 0.054 | -.0034506 | .406488 |
| Trabajador sin remuneración | -.073136 | .0436967 | -1.67 | 0.094 | -.15878 | .0125081 |
| Ayudantes sin remuneración (hijo o familiar de). | -.0488127 | .0953298 | -0.51 | 0.609 | -.2356556 | .1380302 |
| Arriero o peón | .0095306 | .0664889 | 0.14 | 0.886 | -.1207852 | .1398464 |
| P8634 | | | | | | |
| En la vivienda que habita | -.0137743 | .0380363 | -0.36 | 0.717 | -.088324 | .0607754 |
| En otras viviendas | .0278034 | .044601 | 0.62 | 0.533 | -.0596129 | .1152198 |
| En quiosco o caseta | .0530757 | .0973979 | 0.54 | 0.586 | -.1378207 | .2489721 |
| En un vehículo (taxi, carro, bus, lancha, barco) | -.1394727 | .0201532 | -6.92 | 0.000 | -.1789723 | -.0999732 |
| Puerta/puerta | .0487048 | .0839766 | 0.58 | 0.562 | -.1158863 | .213296 |
| Sitio al descubrimiento en la calle (ambulante...) | -.017514 | .0675288 | -0.26 | 0.795 | -.1498679 | .11484 |
| En el campo o área rural, mar, o río | -.0663811 | .0296165 | -2.24 | 0.025 | -.1244284 | -.008338 |
| En una obra de construcción | -.0172352 | .1130511 | -0.15 | 0.879 | -.2388114 | .204341 |
| En una mina o cantera | -.1394728 | .0201529 | -6.92 | 0.000 | -.1789718 | -.0999737 |
| P8526 | | | | | | |
| Inodoro conectado a pozo séptico | .0381484 | .0247191 | 1.54 | 0.123 | -.0103002 | .086597 |
| Inodoro sin conexión | -.0322344 | .0421047 | -0.77 | 0.444 | -.1147582 | .0502893 |
| Letrina | -.0112039 | .0494839 | -0.23 | 0.821 | -.1081905 | .0857827 |
| Inodoro con descarga directa a fuentes de agua...) | .0312963 | .0666681 | 0.47 | 0.639 | -.0993707 | .1619633 |
| No tiene servicio sanitario | -.0070798 | .0412704 | -0.17 | 0.864 | -.0879682 | .0780886 |

| P6051 | | | | | | |
|---|-----------|----------|-------|-------|-----------|-----------|
| Pareja, esposo (a), cónyuge, compañero(a) | -.0824997 | .0312803 | -2.64 | 0.008 | -.143808 | -.0211914 |
| Hijo(a) hijastro(a) | .08075 | .0662795 | 1.22 | 0.223 | -.0491554 | .2106554 |
| Nieto (a) | -.0436532 | .0552371 | -0.79 | 0.429 | -.1519158 | .0646094 |
| Hermano (a), hermanastro(a) | .0147457 | .0820667 | 0.18 | 0.857 | -.1461021 | .1755935 |
| Yerno, nuera | -.0463206 | .0430716 | -1.08 | 0.282 | -.1307994 | .0380983 |
| Otro pariente del jefe(a) | .071589 | .0965455 | 0.74 | 0.458 | -.1176367 | .2608148 |
| Empleado(a) del servicio doméstico | -.1306853 | .0302027 | -4.33 | 0.000 | -.1898814 | -.0714892 |
| Trabajador | -.1306853 | .0302026 | -4.33 | 0.000 | -.1898813 | -.0714894 |
| Otro pariente | .0007679 | .0832775 | 0.01 | 0.993 | -.162453 | .1639889 |
| P5502 | | | | | | |
| No está casado(a) y vive en pareja hace dos años. | .0971648 | .0449934 | 2.16 | 0.031 | .0089794 | .1853501 |
| Está viudo(a) | -.0802611 | .034339 | -2.34 | 0.019 | -.1475642 | -.0129579 |
| Está separado(a) o divorciado(a) | -.030535 | .0384303 | -0.79 | 0.427 | -.1058571 | .0447871 |
| Está soltero(a) | .0437855 | .0387955 | 1.13 | 0.259 | -.0322523 | .1198233 |
| Está casado(a) | .2424537 | .101751 | 2.38 | 0.017 | .0430254 | .4418819 |

Figura 1. Resultado efecto marginal. Fuente de elaboración: propia, hecho en Stata (2014).

Edad: esta variable resultó significativa, debido a que a medida que las jóvenes rurales tienen más años cumplidos, la probabilidad de considerar que no está en edad para estudiar o que considera que ya terminó aumentaba en el 1,4 %.

Ocupación del tiempo: con esta variable se logró identificar que cuando la joven estudiaba, disminuía la probabilidad en un 12 % de que se sienta en edad de no estudiar o que considere que ya terminó. En otras palabras, el hecho de estudiar es importante para las personas, puesto que, si en algún momento se pierde la cadena de estudio y se desea retomar de nuevo, es mayor la probabilidad de que no suceda. Vive en un municipio: esta variable fue significativa, ya que si la joven no vive en un municipio, disminuía la probabilidad de que se sienta en edad de no estudiar o que considere que ya terminó en un 3.8 %.

Trabajo del joven: como era de esperarse, esta variable tuvo distintas respuestas, de las cuales cinco fueron significativas. En primera instancia, si la

joven era obrera o empleada del gobierno, disminuía la probabilidad en un 11 % de que sintiera que no está en edad de estudiar o que ya terminó. Además, si la joven era empleada doméstica, decrecía en un 9.4 % la probabilidad; si es patrón o empleado, un 14.5 % y trabajadora sin remuneración en un 7.3 %. Por otro lado, si la joven trabajaba en una finca, tierra o parcela propia en arriendo, aparcería, usufructo o posesión, aumentaba la probabilidad de que no estudie, porque consideraba que no está en edad o que ya terminó en un 20 %.

Lugar de trabajo: existía menor probabilidad de no estudiar por considerar que no está en edad de estudiar o que ya terminó, si la joven laboraba en un vehículo (taxi, bus, carro, lancha o barco), en el campo, área rural, mar o río o en una mina o cantera.

Parentescos: en esta variable se hallaron tres significancias negativas. Por un lado, si la joven es pareja con el jefe o la jefa del hogar, disminuía la probabilidad en un 8 % en que considere que no está en edad escolar o que ya terminó. De esa misma manera, disminuía en un 13 %, si es la empleada del servicio doméstico o trabajadora.

Estado civil: el hecho de que la joven no esté casada y viva en pareja hace menos de dos años aumentaba la probabilidad en un 9 % de que la joven considere que no está en edad de estudiar o que ya terminó. Por otro lado, si era viuda, disminuía la probabilidad en un 8 % de que considere lo anterior.

Y finalmente, si la joven estaba casada, aumentaba la probabilidad en un 24 % de que considere que no está en edad o que ya terminó sus estudios.

Variables descartadas

Las siguientes variables fueron descartadas debido a que no representaron ningún tipo de significancia dentro de del modelo: considera que no está en edad escolar o considera que ya terminó, presencia de la madre en el hogar, tipo de vivienda, servicio sanitario y estrato para tarifa.

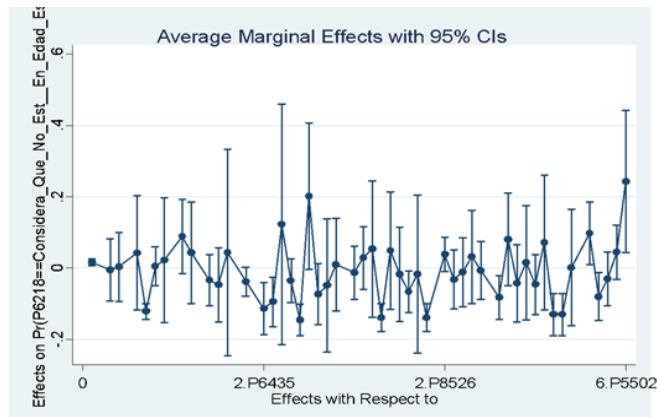


Figura 1. Gráfica de resultados de los efectos marginales. Fuente: realización propia en Stata (2014).

La figura 1.1. evidencia que los efectos marginales más altos se encontraron situados en la variable P5502, que pregunta por el estado civil de la joven rural. Por otro lado, la variable P6435, que explica el actual trabajo de la joven, también mostró un alto margen en la gráfica. Esto permitió concluir que estas dos variables son las más significativas e influyentes dentro del porqué la joven no estudia, porqué considera que no está en edad escolar o considera que ya terminó.

Figura 2. Falta de dinero o costos educativos elevados, falta de cupos, no existe centro educativo cercano o establecimiento asignado es muy lejano, necesita trabajar.

| | dy/dx | Delta-method | z | P>z | [95% Conf. | Interval] |
|---|-----------|--------------|-------|-------|------------|-----------|
| P6040 | -.0089443 | .0061722 | -1.45 | 0.147 | -.0210415 | .003153 |
| P852051A1 | | | | | | |
| Bajo - bajo | .0724782 | .0687812 | 1.23 | 0.218 | -.0427309 | .1876873 |
| Bajo | .1011005 | .064688 | 1.56 | 0.118 | -.0256856 | .2278866 |
| P6340 | | | | | | |
| Buscando trabajo | .0410553 | .0977693 | 0.42 | 0.675 | -.1505691 | .2326796 |
| Estudiando | .3196243 | 1.161.935 | 0.28 | 0.783 | -1.967.726 | 2.596.975 |
| Oficio del hogar | -.1428449 | .0378091 | -3.78 | 0.000 | -.2169495 | -.0687403 |
| Otra actividad (cual?) | -.3172973 | .1114108 | -2.85 | 0.004 | -.5356585 | -.0989362 |
| P6083 | | | | | | |
| No | -.1272406 | .0743118 | -1.71 | 0.087 | -.272889 | .0184077 |
| Fallida | -.1682475 | .1009494 | -1.67 | 0.096 | -.3661047 | .0296097 |
| P1070 | | | | | | |
| Apartamento | .0232205 | .0570425 | 0.41 | 0.684 | -.0885807 | .1350218 |
| Cuarto(s) | -.010658 | .0834722 | -0.13 | 0.898 | -.1742605 | .1529444 |
| Vivienda tradicional indígena | -.3398733 | .1991852 | -1.71 | 0.088 | -.7302691 | .0605224 |
| P6074 | | | | | | |
| No | .0416588 | .0298736 | 1.39 | 0.163 | -.0168924 | .1002099 |
| P6435 | | | | | | |
| Obrero o empleado del gobierno | .1238911 | .1095902 | 1.13 | 0.258 | -.0909017 | .3386839 |
| Empleado doméstico | .1142861 | .0577691 | 1.98 | 0.048 | .0010608 | .2275114 |
| Profesional independiente | -.1628404 | .1815559 | -0.90 | 0.370 | -.5186834 | .1930026 |
| Trabajador independiente o por cuenta propia | .0327241 | .0415252 | 0.79 | 0.431 | -.0486637 | .114112 |
| Patrón o empleado | -.6083775 | 472.407 | -0.13 | 0.898 | -9.867384 | 8.650.629 |
| Trabajador de finca, tierra o parcela propia en arriendo, aparcería, usufructo | -.1956211 | .1053763 | -1.86 | 0.063 | -.4021548 | .0109127 |
| Trabajador sin remuneración | .0885039 | .0623152 | 1.42 | 0.156 | -.0386317 | .2106394 |
| Ayudante sin remuneración (hijo o familiar de empleados domésticos, mayordomos, jornalero de peón | .1837154 | .1129884 | 1.63 | 0.104 | -.0377379 | .4051686 |
| Jornalero de peón | -.1099114 | .0789089 | -1.39 | 0.164 | -.2645699 | .0447471 |
| P834 | | | | | | |
| En la vivienda que habita | -.0671142 | .0479971 | -1.40 | 0.162 | -.1611868 | .0269584 |
| En otras viviendas | -.1161339 | .0543032 | -2.14 | 0.032 | -.2225662 | -.0097016 |
| En quiosco o caseta | -.0114987 | .1163907 | -0.10 | 0.921 | -.2396202 | .2166229 |
| En un vehículo (taxi, carro, bus, lancha, barco) | 3216143 | 1.520.842 | 0.21 | 0.833 | -2.659.182 | 330.241 |
| Puerta a puerta | -.1012259 | .0972045 | -1.04 | 0.298 | -.2917432 | .0892914 |
| Sitio al descubierto en la calle (ambulante o estacionario) | 0188474 | .0982405 | 0.19 | 0.848 | -.1737005 | .2113953 |
| En el campo o área rural, mar, o río | -.0306909 | .0451439 | -0.68 | 0.497 | -.1191713 | .0577895 |
| En una obra de construcción | -.0097432 | .1814542 | -0.05 | 0.957 | -.3653869 | .3459005 |
| En una mina o cantera | -.4074484 | .1187007 | -3.43 | 0.001 | -.6400974 | -.1747993 |
| P8526 | | | | | | |
| Inodoro conectado a pozo séptico | -.0808257 | .0363425 | -2.22 | 0.026 | -.1520557 | -.0095957 |
| Inodoro sin conexión | .0328379 | .0679578 | 0.48 | 0.629 | -.1003568 | .1660327 |
| Letrina | -.052879 | .0841922 | -0.63 | 0.530 | -.2178927 | .1121347 |
| Inodoro con descarga directa a fuentes de agua (bajamar) | -.0361561 | .0860865 | -0.42 | 0.674 | -.2048824 | .1325703 |
| No tiene servicio sanitario | 0196333 | .0579812 | 0.34 | 0.735 | -.0940077 | .1332743 |
| P851 | | | | | | |
| Pareja, esposo(a), cónyuge, compañero(a) | .0595627 | .0474222 | 1.26 | 0.209 | -.0333832 | .1525085 |

| | | | | | | |
|--|-----------|----------|-------|-------|-----------|-----------|
| Hijo(a) hijastro(a) | -0.285877 | 0.712901 | -0.40 | 0.688 | -1.688138 | 1.111383 |
| Nieto (a) | -0.749972 | .0849495 | -0.88 | 0.377 | -2.414951 | 0.915007 |
| Hermano (a), hermanastro (a) | -1.071748 | 1.157539 | -0.93 | 0.355 | -.3340482 | 1.196987 |
| Yerno, nuera | 1.303853 | .0604025 | 2.16 | 0.031 | .0119987 | 2.48772 |
| Otro pariente del jefe(a) | -.0606745 | 1.077396 | -0.56 | 0.573 | -.2718402 | 1.504912 |
| Empleado(a) del servicio doméstico | 1.889556 | 1.362243 | 1.39 | 0.165 | -.0780392 | 4.559503 |
| Trabajador | 1.319375 | 1.727147 | 0.76 | 0.445 | -.2065771 | 4.704522 |
| Otro pariente | -.021894 | 1.111556 | -0.20 | 0.844 | -.239755 | 1.959669 |
| P5582 | | | | | | |
| No está casado(a) y vive en pareja hace dos años o más | -.2253182 | .058555 | -3.85 | 0.000 | -.3400839 | -.1105524 |
| Está viudo(a) | 0.428171 | .2460841 | 0.17 | 0.862 | -.4394988 | 5.25133 |
| Está separado(a) o divorciado(a) | -.1007803 | .0745743 | -1.35 | 0.177 | -.2469431 | 0.453826 |
| Está soltero(a) | 1.067243 | .0608406 | 1.75 | 0.079 | -.0125211 | 2.259697 |
| Está casado(a) | -.2694004 | 1.064823 | -2.53 | 0.011 | -.4781019 | -.0606989 |

Figura 2. Resultado efecto marginal. Fuente de elaboración: propia, hecho en Stata (2014).

En cuanto a los factores asociados al acceso y financiamiento (falta de dinero, falta de cupos, no existe centro educativo cercano o el establecimiento asignado es muy lejano o necesita trabajar), que generaban que las jóvenes no estudiaran, se encontraron los siguientes hallazgos:

Ocupación del tiempo: en esta variable, se encontraron dos respuestas significativas. La primera es que el hecho de que la mujer rural se encargue de los oficios del hogar o que estuviera embarazada disminuía la probabilidad en un 14 %, por otro lado, que se haya ocupado en otras actividades, disminuía la probabilidad de no estudiar por las anteriores razones en un 31 %.

Presencia de la madre en el hogar: esta variable sí es significativa, ya que si la madre de la joven no vivía en el hogar, disminuye la probabilidad en un 12 %. También si la madre estaba fallecida, disminuía igualmente la probabilidad en un 16 %.

Tipo de vivienda: si la joven habita en una vivienda tradicional indígena, disminuía en un 33 % la probabilidad de que no estudiara.

Trabajo de la joven: que la joven sea empleada doméstica, aumentaba la probabilidad en un 11 % para que no estudiara y si trabaja en una finca, también disminuía la probabilidad en un 19 %.

Lugar de trabajo: esta variable tiene dos significancias, la primera es que si la joven trabaja en la vivienda que habita, disminuye la probabilidad en un 6 %. Así mismo, en un 40% disminuía esta probabilidad, si trabaja en un mina o cantera.

Servicio sanitario: que la joven rural tenga agua inodoro conectado a pozo séptico en su vivienda, disminuía la probabilidad en un 8 % de que no estuviera estudiando.

Parentescos: esta variable aumentaba la probabilidad en un 13 %, si la joven rural era nuera del jefe del hogar.

Estado civil: esta variable es significativa, ya que el hecho de que la joven no estuviera casada y viviera en pareja hace 2 años disminuía la probabilidad en un 22 % de que estudiara. Además, decrecía la probabilidad en un 26 %, si la joven estaba casada.

Y aumentaba la probabilidad en un 10 %, si esta se encontraba soltera.

VARIABLES DESCARTADAS

Las siguientes variables fueron descartadas, debido a que no representaron ningún tipo de significancia dentro del modelo para la variable analizada (falta de dinero o costos educativos elevados, falta de cupos, no existe centro educativo cercano o el establecimiento asignado es muy lejano, necesita trabajar) fueron: edad, estrato para tarifa, vive en municipio.

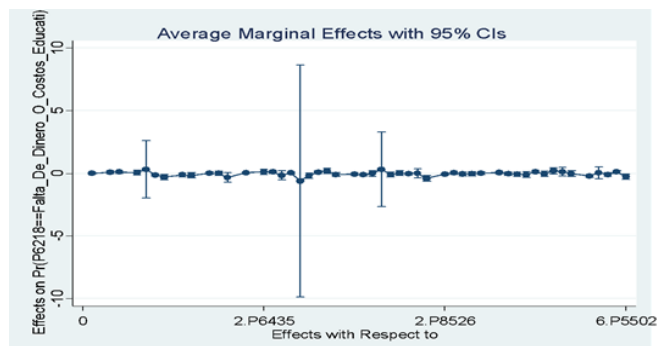


Figura 2.1. Gráfica de resultados de los efectos marginales. Fuente: realización propia en Stata (2014).

La figura 2.1. evidencia que los efectos marginales más altos están entre la variable P6435, que explica el actual trabajo de la joven, y la variable P8526, en la que se pregunta ¿con qué tipo de servicio sanitario cuenta el hogar? Esto mostró que estas dos variables son las más significativas.

Figura 3. Debe encargarse de los oficios del hogar —cuidado de niño(a) y de otras personas del hogar: ancianos (adultos mayores), personas discapacitadas, etc.—; por embarazo.

| | dy/dx | Delta-method | z | P> | 95% Conf. | Interval |
|--|-----------|--------------|-------|-------|-------------|-----------|
| P6040 | -.0868893 | .0051281 | -1.34 | 0.179 | -.0169402 | .0031615 |
| P85201A1 | | | | | | |
| Bajo - bajo | -.0672744 | .0488364 | -1.38 | 0.168 | -.1629919 | .0284432 |
| Bajo | -.1842255 | .0548815 | -1.93 | 0.054 | -.2102233 | .0017724 |
| P6240 | | | | | | |
| Buscando trabajo | -.0833048 | .0722552 | -1.15 | 0.249 | -.2249224 | .0583128 |
| Estudiando | -.1977797 | 1.161.905 | -0.17 | 0.865 | -.2.475.071 | 2.079.512 |
| Oficios del hogar | 1378859 | .0317289 | 4.35 | 0.000 | .0756983 | 2.000735 |
| Otra actividad ¿cuál? | 295531 | .1117162 | 2.65 | 0.008 | .0765713 | 5144907 |
| P6083 | | | | | | |
| No | .0392529 | .0626447 | 0.63 | 0.531 | -.0835284 | 1.620342 |
| Fallecida | 1254874 | .087364 | 1.44 | 0.151 | -.0457428 | 2.967177 |
| P1070 | | | | | | |
| Apartamento | .0112492 | .0517175 | 0.22 | 0.828 | -.0901152 | 1.126136 |
| Cuarto(s) | .0581462 | .07932 | 0.79 | 0.432 | -.0867344 | 2.030267 |
| Vivienda tradicional indígena | 2.967514 | 1.765562 | 1.68 | 0.093 | -.0492924 | 6.427951 |
| P6074 | | | | | | |
| No | -.0032048 | .0254676 | -0.13 | 0.900 | -.0531203 | .0467107 |
| P6435 | | | | | | |
| Obrero o empleado del gobierno | -.0100054 | .1091552 | -0.09 | 0.927 | -.2239457 | 2.039349 |
| Empleado doméstico | -.0193894 | .051967 | -0.37 | 0.709 | -.121243 | .0024641 |
| Profesional independiente | .0407017 | .3958436 | 0.21 | 0.835 | -.3431448 | 4.245481 |
| Trabajador independiente o por cuenta propia | .00256 | .0364561 | 0.07 | 0.944 | -.0688926 | .0740125 |
| Patrón o empleado | .7540337 | 4.724.058 | 0.16 | 0.873 | .850.495 | 1.001.302 |
| Trabajador de finca, tierra o parcela propia en arriendo, aparcería, usufructo o | -.0058976 | .0718635 | -0.08 | 0.935 | -.1467475 | 1.049523 |

| | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-------|-------|-------------|-----------|
| Trabajador sin remuneración | -.0153679 | .0528806 | -0.29 | 0.769 | -.118832 | .0872962 |
| Ayudante sin remuneración (hijo o familiar de empleados domésticos, mayordomos, jornaleros) | -.1349027 | .0744955 | -1.81 | 0.070 | -.2809112 | .0111058 |
| Jornalero de peón | .1003808 | .0673518 | 1.49 | 0.136 | -.0316262 | 2.323878 |
| P8634 | | | | | | |
| En la vivienda que habita | .0808885 | .0389153 | 2.08 | 0.038 | .0046159 | 1571611 |
| En otras viviendas | .0883305 | .0451176 | 1.96 | 0.050 | -.0000983 | 1767599 |
| En quiosco o caseta | -.0415771 | .0855407 | -0.49 | 0.627 | -.2092338 | 1.260797 |
| En un vehículo (taxi, carro, bus, lancha, barco) | -.1821416 | 1.520.782 | -0.12 | 0.905 | -.3.162.819 | 2.798.536 |
| Puerta a puerta | .0525211 | .0730045 | 0.72 | 0.472 | -.0905652 | 1.956074 |
| Sitio al descubierto en la calle (ambulante o estacionario) | -.0019334 | .0875014 | -0.02 | 0.988 | -.172893 | 1.701661 |
| En el campo o área rural, mar, o río | .097072 | .0396921 | 2.45 | 0.014 | .0192769 | 1748671 |
| En una obra de construcción | .0269784 | .1795153 | 0.15 | 0.881 | -.3248651 | 3788219 |
| En una mina o cantera | 5469211 | .1178925 | 4.64 | 0.000 | -.315856 | 7779862 |
| P8526 | | | | | | |
| Inodoro conectado a pozo séptico | .0426773 | .0321326 | 1.33 | 0.184 | -.0203013 | 105656 |
| Inodoro sin conexión | -.0006035 | .0598402 | -0.01 | 0.992 | -.1178881 | 1166811 |
| Letrina | .0640829 | .0780503 | 0.82 | 0.412 | -.0888929 | 2170586 |
| Inodoro con descarga directa a fuentes de agua (dajamar) | .0048598 | .067224 | 0.07 | 0.942 | -.1268969 | 1366164 |
| No tiene servicio sanitario | -.0125535 | .0469669 | -0.27 | 0.789 | -.104607 | .0795 |
| P6051 | | | | | | |
| Pareja, esposo (a), cónyuge, compañero(a) | .022937 | .0434663 | 0.53 | 0.598 | -.0622555 | 1081295 |
| Hijo(a) hijastro(a) | -.0521623 | .0672994 | -0.78 | 0.438 | -.1840666 | .0797421 |
| Nieto (a) | 1186504 | .0895086 | 1.33 | 0.185 | -.0567832 | 2940041 |
| Hermano (a), hermanastro (a) | .092429 | 1.211343 | 0.76 | 0.445 | -.1449898 | 3298479 |
| Verno, nuera | -.0840647 | .0514296 | -1.63 | 0.102 | -.184865 | .0167355 |
| Otro pariente del jefe(a) | -.0109146 | .0954193 | -0.11 | 0.909 | -.197993 | 1761039 |
| Empleado(a) del servicio doméstico | -.0582702 | 1.348313 | -0.43 | 0.666 | -.3225347 | 2059942 |
| Trabajador | -.0012522 | 1.716756 | -0.01 | 0.994 | -.3377301 | 3352257 |
| Otro pariente | .0211261 | 1.061957 | 0.20 | 0.842 | -.1870137 | 2292659 |
| P5502 | | | | | | |
| No está casado(a) y vive en pareja hace dos años o más | 1281534 | .0507302 | 2.53 | 0.012 | .028724 | 2275828 |
| Está viudo(a) | .0374439 | .2446064 | 0.15 | 0.878 | -.4419757 | 5168636 |
| Está separado(a) o divorciado(a) | 1313153 | .068703 | 1.91 | 0.056 | -.0033402 | 2659707 |
| Está soltero(a) | -.1505098 | .0517336 | -2.91 | 0.004 | -.2519058 | -.0491139 |
| Está casado(a) | .0269468 | .0828048 | 0.33 | 0.745 | -.1353477 | 1892413 |

Figura 3. Resultado efecto marginal. Fuente de elaboración: propia, hecho en Stata (2014).

Las variables que resultaron significativas para que la joven no estudiara, porque debía encargarse de los oficios del hogar o por embarazo, se muestran a continuación:

Estrato para tarifa: esta variable fue significativa,

ya que disminuyó la probabilidad en un 10 % en estrato para tarifa bajo.

Ocupación del tiempo: la probabilidad de que la joven no estudiara crecía en un 13 %, si la joven se ocupaba en los oficios del hogar y en un 29 % para otras actividades.

Tipo de vivienda: si la joven habita en una vivienda tradicional indígena, aumenta la probabilidad en un 29 %.

Trabajo del joven: cuando la joven rural era ayudante sin remuneración (hijo o familiar de empleados domésticos, mayordomos, jornaleros, etc.), disminuía la probabilidad en un 13 %.

Lugar de trabajo: que la joven haya relacionado su trabajo en la vivienda en la que habita, en otras viviendas, en el campo o áreas rurales y en una mina o cantera, aumenta la probabilidad en un 8 %, 8 %, 9 % o 54 %, respectivamente.

Estado civil: esta variable se encontró significativa, ya que el hecho de que la joven no estuviera casada y viviera en pareja hace dos años aumentaba la probabilidad en un 12 %.

VARIABLES DESCARTADAS

Las siguientes variables fueron descartadas, debido a que no representaron ningún tipo de significancia dentro del modelo para la variable: debe encargarse de los oficios del hogar (cuidado de niño y de otras personas del hogar, como ancianos, personas discapacitadas, etc.) y por embarazo; edad, presencia de la madre, vive municipio, servicio sanitario, parentesco.

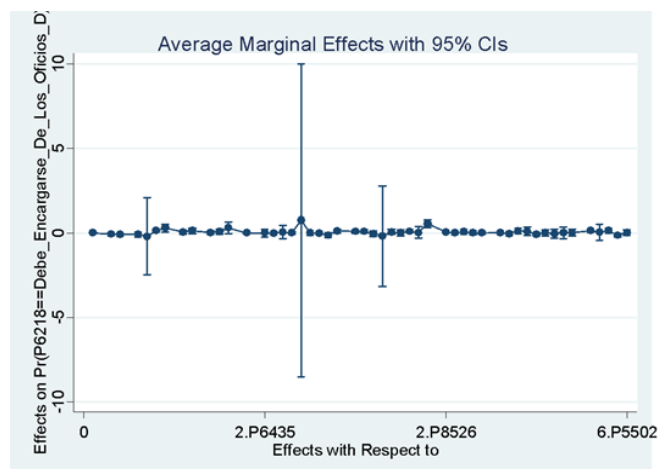


Figura 3.1. Gráfica de resultados de los efectos marginales. Fuente: realización propia en Stata (2014).

La figura 3.1. evidenció que los efectos marginales más altos, lo presentaron la variable P6435, que explica el actual trabajo de la joven, y la variable P8526, en la que se pregunta ¿con qué tipo de servicio sanitario cuenta el hogar?

DISCUSIÓN

El no estudiar por considerar que no se está en edad escolar o que ya terminó fue explicada por la edad y ocupación del tiempo. Para el caso de la primera, la literatura indicó que entre más años cumplidos tenga la joven, la probabilidad de que deje sus estudios aumenta para dedicarse a otras actividades, ya que es directamente proporcional a la curva de trabajo a temprana edad (Cortes-Aguilar, et al., 2018). Asimismo, Retavizca-Cardenas (2016) comentó que esta problemática está muy relacionada con la edad, ya que a partir de los 13 años un individuo ya cuenta con la suficiente fuerza para ejercer actividades laborales distintas al estudio. Además, la significancia de la variable de ocupación del tiempo puede ser explicada por las brechas en la educación

y dificultad de acceso a esta, provocando el trabajo (Martínez et al., 2016).

Por su parte, el modelo estimado mostró que si la joven habitaba en una vivienda tradicional indígena, disminuía la probabilidad de que no estudiara por la falta de dinero o costos educativos elevados, falta de cupos, no existía centro educativo cercano o el establecimiento asignado es muy lejano o necesitaba trabajar. Sin embargo, esto no fue expuesto por Vilalta et al. (2020), quien afirmó que el tipo de vivienda afecta directamente el acceso a algunos recursos por parte de los individuos y por ende, incide puede influir en el acceso a la educación. Por otro lado, en cuanto al trabajo que ejerce la joven, sí era de esperarse una probabilidad positiva, pues, como lo planteó Ortiz-Ocampo (2017), de las mujeres rurales de Colombia, el 81% de ellas son madres cabeza de hogar, y por ende no estudian, ya que no tiene dinero para costear sus estudios.

Además, en cuanto a las mujeres que no estudiaban porque debían encargarse de los oficios del hogar o por embarazo, el que la joven estuviera casada no fue una variable significativa; por lo que no se pudo confirmar lo planteado por Gómez-Triana (2016), que afirma que cuando la mujer joven rural está casada, se convierte en uno de los más grandes factores que afectan en la deserción escolar en ellas.

Conclusión

Los estudios académicos han demostrado que la falta de acceso a la educación por parte de las mujeres jóvenes que habitan en zonas rurales fue dada por las siguientes razones: ya tienen por lo menos un hijo, no han tenido participación en algún grupo de su comunidad, han consumido alguna droga en los últimos 12 meses o son consumidoras de alcohol, trabajan a temprana edad, tienen problemas económicos y responsabilidad con los padres.

Dentro de esta perspectiva, gracias a los resultados arrojados por la estimación, se pudo demostrar que, aunque son muchas las variables que determinan por qué la joven rural no estudia en Colombia, los principales factores involucran el hecho de que la joven se encontrara embarazada y habitara en una vivienda tradicional indígena. Así mismo, el trabajo a temprana edad o que fuera empleada doméstica se puede asociar a la presión social de dedicarse a actividades laborales para que pueda aportar ingresos a sus familias.

Referencias

Arango, M., & Rodríguez, M. (2016). La educación rural en Colombia: experiencias y perspectivas. *Praxis pedagógica*. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/praxis/article/view/1377/1312>

Bautista-Bautista, S. C. & Bedoya-Calvo, I. C. (2017). Mujer rural y construcción de paz: temas, problemas y desafíos. *Prospectiva*. *Revista de Trabajo Social e intervención social*.

Castiblanco-Aldana, J., P. (2019). El acceso de la mujer rural a la educación superior: un estudio de caso en la comunidad de la vereda el Verjón. <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20174/2019julicastiblanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155.4/S1700334_es.pdf?sequence=18&isAllowed=y

Collante, R. (2020). Conceptualización y cons-

trucción del significado de mujer rural y la educación económica y financiera en el ámbito rural colombiano. [http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21094/2020dianarodr%
c3%adguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21094/2020dianarodr%c3%adguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cortes-Aguilar, A., Estrada-Cañas I., & Guerrero-Rincón I. (2018). Factores socioeconómicos asociados al trabajo infantil y la asistencia escolar en Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*. [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16676/1/9Factores%20socioecon%
c3%b3micos%20asociados%20con%20el%20trabajo%20infantil%20y%20la%20asistencia%20escolar%20en%20Colombia.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16676/1/9Factores%20socioecon%
c3%b3micos%20asociados%20con%20el%20trabajo%20infantil%20y%20la%20asistencia%20escolar%20en%20Colombia.pdf)

Cruz, M. (2020). Maestras y pioneras: condiciones para el acceso de la mujer a la educación superior en Colombia en la primera mitad del siglo XX. *Revista de Antropología y Sociología: viraje*. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/2310/2212>

Dane (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2018). Encuesta Nacional de Calidad de Vida –ECV 2018. http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/607/get_microdata

Díaz, V., & Fernández, J. (2017). ¿Qué sabemos de los jóvenes rurales? Síntesis de la situación de los jóvenes rurales en Colombia, Ecuador, México y Perú. Serie documento de trabajo. https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1514470672DocumentoTrabajoS%C3%ADntesisdelasituaci%C3%B3nlosj%C3%B3venesruralesenColombiaEcuadorM%C3%A9xicoyPer%C3%BA.pdf

Echavarría, C., Vanegas J., González, L. & Bernal, J. (2019). La educación rural “no es un concepto

urbano”. *Revista de la Universidad de La Salle*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2236&context=ruls>

Gaviria, J. A. (2017). Problemas y retos de la educación rural colombiana. *Revista educación y ciudad*. <https://revistas.idep.edu.co/index.php/educacion-y-ciudad/article/view/1647/1623>

Gómez, C., Padilla, A. & Rincón, C. (2016). Deserción escolar de adolescentes a partir de un estudio de corte transversal: Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015. *Revista colombiana de Psiquiatría*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v45s1/v45s1a14.pdf>

Gómez-Triana, B.E. (2016). Deserción escolar en áreas rurales de Colombia: análisis del problema con base en dos municipios, Chinú, departamento de Córdoba y Ortega, departamento del Tolima. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21107/GomezTrianaBelenEugenia2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, S., & Pertuz, M., & Ramírez, J. (2016). La situación de la educación rural en Colombia, los desafíos del posconflicto y la transformación del campo. https://compartirpalabramaestra.org/documentos/fedesarrollo_compartir/la-situacion-de-la-educacion-rural-en-colombia-los-desafios-del-posconflicto-y-la-trasformacion-del-campo.pdf

Medina, J. E. C., & Silva, A. L. C. (2016). La historia de las reformas educativas en Colombia. *Cultura Educación y Sociedad*. https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/1097/pdf_235

- Miranda, M. & Duque, Y. (2017). Vinculación del sector empresarial en el marco institucional de erradicación y prevención del trabajo infantil en Colombia. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios)*. <https://revistageon.unillanos.edu.co/article/view/50/35>
- StataCorp. (2011). *Stata Statistical Software: Release 12*. College Station, TX: StataCorp LP.
- Orellana, V., Pinos, B., Apolo, D. & Zambrano, X. (2020). Perspectivas para la superación de la pobreza: una revisión de literatura sobre estudios que directa o indirectamente inciden en la educación. *Revista Espacios*. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n06/a20v41n06p03.pdf>
- Ortiz-Ocampo, J. (2017). Condición educativa y laboral de la mujer rural. <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/4524/1/DDMEPGT2.pdf>
- Ospina, C. (2019). Estudio de trayectorias y aspiraciones de jóvenes rurales en Colombia y el rol del territorio y las políticas públicas. Documento de Trabajo. https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1578671896DT259Ospina.pdf
- Restrepo, J. (2020). El derecho a la educación: un derecho fundamental en Colombia. *Revista Direitos Fundamentais & Democracia*. <https://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/1935/654>
- Retavizca, M. (2016). Determinantes de la deserción escolar asociado al trabajo infantil en el rango de edad entre los 5 y los 17 años en Colombia para el año 2015. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/25707/Maria%20Camila%20Retavizca%20Cardenas%20%28tesis%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tovio, J. (2016). El desafío de la educación rural. <https://repositorio.umecit.edu.pa/bitstream/001/2232/1/EL%20DESAFIO%20DE%20LA%20EDUCACION%20RURAL.pdf>
- Vilalta, C., Jasso, L. & Fondevila, G. (2020). <https://www2.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/1621/175>

Asignación y distribución de biomasa en plantas de vivero de aguacate (*Persea americana* L.) micorrizadas

Por: Imelda Montañez-Orozco ¹, Melissa Lis-Gutiérrez ², Marco Cabezas-Gutiérrez ³
Profesores e Investigadores - UNIMETA

Assignment and distribution of biomass in nursery plants of mycorrhized avocado (*Persea americana* L.)

Resumen

Los suelos de la zona cálida tropical en su mayoría presentan problemas por deficiencia de fósforo, debido al bajo contenido natural del elemento y a la alta retención del mismo ocasionada por las condiciones químicas de los materiales edáficos. La región oriental de Colombia en la actualidad despunta con el mayor potencial para el crecimiento de la frontera agrícola, tanto en cultivos transitorios como perennes. El aguacate (*Persea americana* L), especie promisoría para esta región, presenta heterogeneidad en la producción, aspecto que le resta competitividad al cultivo. Una de las razones de esta problemática es el inadecuado manejo de la nutrición de las plantas en fase de vivero. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación con micorrizas de los géneros *Glomus* y *Acaulospora* sobre la ganancia de biomasa en plantas de aguacate de las variedades

des Lorena, Santana y Común en fase de vivero, para lo cual se emplearon suelos procedentes de tres paisajes representativos de la Orinoquía colombiana, determinando la biomasa en hojas, tallo y raíz. Se encontró que la micorrización afecta positivamente la ganancia de materia seca. *Glomus* presentó diferencias significativas con respecto a *Acaulospora*, mientras que entre materiales de aguacate no se presentaron diferencias. Con base en los resultados obtenidos se recomienda el uso de hongos formadores de micorriza arbuscular como parte del manejo de la nutrición en plantas de vivero de *P. americana* L.

Palabras clave: crecimiento y desarrollo, Hongos micorrízicos arbusculares, *Acaulospora* sp, *Glomus* sp.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática actual, ha intensificado la necesidad de incrementar la productividad de los cultivos de manera sostenible, con uso eficiente de insumos y con los mejores estándares de calidad, más aun cuando la globalización cultural, el libre mercado y los acuerdos internacionales de comercio abierto son las bases de cualquier programa de producción agrícola (ECLAC, FAO, & IICA,

1 Investigador y asesor externo, bimemoro04@gmail.com; 2 Docente Investigador. Corporación Universitaria del Meta, melissa.lis@unimeta.edu.co; 3 Investigador y asesor externo, mcgutier@hotmail.com.

2017). La identificación de materiales vegetales de alta aceptación por el consumidor, amplia adaptabilidad ecológica, competitivos en el mercado y con posibilidades futuras de desarrollo, es una de las mejores estrategias para la reconversión de la agricultura en los países tropicales. En el caso colombiano, con la implementación de tratados de libre comercio, es preciso pensar en la sustitución de productos tradicionales como los cereales y leguminosas de grano, otrora bases de la economía agraria y del desarrollo rural para dar opciones a la producción de especies de mayor competitividad como los frutales de origen tropical.

El uso adecuado del suelo en los trópicos, debe estar fundamentado en la siembra y aprovechamiento de plantas perennes y cultivos de larga duración como los frutales y plantas forestales, que se adapten de manera óptima a las condiciones específicas de cada zona (ECLAC et al., 2017). Para la zona geográfica de los Llanos Orientales colombianos existen algunas especies con grandes posibilidades de consolidar la producción agrícola de la región; dentro de ellas, el cultivo del aguacate (*Persea americana* L.) parece ser una de las mejores opciones. No obstante, las limitantes especialmente bióticas, no manejadas adecuadamente, restringen el cultivo de la especie, entre las cuales sobresalen la presencia de hongos patógenos del suelo, la incompatibilidad de materiales para la fecundación y especialmente problemas nutricionales ocasionados por el desconocimiento de las necesidades reales en los suelos de la altillanura, lo que conlleva a dificultades en la toma de los mismos y limitantes propios del suelo (Rios Castaño & Tafur Reyes, 2003). Con el ánimo de superar estas limitaciones, particularmente el déficit nutricional de fósforo, se ha planteado el uso de hongos formadores de micorriza arbuscular (HFMA) que promueven el crecimiento

vegetal mediante una mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo y otros nutrientes junto con el agua (Ararat Orozco, 2013; Carreon-Abud, Vega-Fraga, & Gavito, 2015; Guerra Sierra, 2008; Kaur, Singh, & Kang, 2014).

El cultivo de aguacate se distribuye en 73 países a nivel mundial, dentro de los que se destaca México como primer productor con 1.889.354 ha equivalentes al 33.9% de la producción mundial), seguido por República Dominicana con 601.349 ha (10.8%), Perú con 455.394 ha (8.2%), Colombia con 309.431 ha (5.6%) e Indonesia con 304.938 ha (5.5%) (FAO, 2018). Entre 2013 y 2015, la producción mundial de aguacates osciló entre 4.8 y 5,6 millones de toneladas, siendo los principales países productores México, República Dominicana, Colombia, Perú e Indonesia, los cuales en conjunto representan el 56% de la producción mundial (PRONAGRO, 2016). Durante el 2016 México alcanzó las 180.536 ha cosechadas equivalentes al 32% del total mundial, mientras que República Dominicana, Perú, Colombia e Indonesia oscilaron entre las 37.871 y 23.957 ha equivalentes al 6.7 y 4.2% (FAO, 2018).

Bernal et al., (2008), afirman que en Colombia este cultivo puede crecer desde el nivel del mar hasta 2.500 m.s.n.m. condición que favorece su dispersión geográfica en el país, estando presente en 22 departamentos en el año 2016, alcanzando las 4.0983 ha, una producción de 335.882 t y un rendimiento promedio de 8,24 t ha⁻¹, lo que ha permitido que pase de ser en el año 2000 el décimo país productor a el cuarto en el 2016. Sin embargo, existen diferencias notables entre el rendimiento y producción por hectárea en el país, con rendimientos que oscilan entre 1,5 y 15,63 t ha⁻¹, mientras que el mayor rendimiento lo obtuvo Arauca con 15,63 t

ha-1 (AGRONET, 2018). La producción por hectárea, demuestra la amplia brecha tecnológica entre regiones y más aún, con respecto a los sistemas productivos de México quienes producen 6 veces más que Colombia (FAO, 2018). Esa diferencia en producción y rendimiento, puede ser acortada con un manejo tecnológico apropiado, el cual parte del adecuado balance de elementos nutricionales en el cultivo, para lo cual se requiere la aplicación de enmiendas, fertilizantes de síntesis química y orgánica, así como el uso de opciones biológicas, que contribuyan a reducir los impactos negativos en el ambiente, disminuyan los costos de producción y conlleven a la sostenibilidad de los ecosistemas (Carreón Abud et al., 2014; Guerra Sierra, 2008; Singh, Srivastava, Sharma, & Sharma, 2014).

En Colombia la fase de vivero es fundamental para el cultivo de *P. americana* L., ya que es el punto inicial de la cadena productiva, y soporta las necesidades de material de propagación para siembras nuevas, resiembras, renovaciones normales e injertación que se presentan cada año (Rios Castaño & Tafur Reyes, 2003), por lo tanto en esta fase se debe garantizar la inocuidad del material, partiendo desde la calidad del sustrato de enraizamiento (libre de patógenos) hasta la aplicación de hormonas para fortalecer el crecimiento y nutrición de las plantas (Ararat Orozco, 2013; Kaur et al., 2014).

En las últimas décadas se ha desarrollado diferentes estudios donde se emplean microorganismos benéficos con el fin de mejorar la productividad y sostenibilidad de los agroecosistemas. En el caso específico de las micorrizas, varias investigaciones han demostrado la eficiencia de los hongos micorrízicos como promotores en el desarrollo gracias al efecto positivo en la toma de nutrientes para plántulas de aliso, plátano papaya, guanábana, chirimoya, café,

mango, limón, ají y aguacate entre otros (Becerra & Cabello, 2007; Cardona, Peña-Vengas, & Arcos, 2008; Silva & Siqueira, 1991; Usuga Osorio, Castañeda Sánchez, Franco Molano, Gómez Velásquez, & Lopera Agudelo, 2008; Viera et al., 2017).

En Colombia son escasos los trabajos enfocados al uso biotecnológico de micorrizas en el cultivo de aguacate, tema de gran interés ya que a pesar de que este producto es considerado como rubro importante de grandes oportunidades comerciales, según los acuerdos de integración, los nuevos tratados comerciales y el comercio mundial globalizado, aún hace falta conocimiento acerca de su manejo agronómico.

Teniendo en cuenta que los HFMA han sido estudiados en especies de angiospermas leñosas y se han encontrado beneficios de esta asociación simbiótica, especialmente en suelos deficientes de fósforo y con bajos niveles de materia orgánica, como es el caso de algunos de los suelos de los Llanos Orientales de Colombia (Gómez Zambrano, 2000), este trabajo tiene como principal objetivo evaluar el efecto de la inoculación con HFMA de los géneros *Glomus* y *Acaulospora* en la distribución de biomasa de plántulas de aguacate de las variedades Lorena, Santana y Común en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en condiciones de invernadero, en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (Bogotá, Colombia), con temperatura promedio de 22°C., con variaciones entre 14 y 30°C, humedad relativa promedio de 74% (hidrotermómetro GARMIN G2009) y radiación fotosintéticamente activa (RFA) de 1320 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

(LICOR L250A Quantic sensor).

Se emplearon como sustrato suelos de tres localidades de la altillanura Colombiana, los cuales fueron solarizados con el fin de reducir la carga microbiana, incluyendo propágulos de hongos nativos formadores de micorriza, siguiendo la metodología empleada por Gómez et al. (2000). La primera muestra (S1) proviene del Centro Experimental Taluma de Agrosavia, ubicada en el municipio de Puerto López (Meta) a una altura de 156 m.s.n.m., la segunda (S2) extraída del municipio Puerto Colombia, en una zona de planicie aluvial, con altura menor de 400 m.s.n.m. y un clima cálido húmedo y la tercera (S3) Centro de Investigación La Libertad de Agrosavia en el municipio de Villavicencio (Meta) a 336 m.s.n.m.

Se determinó la concentración de fósforo de las muestras y su pH en el laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con el objeto de ajustar hasta 5.9 el pH y homogenizar las condiciones nutricionales para garantizar el crecimiento de las plantas. En el caso de los suelos S1 y S3 fue necesario aplicar 20 g/planta en para nivelar su concentración de fósforo.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 x 3, compuesto por 27 tratamientos de ocho repeticiones cada uno, para un total de 216 unidades experimentales. Los factores considerados fueron: Suelos (S1, S2 y S3); variedades de aguacate (Lorena, Santana y Común) e inoculación (*Glomus* sp, *Acaulospora* sp y un testigo sin inocular). El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SAS, versión 9.1, empleando las prueba Tukey para determinar el efecto de una única variable (suelo, variedad o micorriza) y Duncan para comparación múltiple, ambas con una

confianza del 95%.

La selección de los géneros de HFMA se realizó mediante la caracterización morfológica de esporas e identificación probable de las mismas a partir de muestras de suelo tomadas en huertos de aguacate en los suelos S1, S2 y S3 empelando las claves del (INVAM, 2009). Se emplearon semillas sexuales de *P. americana* L., provenientes del mismo árbol en cada una de las variedades, las cuales fueron seleccionaron por peso (entre 65 y 75 gramos) para reducir la heterogeneidad en el material propagado. La siembra se efectuó en bolsas plásticas con 5 kg de suelo, donde se colocó una semilla y se adicionaron seis esporas por planta de inóculo puro de cada una de los hongos de micorriza arbuscular.

Siete meses después de la siembra, se midió biomasa de hojas, tallo y raíces, tomando cuatro plantas de cada tratamiento, separando el tallo, las hojas y la raíz en bolsas de papel y se sometieron a secado en estufa a 72 ° C hasta peso constante (IGAC, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa un efecto positivo en la ganancia de biomasa total de los tratamientos que incluyen la inoculación micorrízica con respecto a los tratamientos testigo en los diferentes órganos de las plantas *P. americana* L (Figuras 1 a, b y c), corroborando que la asociación simbiótica de los HFMA favorece el incremento de las tasas de crecimiento y biomasa producida (Viera et al., 2017), relacionado de manera indirecta a diversos cambios y/o modificaciones a nivel fisiológico que permiten incrementar la absorción de nutrimentos, la actividad fotosintética y la capacidad de fijación de CO₂, tal como lo exponen Alarcón & Ferrera-Cerrato (1999). Com-

portamiento similar ha sido expuesto por (Viera et al., 2017) quienes evaluar la eficiencia del uso de micorrizas nativas en el crecimiento de plántulas de aguacate para producir plantas de *P. americana* Miller en Ecuador, estos investigadores concluyen que el uso de cepas micorrízicas nativas son efectivas en el desarrollo de las plántulas de aguacate de alta calidad, reflejado en mayor porcentaje de biomasa seca y fijación de fósforo.

Se observan diferencias significativas entre los tres tratamientos inoculados con HFMA en cuanto a la variable biomasa total (tabla 1). Los tratamientos que incluyen *Glomus* tienen el mayor promedio de biomasa total, comportamiento directamente relacionado con los resultados obtenidos para biomasa de raíz, tallo y hojas en estos tratamientos. Estos resultados coinciden con lo registrado por Menge, Larue, Labanauskas, & Johnson (1980) quienes evaluaron la inoculación de *Glomus fasciculatum* Gerd., en plantas de aguacate micropropagadas, y encontraron un crecimiento 49 a 254% superior en comparación con plantas no micorrizadas. Vidal, Azcón-Aguilar, & Barea (1992), observaron aumento en la biomasa de raíces y de la parte aérea y en la relación parte aérea y radical, en comparación con plantas sin inocular.

En los suelos evaluados, la biomasa total de plantas de aguacate no presenta diferencias significativas entre los suelos, sin embargo, los valores promedio obtenidos de las plantas cultivadas en suelos de Taluma (23.79 g) y Puerto Colombia (23,93 g) son más altos en comparación con el suelo de la Libertad (21.62 g), esto se debe a la mayor biomasa de raíces y hojas obtenida en estos dos suelos en comparación con los valores obtenidos para el suelo de La Libertad.

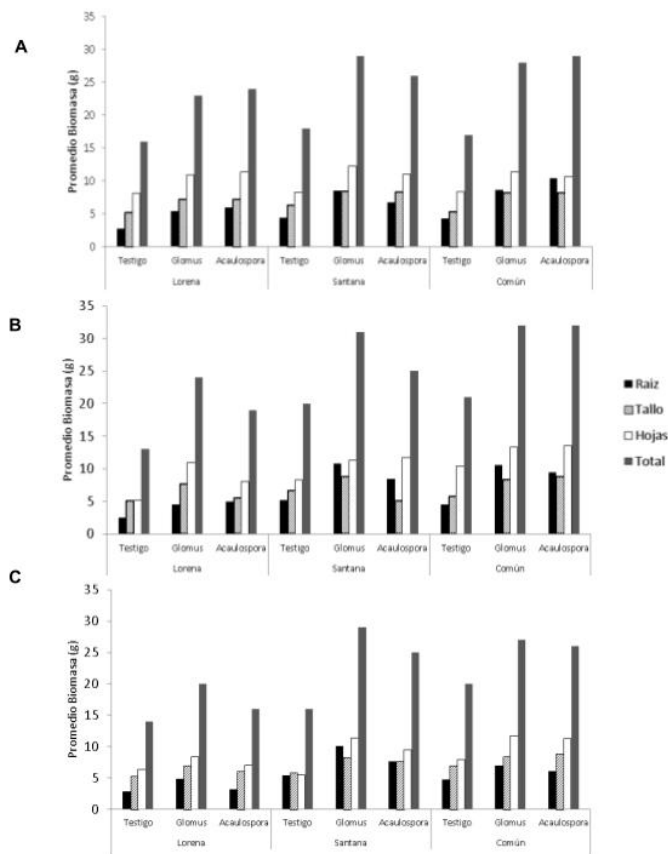


Figura 1. Biomasa de diferentes órganos de la planta, en tres variedades de aguacate inoculados con hongos de micorriza arbuscular y propagados en los diferentes suelos A: suelo de Taluma, B: suelo de Puerto Colombia y C: Suelo de La Libertad.

| Suelo | Variedad | Micorriza | Biomasa raíces (g) | Biomasa tallo (g) | Biomasa hojas | Biomasa Total (g) |
|---------------|----------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Taluma | Lorena | <i>Glomus</i> | 5,47 IGHEF | 7,26 EDC | 10,96 DC | 23,69 GF |
| | | <i>Acaulospora</i> | 5,97 GHEF | 7,25 EDC | 11,35 DC | 24,57 EGF |
| | | Tratamiento control | 2,72 K | 5,18 I | 8,15 EFG | 16,05 KJ |
| | Santana | <i>Glomus</i> | 8,58 BC | 8,46 BA | 12,30 BAC | 29,34 BAC |
| | | <i>Acaulospora</i> | 6,74 DEF | 8,36 BA | 10,99 DC | 26,09 EGDF |
| | | Tratamiento control | 4,45 IHJ | 6,30 EGHF | 8,21 EFG | 18,96 IJ |
| | Común | <i>Glomus</i> | 8,61 BC | 8,16 BAC | 11,36 DC | 28,13 BDC |
| | | <i>Acaulospora</i> | 10,39 A | 8,21 BAC | 10,68 DC | 29,27 BAC |
| | | Tratamiento control | 4,35 IJ | 5,36 IH | 8,34 EF | 18,05 IJ |
| <i>Glomus</i> | | 4,55 IGHJ | 7,68 BDC | 10,94 DC | 23,18 GH | |

| Variedad | Suelo | Tratamiento | Biomasa (g) | | | |
|-----------------|---------|---------------------|-------------|-----------|-----------|------------|
| | | | Raíces | Tallos | Hojas | Total |
| Puerto Colombia | Lorena | Acaulospora | 4,94 IGH | 5,53 IH | 8,09 EFG | 18,56 IJ |
| | | Tratamiento control | 2,52 K | 5,08 I | 5,15 I | 12,74 L |
| | | Glomus | 10,83 A | 8,78 A | 11,33 DC | 30,94 BA |
| | Santana | Acaulospora | 8,47 BC | 5,10 I | 11,74 BAC | 25,31 EGDF |
| | | Tratamiento control | 5,15 IGH | 6,67 EGDF | 8,29 EFG | 20,10 I |
| | | Glomus | 10,56 A | 8,30 BAC | 13,31 BA | 32,17 A |
| | Común | Acaulospora | 9,41 AB | 8,76 A | 13,58 A | 31,75 A |
| | | Tratamiento control | 4,54 IGHJ | 5,72 IGH | 10,36 DC | 20,62 IH |
| | | Glomus | 4,91 IGH | 6,93 EDF | 8,32 EFG | 20,17 I |
| La Libertad | Lorena | Acaulospora | 3,24 KJ | 6,04 IGHF | 6,99 HFG | 16,27 KJ |
| | | Tratamiento control | 2,89 K | 5,18 I | 6,35 HIG | 14,42 KL |
| | | Glomus | 10,12 A | 8,21 BAC | 11,34 DC | 29,68 BAC |
| | Santana | Acaulospora | 7,64 DC | 7,62 BDC | 9,42 ED | 24,68 EGF |
| | | Tratamiento control | 5,38 IGHF | 5,82 IGH | 5,44 HI | 16,63 KJ |
| | | Glomus | 6,94 DE | 8,38 BA | 11,68 BC | 27,00 EDC |
| | Común | Acaulospora | 6,06 GEF | 8,81 A | 11,30 DC | 26,18 EDF |
| | | Tratamiento control | 4,75 IGH | 6,86 EDF | 7,92 EFG | 19,52 I |

Tabla 1. Promedios de la biomasa en raíces, tallos, hojas y total en plantas de aguacate por tratamiento. Promedios seguidos de la misma letra no presentan evidencia de diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Duncan con una confianza del 95%.

Se presentaron diferencias significativas entre las tres variedades de aguacate (tabla 1). La variedad Lorena presentó menor ganancia de biomasa total en todos los tratamientos. Para S1 la diferencia con respecto a las otras variedades fue de 13% para las plántulas inoculadas con Acaulospora, 19% para Glomus y del 8 % para el testigo. En los suelos del grupo S2, la mayor diferencia se evidencia entre los tratamientos testigo, 46% entre las variedades evaluadas, seguido por las plántulas inoculadas con Acaulospora (34%) y por Glomus (27%). En S3 esta variedad presentó entre 22 y 37% menos ganancia de biomasa total en los suelos de la Libertad, la diferencia más amplia se evidenció entre las plántulas inoculadas con en el tratamiento testigo un 22% menos que las demás variedades,

en la inoculación con Acaulospora (37%), seguida por Glomus (29%) y por último en el tratamiento testigo (22%).

La variedad Común también mostró los valores más altos en ganancia de biomasa total para los tres tipos de suelos, alcanzando un entre 24 y 40% más de ganancia de biomasa con respecto al testigo en los tratamientos con inoculación de micorrizas. El análisis estadístico muestra que la interacción suelo de Puerto Colombia-variedad Común-inoculación con Glomus tuvo el mayor promedio con 32.17 g (56% mayor que el tratamiento control). Sin embargo, no se presentan diferencias significativas entre ésta y las interacciones Puerto Colombia-Común-Acaulospora con 31.75 g (54% mayor que el tratamiento control) y Puerto Colombia-Santana-Glomus con 30.94 g (54% mayor que el tratamiento control). Con respecto a la diferencia entre los tipos de suelos empleados, esta variedad muestra un mejor desarrollo en los suelos del grupo S2 (Puerto Colombia), los cuales no necesitaron aplicación adicional de fósforo, esto permite afirmar que estos serían los suelos más adecuados para el desarrollo de plántulas inoculadas con micorrizas de ambos géneros.

Las variedades Lorena y Santana mostraron un mejor desarrollo radical en presencia de Glomus sp, con un 30% y un 52% más con respecto al tratamiento testigo. En el caso de la variedad Lorena inoculada con Glomus hubo 52% más de ganancia de biomasa total en suelos del grupo S2, mientras que la variedad Santana + Glomus se desarrolló mejor en los suelos del grupo S3 (La libertad) alcanzando casi un 45% más que las plantas testigo.

En el caso de la parte aérea, se evidencia un incremento en la biomasa de los tratamientos inoculados con Glomus sp y Acaulospora sp con respecto al

testigo, lo cual generó diferencias significativas entre estos y el testigo. El mayor promedio se obtuvo en las plantas inoculadas con *Glomus* (11.28 g) en comparación con el testigo (7.58 g), comportamiento similar al expuesto por Da Silveira, De Souza, João Bender, & Koller (2002) quienes concluyen que algunas especies de HFMA inducen un mayor peso de materia seca en la parte aérea en plantas de *P. americana*, comportamiento directamente ligado al incremento en el área foliar (Souza, Abad, Almeida & Agusti, 1998) lo que favorece el aumento del área fotosintéticamente activa.

Con respecto a la biomasa de las hojas entre los tres tipos de suelo, no se presentaron diferencias significativas entre los suelos de Taluma y Puerto Colombia, pero sí, en estos dos con el de La Libertad. Esto puede asociarse con el efecto de la simbiosis micorrízica, ya que se observa un mayor efecto en la biomasa de las hojas para los tratamientos inoculados con HFMA en estos dos suelos a diferencia de lo que ocurre en el suelo de La Libertad. Es importante resaltar el incremento de 37%, 45% y 48% en la biomasa de hojas en los tratamientos inoculados con HFMA para los suelos de Taluma, Puerto Colombia y La Libertad, respectivamente con relación al testigo. Así mismo, se destaca la mayor acumulación de biomasa foliar con respecto al tratamiento testigo, en los tratamientos inoculados con *Glomus* en los suelos de Taluma (40%), Puerto Colombia (50%) y la Libertad (57%), frente a los inoculados con *Acaulospora* en los suelos de Taluma (34%), Puerto Colombia (40%) y la Libertad (39%).

La interacción suelo de Puerto Colombia-variedad Común-inoculación con *Acaulospora* muestra que el mayor promedio 13.58 g de biomasa en las hojas, valor que constituye 31% más alto que el tratamiento control. Sin embargo, no se presentan diferencias

significativas entre ésta y la interacción Puerto Colombia-Común-*Glomus* con 13.31 g (28% mayor que el tratamiento control). Con respecto a los promedios más bajos, se destaca que hay una correspondencia con los tratamientos sin inoculación con HFMA, siendo la interacción Puerto Colombia-Lorena-Testigo el tratamiento con promedio más bajo (5.15 g), seguido de La Libertad-Santana-Testigo (5.44 g). Se resalta que los promedios más altos se asocian con los tratamientos inoculados con HFMA, en la variedad Común y el suelo de Puerto Colombia.

Por otra parte, se observan diferencias significativas entre las tres variedades de aguacate y la biomasa de la parte aérea. Las diferencias relacionadas a los valores promedio de ganancia de biomasa en la parte aérea, la variedad Común presentó el mayor promedio (10.95 g) mientras que el menor promedio se dio en la variedad Lorena (8.48 g), posiblemente obedecen a las características de la variedad y a un efecto positivo de la asociación variedad-micorriza. Para las variedades Santana y Común los promedios de biomasa de hojas en los tratamientos inoculados con HFMA son superiores en comparación con la variedad Lorena para estos mismos tratamientos. Además, la variedad Lorena presenta un crecimiento menor al de la Común al ser un material seleccionado por mejoramiento vegetal. Esta última es más vigorosa y de mayor plasticidad fenotípica.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Salamanca & Cano (2005), quienes reportan un mayor incremento (176%) en peso seco de la parte aérea de plantas de mandarina Cleopatra, inoculadas con cepas nativas de HFMA.

Con respecto a la biomasa de raíces, se presentaron

diferencias significativas entre todos los tratamientos de inoculación con HFMA con respecto al testigo. *Glomus* obtuvo el promedio más alto (7.84 g) seguido por *Acaulospora* (6.98 g) y el testigo (4.08 g). Estos resultados coinciden con los encontrados por Silveira et al. (2002), quienes evaluaron el efecto de la inoculación de diferentes especies de HFMA sobre el desarrollo vegetativo de plantas de aguacate y encontraron que los portainjertos inoculados con diferentes especies de HFMA presentaron pesos fresco y seco de raíces significativamente superiores a los del testigo, así como la especie *A. scrobiculata*, que indujo peso fresco de raíces superior a los de las plantas no micorrizadas. Lo anterior también puede sustentarse con el establecimiento de diversos procesos fisiológicos y bioquímicos entre ambos componentes de la simbiosis, de modo que la planta hospedante puede presentar cambios en la morfología de la raíz (Hetrick, Wilson, & Leslie, 1991).

Por otro lado, la biomasa de raíces no presentó diferencias significativas entre los suelos de Taluma (6.36 g) y Puerto Colombia (6.78 g), pero sí de estos dos con el suelo de La Libertad (5.77 g). Este comportamiento puede estar relacionado con la baja disponibilidad de oxígeno en suelos arcillosos, tal como es el caso del suelo de La Libertad, a diferencia de las texturas de los otros dos suelos que corresponde a Arenosa Franca. Otro factor que puede influir en estos resultados, es el contenido de fósforo disponible en el suelo que para el caso de los suelos de Taluma y La Libertad era tan bajo que se requirió de una aplicación externa. Aunque la micorrización se ve favorecida cuando hay bajo contenido del elemento en el suelo, la ausencia total del mismo limita el desarrollo de las raíces. Según los resultados del análisis fisicoquímico, en el suelo de La Libertad el contenido de fósforo no fue detec-

tado, condición que influye de manera directa sobre el crecimiento de la raíz y de los HFMA.

La biomasa de la raíz no presentó diferencias significativas entre las variedades Santana (7.48 g) y Común (7.29 g), pero sí de estas dos respecto a la variedad Lorena (4.14 g). Probablemente este comportamiento en las variedades está relacionado con la inoculación de HFMA, puesto que al analizar los resultados de biomasa de raíz por tratamiento de inoculación y variedad de aguacate, el mayor promedio de biomasa de raíz lo muestran la variedad Santana inoculado con *Glomus* (9.85 g) y la variedad Común inoculada con *Glomus* (8.70 g) y con *Acaulospora* (8.62 g). Los menores promedios se observan en la variedad Lorena inoculada con *Glomus* (4.98 g) y con *Acaulospora* (4.72 g). Lo anterior puede explicarse porque la respuesta diferencial del aguacatero a la inoculación con HFMA depende de las características genotípicas de la especie vegetal y/o de la afinidad colonizador-hospedero como lo reportan Silveira et al. (2002), entre otros factores.

En la biomasa de tallo, los resultados concuerdan con el comportamiento de los resultados de la biomasa de raíces, hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos de inoculación con HFMA. El mayor promedio corresponde a la inoculación con *Glomus* (8.02 g) seguido por *Acaulospora* (7.30 g) y el testigo con (5.79 g). Es evidente que la tendencia en la acumulación de biomasa para los diferentes órganos de la planta de aguacate es la misma con la inoculación de los dos géneros de HFMA evaluados lo que sugiere que la respuesta depende de otros factores como repartición del carbono, nutrición nitrogenada y distintos episodios de estrés, los cuales no fueron evaluados en la presente investigación.

En la biomasa del tallo no se presentaron diferencias significativas entre las variedades Santana (7.62 g) y Común (7.26 g), pero sí de estas dos versus la variedad Lorena (6.24 g). Este comportamiento es igual al presentado por la biomasa de raíces para cada variedad, lo que se atribuye a una influencia de la micorriza sobre esta variable. Vidal et al. (1992) observaron en plantas micropropagadas e inoculadas con *G. fasciculatum*, que además de incrementar la biomasa aérea, también produjo beneficios en el sistema radical, el cual fue más vigoroso en comparación con plantas no-inoculadas, debido a esto la micorriza se considera como factor clave en el desarrollo vegetativo temprano del aguacate y otros frutales.

Con relación a la biomasa de la raíz, el análisis estadístico (Tabla 1), muestra que el mayor promedio se obtuvo con la interacción suelo de Puerto Colombia-variedad Santana-Glomus con 10.83 g (siendo este 110% mayor que el testigo). Sin embargo, no se presentan diferencias significativas entre esta interacción y las interacciones Puerto Colombia-Común-Glomus con 10.56 g (132% mayor que el testigo), Taluma-Común-Acaulospora con 10.39 g (139% mayor que el testigo) y La Libertad-Santana-Glomus con 10.12 g (88% mayor que el testigo). Con respecto al efecto de los tratamientos sobre la biomasa radical, los valores más bajos se presentaron en los tratamientos sin inoculación con HFMA, siendo la interacción Puerto Colombia-Lorena-Testigo el tratamiento con promedio más bajo (2.52 g), seguido de Taluma-Lorena-Testigo (2.72 g) y La Libertad-Lorena-Testigo (2.89 g). Se resalta que los promedios más altos se asocian con los tratamientos inoculados con HFMA, caso contrario se presenta en los no inoculados. El análisis estadístico muestra que el mayor promedio se

obtuvo con la interacción suelo de La Libertad-variedad Común-inoculación con Acaulospora con 8.81 g (siendo este 28% mayor que el testigo). Sin embargo, no se presentan diferencias significativas entre ésta y las interacciones Puerto Colombia-Santana-Glomus con 8.78 g (32% mayor que el testigo) y Puerto Colombia -Común-Acaulospora con 8.76 g (53% más que el testigo). Con respecto a los promedios más bajos se tiene que la interacción Puerto Colombia-Lorena-Tratamiento control es el tratamiento con promedio menor (5.08 g), seguido de Puerto Colombia-Santana-Acaulospora (5.10 g) y Taluma-Lorena-Tratamiento control (5.18 g). Se resalta que los promedios más altos se asocian con los tratamientos inoculados con HFMA.

CONCLUSIONES

Como aspecto a resaltar, se puede concluir que la aplicación de cepas de HFMA a plantas de vivero de aguacate se convierte en una opción factible, ambientalmente sostenible y posiblemente muy económica, para mejorar la eficiencia en el uso del fósforo por plantas de aguacate en los llanos orientales de Colombia. El incremento en la biomasa de las plantas al asociarse con las micorrizas, permitirá tener materiales de propagación más vigorosos, de mayor desarrollo inicial y con mejor adaptación a los suelos ácidos de las regiones tropicales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A por la financiación del proyecto, así como también a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Este manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe ningún conflicto

de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRONET. (2018). Estadísticas. Retrieved June 18, 2018, from <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Alarcón, A., & Ferrera-Cerrato, R. (1999). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra*, 17(3), 179–191.
- Ararat Orozco, M. C. (2013). Influencia de la nutrición mineral y la actividad biológica rizosférica en la disminución del daño ocasionado por *Phytophthora cinnamomi* Rands en plátulas de Aguacate (*Persea americana* Mill). Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/24008/>
- Becerra, A., & Cabello, M. (2007). Micorrizas arbusculares en plantines de *Alnus acuminata* (Betulaceae) inoculados con *Glomus intraradices* (Glomaceae). *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 42(1997), 155–158. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722007000200001&nrm=iso
- Bernal, J., Díaz, C., Tamayo-Velez, A., Córdoba, O., Londoño, M., Tamayo, P., & Londoño, M. (2008). Tecnología para el Cultivo del Aguacate. (J. Bernal & C. Díaz, Eds.), Manual Técnico 5. Rionegro, Antioquia, Colombia: CORPOICA. Retrieved from <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/tecnologocultivoaguacate.pdf>
- Cardona, G., Peña-Vengas, C. P., & Arcos, A. (2008). Ocurrencia de hongos formadores de micorriza arbuscular asociados a ají (*Capsicum* sp.) en la Amazonia colombiana. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 459–470.
- Carreon-Abud, Y., Vega-Fraga, M., & Gavito, M. E. (2015). Interaction of arbuscular mycorrhizal inoculants and chicken manure in avocado rootstock production. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(4), 867–881. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000060>
- Carreón Abud, Y., Paleo, S. A., Gavito, M. E., Javier, D., Solís, M., & Chávez, R. J. (2014). Inoculación micorrízica arbuscular en portainjertos de plantas de aguacate cv ‘ Hass ’ en viveros de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(5), 847–857. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263131167010%0ACómo>
- Da Silveira, S. V., De Souza, P. V. D., João Bender, R., & Koller, O. C. (2002). Effect of arbuscular mycorrhizae on CV. Carmem avocado plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(7–8), 1323–1333. <https://doi.org/10.1081/CSS-120003890>
- ECLAC, FAO, & IICA. (2017). *The Outlook for Agriculture and Rural Development in the Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean 2017-2018*. San Jose, Costa Rica.
- FAO. (2018). FAOSTAT – Statistics Database. Retrieved June 19, 2018, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Gómez Zambrano, J. (2000). *La materia orgánica en los agroecosistemas*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

- Guerra Sierra, B. E. (2008). Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Tecnología En Marcha*, 21(1), pág. 191-201. Retrieved from http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/view/1352
- Hetrick, B. a. D., Wilson, G. W. T., & Leslie, J. F. (1991). Root architecture of warm- and cool-season grasses: relationship to mycorrhizal dependence. *Canadian Journal of Botany*, 69(1), 112–118. <https://doi.org/10.1139/b91-016>
- IGAC. (2006). Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá D.C.: IGAC.
- INVAM-International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi. (2009). Species Descriptions from Reference Cultures. Retrieved from <http://fungi.invam.wvu.edu/the-fungi/species-descriptions.html>
- Kaur, R., Singh, A., & Kang, J. S. (2014). Influence of Different Types Mycorrhizal Fungi on Crop Productivity. *Current Agriculture Research Journal*, 2(1), 51–54. <https://doi.org/10.12944/CARJ.2.1.07>
- Menge, J. A., Larue, J., Labanauskas, C. K., & Johnson, E. L. V. (1980). The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer. *Journal American Society Horticulture Science*, 105(3), 400–404.
- PRONAGRO (Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario). (2016). El mercado del Aguacate. Tegucigalpa: USDA.
- Rios Castaño, D., & Tafur Reyes, R. (2003). Variedades De Aguacate Para El Trópico: Caso Colombia. In V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) (pp. 143–147).
- Silva, L. F. C., & Siqueira, J. O. (1991). Growth and nutrient contents of avocado, mango and papaya seedlings under the influence of different vesicular-arbuscular mycorrhiza fungal species. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo (Brazil)*.
- Singh, S., Srivastava, K., Sharma, S., & Sharma, A. K. (2014). Mycorrhizal Inoculum Production. In Z. M. Solaiman, L. K. Abbott, & A. Varma (Eds.), *Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration* (Vol. 41, pp. 67–80). Springer Heidelberg New York Dordrecht London. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45370-4>
- Usuga Osorio, C. E., Castañeda Sánchez, D. A., Franco Molano, A. E., Gómez Velásquez, F. A., & Lopera Agudelo, C. A. (2008). Efecto de la micorrización y la fertilización en la acumulación de biomasa en plantas de banano (*Musa AAA cv. Gran Enano*)(Musaceae). *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín.*, 61(1), 4269–4278.
- Vidal, M. T., Azcón-Aguilar, C., & Barea, J. M. (1992). Mycorrhizal Inoculation Enhances Growth and Development of Micropropagated Plants of Avocado. *HortScience*, 27(7), 785–787.
- Viera, W., Campaña, D., Gallardo, D., Vásquez, W., Viteri, P., & Sotomayor, A. (2017). Native Mycorrhizae for Improving Seedling Growth in Avocado Nursery (*Persea americana* Mill.). *Indian Journal of Science and Technology*, 10(25), 1–13. <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i25/110415>

Perspectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos

Por: Rodríguez Aristizabal, Mónica Alejandra**
Hernández Hernández, Guisell Solangi*; Busa Riaño,
Paula Andrea*

Profesores e Investigadores - UNIMETA

Resumen

Los suelos salinos se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo, ocasionando la degradación y pérdida de hectáreas con vocación agrícola, en algunos casos incluso derivan en la pérdida total o desertificación del suelo. Tradicionalmente el tratamiento de este tipo de degradación se ha hecho usando enmiendas químicas, riego y lixiviación de sales y tratamientos mecánicos como el volteo del suelo. En ese sentido surge la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles que permitan contribuir a la disminución de la salinización del suelo con el fin de evitar que aumenten las áreas degradadas por esta condición. La Biorremediación se presenta como una opción que tiene un alto potencial, el uso de microorganismos como bacterias, algas, hongos, y el uso de plantas halófitas podría convertirse en un tratamiento complementario que permita dar un manejo más integral y sostenible a los suelos con problemas de salinización. Algunas investigaciones in vitro y en invernadero han evidenciado que las bacterias y hongos halófilos tienen la capacidad de

** Docente Investigadora grupo Ceparium, semillero Neonature, programa Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

*Estudiantes pregrado Bacteriología y Laboratorio Clínico, integrantes semillero Neonature Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

acumular y transportar sales, de igual manera se conoce el potencial de bioacumulación de las plantas. Esta revisión presenta los principales hallazgos relacionados con el uso de microorganismos y plantas en la biorremediación de ambientes contaminados, con el fin de consolidar información que permita tomar puntos de partida para desarrollar alternativas sostenibles frente a la problemática de la salinización del suelo.

Palabras clave: *Biorremediación, Suelos salinos, Bacterias Halófilas, Hongos Halófilos, Plantas Halófitas, Fitorremediación.*

Abstract

Saline soils are widely distributed in the world, causing the degradation and loss of hectares with agricultural vocation, in some cases even resulting in the total loss or desertification of the soil. Traditionally the treatment of this type of degradation has been done using chemical amendments, irrigation and leaching of salts and mechanical treatments such as turning the soil. In this sense, the need arises to develop sustainable alternatives that allow contributing to the reduction of soil salinization in order to avoid increasing the areas degraded by this condition. Bioremediation is presented as an

option that has a high potential, the use of microorganisms such as bacteria, algae, fungi, and the use of halophyte plants could become a complementary treatment that allows a more comprehensive and sustainable management of soils with problems of salinization. Some in vitro and greenhouse investigations have shown that halophilic bacteria and fungi have the ability to accumulate and transport salts, in the same way the bioaccumulation potential of plants is known. This review presents the main findings related to the use of microorganisms and plants in the bioremediation of contaminated environments, in order to consolidate information that allows starting points to be taken to develop sustainable alternatives to the problem of soil salinization.

Keywords: *Bioremediation, Saline soils, Halophilic Bacteria, Halophilic Fungi, Halophytic Plants, Phytoremediation.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las prácticas de uso inadecuado de la tierra llevan a la degradación del suelo, el agua y los bosques, lo que afecta significativamente al sector agrícola, e incide en la pérdida de servicios ecosistémicos y biodiversidad, generando problemas sociales y de desarrollo (Zúñiga, et al., 2011; Fustamante, et al., 2019; Ramírez, et al. 2011). La degradación del suelo puede definirse como la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica del mismo, las principales consecuencias se relacionan con la incapacidad de recuperación natural, incrementos de las inundaciones, infertilidad y disminución en la producción de alimentos; puede darse a nivel físico, químico o biológico y comúnmente se produce por el sellamiento de suelos, la contaminación, la pérdida de la materia orgánica, la

salinización, la erosión, la acidificación, la compactación ocasionando la desertificación como daño irreversible (Manzano, et al., 2014; Mata-Fernández, et al., 2014; MADS, 2015; Sentís, 2012).

En este contexto uno de los factores de degradación del suelo más importante, es la degradación química, donde la salinización es una de las problemáticas más relevantes. Los suelos salinos se caracterizan por tener una alta concentración de sales solubles, estas pueden tener efectos diversos, dependiendo del tipo de sales predominantes y de los factores ambientales como el tipo de suelo, clima y drenaje (Mata-Fernández, et al., 2014; Alava, et al., 2018). Según sus características pueden clasificarse en suelos salinos, aquellos que contienen en la zona radicular una concentración de sales disueltas en la solución del suelo, (CE: 4 ds/m, pH: 7 y 8.5); suelos sódicos, los que tienen suficiente sodio adsorbido en la zona radicular para presentar características fisicoquímicas desfavorables (CE < 4 ds/m y pH 8.5) suelos salino- sódicos, presentan un exceso de sales y como consecuencia se colapsa la estructura del suelo (CE >4 y pH < 8.5) (Roca, et al., 2007; Bander, 2013; O'Geen, 2018).

En los terrenos de uso agrícola extensivo la salinización de los suelos es uno de los principales inconvenientes (Girón, 2019), debido a que restringe las actividades agrícolas, sin importar si son grandes o pequeñas extensiones de tierra, provocando la disminución de rendimiento de los cultivos y su capacidad productiva, por lo que la calidad ecológica del medio ambiente se ve afectada principalmente en las zonas donde la absorción de agua por las plantas y la evaporación superficial excedan el nivel de las precipitaciones, ocasionando el movimiento ascendente de las sales que se encuentran disueltas en las aguas subterráneas lo que provoca

el desplazamiento hacia la superficie, generando la degradación de las condiciones químicas y estructurales del suelo (Mata-Fernández, 2014; Guida-Johnson, et al., 2017; Lope, 2021).

Las consecuencias de la salinidad en las plantas se evidencian por medio de la afectación en la retención de agua y de los efectos iónicos que esto genera, lo cual se evidencia en el citoplasma y las membranas celulares. El estrés salino ocasiona una ruptura de la homeostasis iónica produciendo un exceso tóxico de sodio (Na^+) en el citoplasma el cual genera la inhibición de diferentes enzimas, y por consiguiente, presenta una deficiencia de iones como el potasio (K^+). Las altas concentraciones de sales se acumulan en la zona radical ocasionando disminución en el crecimiento de la planta, debido a la reducción del potencial hídrico de la solución del suelo, trayendo como consecuencia un desequilibrio nutricional a través de la elevada concentración de elementos (Na^+ , Cl^-) que generan interferencia en la nutrición mineral y el metabolismo celular (Alcaraz, 2012; Mata-Fernández, et al., 2014; Lavado, 2017; Rueda, 2019).

La principal causa de la salinización excesiva de los suelos es la agricultura y las prácticas antrópicas asociadas, como el riego con agua de pozo o naceros que contienen magnesio y sodio, el uso excesivo de fertilizantes y las precipitaciones causadas como reacción secundaria a emisiones atmosféricas de combustión que contienen altas concentraciones de sulfatos (Hernández, et al., 2013; Girón, 2019). Las plantas son unas de las principales afectadas puesto que su crecimiento y desarrollo se ve disminuido al estar expuestas a este tipo de estrés, entre los que se encuentra el estrés hídrico debido a que el exceso de solutos en el suelo genera una disminución del potencial osmótico y del potencial hídrico, afectando el balance hídrico de la planta, por lo

que se disminuye la fotosíntesis y la producción de hormonas vegetales como el ácido abscísico; Por lo que los cultivos también se pueden ver afectados debido a la toxicidad por iones, que ocurre cuando las plantas captan y acumulan iones tóxicos como el sodio, el cloruro y el sulfato, los cuales se pueden encontrar en el agua de riego; principalmente se ve afectada la actividad enzimática y ocurre una inhibición de la fotosíntesis, lo que puede llevar al fracaso total del cultivo (Martínez, et al., 2011; Lamz Piedra, et al., 2013; Herbert, et al., 2015; Académico G, et al., 2017).

Los suelos salinos están ampliamente extendidos y afectan millones de hectáreas en el mundo (Payen, et al., 2016). Según la FAO (2010), cerca de 150 millones de hectáreas de suelo a nivel mundial están salinizados, de las cuales 59,4 millones de hectáreas están en Latinoamérica. Además de las extensas áreas de suelo con salinidad primaria, se ha incrementado considerablemente la secundaria en extensos territorios, principalmente como efecto del regadío. Una de las principales consecuencias de la salinización en el mundo, es la pérdida de al menos, tres hectáreas de tierras cultivables cada minuto, por lo cual se constituye como un gran problema para la producción agrícola (Mesa, 2003; Pasache, 2021). La salinización del suelo, la degradación de la tierra y la sequía son desafíos a nivel mundial que limitan el desarrollo sostenible en todos los países siendo las poblaciones rurales pobres de los países en desarrollo las más vulnerables (UNCCD, 2013, 2014).

Debido a las consecuencias generadas por la salinización es necesario desarrollar técnicas que logren restaurar el suelo, con el fin de disminuir el contenido de sales y su potencial daño a los cultivos agrícolas. Con el propósito de cumplir este objetivo se han desarrollado diferentes técnicas que buscan

mejorar la condición de los suelos y así mismo la producción agrícola, entre estos se encuentran los métodos químicos como la aplicación de azufre, yeso agrícola o sulfato de calcio dihidratado; No obstante en amplias extensiones pueden resultar muy costosos, debido a la cantidad de material y en algunos casos la necesidad de equipo especializado (Mata- Fernández, 2014; Sun, et al., 2018; Almeida, et al., 2019). Por esta razón se deben buscar alternativas que sean económicas y respetuosas con el ambiente.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar esta revisión se proponen dos preguntas orientadoras: ¿Cuáles han sido los retos del manejo de suelos salinos para la agricultura? y ¿Cuál ha sido el papel de la biorremediación en la disminución de la salinización de los suelos?, responder estas preguntas a través de la búsqueda de información permitirá conocer las perspectivas y nuevas alternativas propuestas para dar solución a la problemática de la salinización del suelo. La metodología usada incluyó la búsqueda de fuentes bibliográficas en bases de datos como scopus, ISI, pubindex, redalyc, science, scielo, CABI, proquest, ebsco, Doaj y google académico, para garantizaran la calidad de la información y además la indización de las revistas donde fueron publicados los artículos seleccionados, estableciendo una línea de tiempo de 15 años y contextualizando la salinización como un problema para la agricultura.

TRATAMIENTOS CONVENCIONALES PARA RECUPERAR SUELOS DEGRADADOS POR SALINIZACIÓN

Uno de los tratamientos más comunes para disminuir la concentración de sales en el suelo es la

adición de sustancias que aportan nutrientes que mejoran las características orgánicas y fisicoquímicas del suelo. Enmiendas orgánicas como el humus y el compost mesófilo, mejoran la capacidad de intercambio catiónico, favorecen la retención de agua, incrementan la disponibilidad de nutrientes y favorecen la estructura del suelo. El compost de residuos orgánicos aplicado al suelo contrarresta el agotamiento de la materia orgánica al ser un proceso bioxidativo (Bernal, et al., 2009) y en los suelos salinos mejora el entorno químico aumentando la capacidad de intercambio catiónico (Walker, et al., 2008; Bernal, et al., 2009; Girón, 2019), el compost mesofílico, también facilita la lixiviación de sales de sodio presentes, estimula la microbiota bacteriana del suelo, esto incide en la producción de CO₂ facilitando la solución de cationes como magnesio y calcio, que sustituyen el sodio y previenen el exceso de sales (Jalali, et al., 2009; Hernández, 2011; Girón, 2019).

Algunas enmiendas químicas como la cal, el azufre y el yeso, también mejoran la calidad del suelo al reducir la acidez y el porcentaje de sodio intercambiable que genera salinidad (Hernández, 2011; Girón, 2019). Una opción económica que se encuentra en el mercado es el yeso, que es una fuente de calcio muy utilizada, debido a su fácil manejo y mayor disponibilidad; para lograr corregir la salinidad del suelo es necesario conocer la cantidad de yeso que debe ser utilizado y esto se puede hacer en función al porcentaje de sodio intercambiable (ESP) reemplazado, la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC) y la profundidad del suelo a recuperar, o puede ser determinado por una prueba de laboratorio que involucra el equilibrio entre el suelo y un saturado de solución de yeso (Cerdeira, et al. 2007; Lopes, et al; 2014; O'Geen, 2018); En algunos casos se utiliza una mezcla de yeso y azufre con el fin de aumentar la permeabilidad de los suelos flo-

culando las partículas de arcilla, para disminuir el porcentaje de microporos y aumentar el de poros medianos para finalmente con riegos abundantes lavar las sales, que son liberadas gracias la disminución de pH causado por el azufre (Cerda, et al., 2007, Zuñiga, et al., 2011;)

El lavado de sales también es una manera efectiva de eliminar las elevadas concentraciones de estos compuestos orgánicos del suelo; en primer lugar es necesario nivelar el terreno con el fin de poder inundarlo para que el agua se infiltre en profundidad, sin embargo esto se realiza de forma diferente si el nivel freático se encuentra cerca de la superficie, por lo tanto se construyen sistemas de drenaje para que los excedentes de agua puedan evacuar. Este lavado crea un flujo descendente de agua luego de conocer la composición y concentración de sales presentes, construyéndose sistemas de drenaje para que los excedentes de agua puedan evacuar. Las sales son más solubles en épocas de verano por lo que se encuentra una mayor efectividad para los lavados en esta época (Perla, et al., 2004; Babelis, et al; 2011; Sánchez, et al., 2012).

LA BIORREMEDIACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA AMBIENTES CONTAMINADOS CON SALES

La biorremediación es un proceso que incluye el uso de microorganismos o parte de ellos, bien sea de forma naturalmente o por modificaciones biotecnológicas; tiene como propósito degradar sustancias que se acumulan en cantidades no recomendables en diferentes espacios como resultado de un proceso productivo mal manejado o de un incidente natural (Suarez, et al., 2013; Brutti, et al., 2018; Galindo, et al., 2020)

En ese sentido los microorganismos presentes en

el suelo cumplen una función fundamental para la regulación de los ecosistemas terrestres, debido a que influye en la estructura, diversidad y productividad de las comunidades vegetales; por esta razón la adición de microorganismos en el suelo y/o la biorremediación son alternativas que se han consolidado como una opción sostenible para acondicionar suelos. Los microorganismos como las bacterias y hongos han sido los encargados de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, una actividad por la que liberan nutrientes que quedan disponibles para ser absorbidos nuevamente por la planta, de forma directa a través de las raíces o indirecta por medio de microorganismos que forman simbiosis con las raíces como las micorrizas; esta función es importante teniendo en cuenta que muchos compuestos contaminantes en el suelo bien sean orgánicos o inorgánicos que pueden ser transformados por dichos microorganismos, que también intervienen en la absorción de micro y macroelementos que relacionados con el aumento de tolerancia a estrés abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de nitrógeno y aumento en la diversidad y productividad de las plantas en ecosistemas determinados (Berdugo, 2009; Pérez, 2011).

Por otra parte los hongos formadores de micorrizas arbusculares también se han relacionado con una mayor resistencia al estrés salino en el suelo, algunas esporas viables de especies conocidas como *Glomus*, *Entrophospora*, *Acaulospora* y *Sclerocystis*, en plantas como *Citrus aurantium* “naranja” y *C. volkameriana* “limón” se han encontrado en suelos con altas concentraciones de sal (Cotrina, 2019). Asimismo, microorganismos halófilos, comúnmente encontrados en suelos y aguas con altas concentraciones de sal se han estudiado para determinar su potencial en la Biorremediación de ecosistemas contaminados con compuestos orgánicos, las diver-

sidad de funciones metabólicas que presentan, los bajos requerimientos nutricionales y sus características genéticas les permiten adaptarse a condiciones desfavorables, como la falta de nutrientes, la desecación, la alta fuerza iónica y la radiación solar, condiciones características de ambientes extremos, como los hipersalinos, debido a esto, este tipo de microorganismos tienen un alto potencial biotecnológico (Oren, 2009; Ventosa, et al., 2015; Arora, Singh, & Singh, 2017; Arora & Vanza, 2017) se ha evidenciado que producen pigmentos carotenoides, proteínas retinianas, enzimas hidrolíticas y solutos compatibles como estabilizadores de macromoléculas, biopolímeros y biofertilizantes (Bano, et al., 2018; Corral, Amoozegar, & Ventosa, 2019; Liu, et al., 2019; Can-Herrera, et al; 2021).

BACTERIAS HALÓFILAS

Las bacterias halófilas son un grupo amplio de microorganismos conformado por cocos, bacilos, entre otros capaces de vivir en ambientes hipersalinos, debido a esto se pueden clasificar en halotolerantes si toleran entre 1-5% p/v (Marinobacter, Marinomonas, Pseudomonas, Pseudoalteromonas), moderadamente halófilas, si toleran un amplio rango de concentraciones de sal 5-10% p/v (Halomonadacea, Marinococcus, Halobacillus, Salinicoccus, Tetrigenococcus, Salibacillus, Halobacteroides, Acetohalobium, Haloanaerobacter, Sporohalobacter, Orenia, Clostridium, Desulfohalobium y Desulfovibrio.) y halófilas extremas, que no son fáciles de identificar debido a los requerimientos nutricionales para su crecimiento >20% p/v, sin embargo, distintas investigaciones han reportado el aislamiento de especies como Halomonas elongata, Halobacterium salinarum, Acetohalobium, Halorhodospira y Salinibacter ruber (Sánchez & Arguello, 2006; Garzón, 2016, Corral, Amoozegar, &

Ventosa, 2019; Rodríguez, Higuera & Sanjuanelo, 2019)

Poseen dos tipos de mecanismos de adaptación frente a las concentraciones de salinidad: sistema de sal en el citoplasma, que consiste en el almacenamiento de sal dentro de la célula, debido a esto, las enzimas y los diferentes componentes estructurales de la célula generan una adaptación a una elevada salinidad, por lo tanto, presentan modificaciones que comprenden un exceso de aminoácidos y menores concentraciones de aminoácidos hidrofóbicos; con relación a este mecanismo también se ha encontrado que ocurre una modificación de la morfología celular, debido a que se presentan alteraciones estructurales en la pared y membranas celulares, evidenciándose modificaciones en la síntesis de proteínas, lípidos y ácidos grasos dándose mayores alteraciones morfológicas a concentraciones mayores a 2 M de NaCl (Garzón, 2016; Rodríguez, Higuera & Sanjuanelo, 2019). Por otra parte, el mecanismo de solutos orgánicos (dependiente de concentraciones de NaCl), que incluye la acumulación de compuestos orgánicos, como polioles, azúcares, aminoácidos y/o derivados, que no afectan el metabolismo celular (Garzón, 2016, Rodríguez, Higuera & Sanjuanelo, 2019; Can-Herrera, et al., 2021)

Las bacterias halófilas han sido ampliamente estudiadas, desde su aislamiento, caracterización y taxonomía (Müller & Saum, 2005; Shivanand, & Mugeraya, 2011; Akpolat, et al., 2015; Banciu, et al., 2019; Corral, Amoozegar, & Ventosa, 2019; Banciu, et al., 2019; Didari, et al., 2020) hasta su alto potencial biotecnológico; Bacillus megaterium NCT-2 por ejemplo, es una bacteria halófila que absorbe nitratos y que muestra una alta capacidad de biorremediación en suelos de salinización se-

cundaria, incluyendo la capacidad de reducción de nitratos, solubilización de fosfatos y adaptación a la salinidad (Ramírez, Sandoval & Serrano, 2004; Guevara, 2020; Wang, et al., 2020; Guevara, 2021). *Bacillus subtilis*, que es considerada una bacteria halófila desnitrificante, tiene una alta tasa de crecimiento y por lo tanto, una mayor capacidad de eliminación de nitratos (Ramírez, Sandoval & Serrano, 2004, Can-Herrera, et al., 2021; Zhang, et al., 2021). Microorganismos como *Pseudoalteromonas phenolica*, *Micrococcus luteus*, *Pseudoalteromonas peptidolytica*, *Halomonas socia*, *Marinobacter maritimus* y *Exiguobacterium aurantiacum* poseen enzimas hidrolíticas que pueden convertir la biomasa en moléculas más simples y aumentan sus actividades al aumentar la concentración de NaCl; con relación a lo anterior, es importante resaltar que las bacterias halófilas han demostrado ser una fuente potencial de enzimas con alta estabilidad, esto puede considerarse de gran interés a nivel industrial y para la biorremediación (Ramírez, Sandoval & Serrano, 2004; Guida-Johnson, et al., 2017; Ramírez, et al., 2018; Can-Herrera, et al., 2021).

HONGOS HALÓFILOS

Los hongos se caracterizan por tener versatilidad fisiológica, lo que les permite realizar cambios en los ambientes que colonizan según la disponibilidad y características del sustrato, además de las condiciones ambientales. Entre estos encontramos los hongos halófilos, que han sido aislados de diversos ambientes hipersalinos y son capaces de alcanzar su crecimiento óptimo en presencia de concentraciones de sal mayores a 0.5 M (Gunde-Cimerman, Ramos, & Plemenitaš, 2009, Naranjo-Briceño, et al., 2013; Abradelo, 2019), las adaptaciones en la pared celular y en la composición lipídica de sus membranas citoplasmáticas son responsables de

la haloadaptación y favorecen la acumulación de compuestos iónicos o no iónicos u orgánicos como: K⁺, Cl⁻, aminoácidos y azúcares, entre otros (Plemenitaš, 2014; Neifar, et al., 2015; Abradelo, 2019, Ali, et al., 2019).

Es relevante mencionar que, las comunidades de hongos halotolerantes y halófilos que habitan los ambientes hipersalinos naturales no requieren estrictamente sal, ya que pueden crecer y adaptarse a todo el rango de salinidad, desde agua dulce hasta soluciones de NaCl casi saturadas, a pesar de esta versatilidad, la gran mayoría de moléculas antimicrobianas de hongos halófilos se producen en condiciones de salinidad baja o moderada (Gunde-Cimerman, Ramos, & Plemenitaš, 2009; Corral, Amoozegar, & Ventosa, 2019) Se han descrito dentro de los hongos asociados a ambientes hipersalinos, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladoporium*, *Fusarium*, *Debaryomyces*, *Scopulariopsis*, *Chaetomium*, *Wallemia* y *Hortaea*, que están bien representados en estudios ecológicos y de biodiversidad (Plemenitaš et al., 2008, Gunde-Cimerman, Ramos, & Plemenitaš, 2009; Plemenitaš, 2014; Corral, Amoozegar, & Ventosa, 2019) Particularmente las especies de *Gymnoascus halophilus*, *Aspergillus penicillioides*, *Hortaea werneckii*, *Phaeotheca triangularis*, *Aureobasidium pullulans*, *Trimmatostroma salinum* y algunas especies del género *Wallemia*, como *W. ichthyophaga*, se reconocen como obligatoriamente halófilas o requieren niveles elevados de sal por encima de la del agua de mar (Plemenitaš, 2014; Corral, Amoozegar, Ventosa, 2019).

Con relación a la estrategia de osmoregulación y osmoadaptación, para algunos hongos, se ha descrito la acumulación de una mezcla de polioles que actúan como solutos compatibles, mecanismo que puede ser comparado con la estrategia de solutos

compatibles usada por las bacterias halotolerantes y moderadamente halófilas; adicionalmente se ha demostrado que los niveles intracelulares de K^+ y Na^+ permanecen bajos a salinidades constantes, con lo cual no se ocasiona toxicidad en el microorganismo (Zajc et al., 2013; Plemenitaš, 2014). Otras estrategias usadas por los hongos para sobrevivir en ambientes hipersalinos se relacionan con la capacidad de las células para mantener una menor cantidad de agua, esto está relacionado con la homeostasis iónica, asociada a genes específicos dentro de los microorganismos, por ejemplo para *D. hansenii* los genes DhENA1 y DhENA2 codifican Na^+ -ATPasas, responsables de la extrusión de sal; por otra parte la fluidez de la membrana plasmática es una de las propiedades importantes que pueden cambiar según una situación para adaptarse al entorno y la capacidad de detectar los cambios en las concentraciones de Na^+ circundantes, que es de vital importancia para la supervivencia celular (Jain, Choudhary & Varma 2021). Particularmente la vía de señalización de glicerol de alta osmolaridad (HOG), que es una vía de proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK), juega un papel central en la supervivencia de *S. cerevisiae* a bajo potencial hídrico ambiental, esto está relacionado con la exposición a alta osmolaridad en las áreas circundantes (Ali, et al., 2019, Jain, Choudhary & Varma 2021). En ese sentido el estudio de los hongos para biorremediar ambientes contaminados con diferentes compuestos ha sido ampliamente estudiado (Frisvad, 2005; Gonzalez, et al., 2019; Jain R. et al., 2021)

PLANTAS HALÓFITAS

Otra alternativa para mejorar la receptividad de los suelos salinos es el uso de la fitorremediación, que consiste en incorporar especies de plantas que

posean un elevado potencial de producción de biomasa, acompañado por la capacidad de tolerar ambientes extremos (Vera, 2016; Bernabé et al. 2020; Rahim et al. 2019). El costo de los tratamientos físico-químicos sumado a su poca acción remediadora, han impulsado la investigación de alternativas sustentables, que ofrezcan una solución al problema de la salinidad del suelo (Girón, 2019; González et al. 2019; Guevara et al. 2020). En ese sentido la fitorremediación, también conocida como biorremediación vegetativa, es un enfoque para la remediación de suelos salinos mediante el cultivo de plantas que acumulan o son tolerantes a la sal, esta opción se percibe como una técnica sostenible y rentable; el uso de plantas halófitas en zonas afectadas por altas concentraciones de sal y los diversos mecanismos de remediación que emplean estas especies se ha descrito ampliamente en estudios anteriores, donde se ha evidenciado que las especies más utilizadas para la fitorremediación son principalmente plantas halófitas, hiperacumuladoras, tolerantes a la sal o transgénicas (Hasanuzzaman, 2014; Mamani, 2020; Wang Xiaogai et al., 2020; Xu, et al., 2021). Con relación a los principales mecanismos implicados en la exclusión de la sal por parte de las plantas, se ha encontrado que las raíces tienen un papel importante en el control de la concentración y la distribución de la sal (Rabhi, et al., 2015; Gutiérrez 2018; Jesús et al. 2018; Wang Xiaogai et al. 2020). De igual manera, las interacciones presentadas entre plantas y microorganismos tienen una importante influencia en la tolerancia presentada por las plantas frente al estrés salino. Las comunidades microbianas asociadas a las raíces vegetales son cruciales para el crecimiento y la salud de las plantas y, por lo tanto, se denominan el “segundo genoma” de la planta. Diferentes estudios han demostrado que las bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPB) promueven el aumento de la resis-

tencia de dichas plantas a los efectos desfavorables de la salinidad, y que por otro lado, las bacterias halotolerantes fomentan el crecimiento de las plantas en suelos salinos a través de mecanismos directos o indirectos. Así mismo los hongos micorrízicos arbusculares (FMA) pueden mejorar la resistencia de las plantas por medio de la fomentación de absorción de nutrientes, la capacidad de absorción de agua y la acumulación de osmolitos. Dado que las comunidades microbianas de los compartimentos de la zona radicular adquieren nutrientes en gran medida a partir de exudados radiculares y desechos vegetales, las especies vegetales tolerantes a la sal pueden influir en gran medida en la composición y la función de la comunidad microbiana (Nagaraju et al. 2020; Wang Xiaogai et al., 2020; Shrikumar, 2020; Tarroum et al. 2021).

Las plantas halófitas pueden adaptarse a diferentes situaciones para poder sobrevivir y reproducirse en ambientes salinos, uno de los mecanismo que emplean es concentrar en sus hojas la sal, algunas especies por ejemplo pueden llevar a cabo su ciclo de vida a diversas concentraciones de sal, excediendo los 200 mm de NaCl, de hecho este tipo de plantas son aproximadamente el 1% de la flora del planeta; dichas especies adaptadas a crecer en suelos salinos pueden ser regadas con aguas salinas y su cultivo extensivo podría contribuir a la disminución de los niveles de salinidad, mejorando la disponibilidad de nutrientes, la fertilidad, aumentando la materia orgánica, adicionalmente se favorece el almacenamiento de carbono en el suelo, lo cual contribuye con la disminución de gases de efecto invernadero (Hasanuzzaman, 2014; Vera, 2016; Bernabé, 2018; Marco et al., 2019; Wang Xiaogai et al., 2020; Agudelo et al. 2021; Ghanem et al. 2021).

Varios estudios evidencian que el uso de plantas disminuye significativamente la conductividad eléctrica del suelo, absorbiendo sales solubles, prin-

cialmente sodio. lo cual se ha relacionado con la secreción de sustancias en las raíces de las plantas (ácido cítrico y alico) que disminuye también el pH (Hasanuzzaman, 2014; Arora & Gururaja, 2017; Ebadi, et al., 2018; Wang Xiaogai et al., 2020; Xu, et al., 2021), Además, un mejor desarrollo de los sistemas radiculares podría aumentar la porosidad del suelo, lo que también podría contribuir a la desalinización del suelo a través de la lixiviación (Kayama, 2001; Rabhi et al., 2008; Hanco, 2017).

CONCLUSIONES

El interés por desarrollar estrategias más sostenibles frente a diferentes problemáticas del suelo, ha ido aumento en los últimos años; prueba de ello es la información que se ha generado sobre la biorremediación de ambientes contaminados; particularmente con relación a la degradación química del suelo por altas concentraciones salinas, en los últimos 20 años se ha venido demostrando el alto potencial que tienen bacterias, hongos y plantas, como alternativa para el manejo de los suelos salinos. Aunque aún no se han desarrollado muchos estudios en campo, es importante resaltar que las investigaciones in vitro y en invernadero dan cuenta del interés y potencial biotecnológico de estos organismos halófilos.

Bacterias y hongos, se han aislado de ambientes hipersalinos, y junto con plantas halófitas han demostrado tener alta eficiencia en procesos de bioacumulación y movilización de sales, esta revisión pone en evidencia investigaciones que podrían promover el desarrollo de una estrategia de biorremediación, alternativa más sostenible que el tratamiento convencional, que contemple el uso de los microorganismos y las plantas para disminuir las concentraciones de sales de áreas degradadas por esta condición.

La degradación del suelo como resultado de diferentes procesos como la contaminación, sobreexplotación y mal uso, puede ocasionar la desertificación, que en la actualidad es una de las problemáticas socioambientales más compleja, la desertificación es la pérdida total de la estructura y capacidad del suelo de producir alimentos y sostén, en ese sentido contribuir con el conocimiento y el desarrollo de nuevas alternativas para el manejo de estos suelos podría incidir en la seguridad alimentaria de las comunidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y a los docentes pertenecientes al semillero de investigación Neonature por el acompañamiento durante este proceso de escritura. A cada uno de nuestros familiares y amigos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abradelo, D. G. 2018. Degradación en condiciones hipersalinas de hidrocarburos policíclicos aromáticos y compuestos farmacéuticos mediante las cepas halófilas *Aspergillus sydowii*-like H1 y *Aspergillus destruens* EXF10411. Tesis de Maestría México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
2. Agudelo, A., Carvajal, M. y Martínez-Ballesta, M., 2021. Halophytes of the Mediterranean Basin—Underutilized Species with the Potential to Be Nutritious Crops in the Scenario of the Climate Change. *Foods*, 10(1), p.119.
3. Akpolat, C; Ventosa, A; Birbir, M; Sanchez-Porro, C y Caglayan, P. 2015. Molecular Identification of Moderately Halophilic Bacteria and Extremely Halophilic Archaea Isolated from Salted Sheep Skins Containing Red and Yellow Discolorations. *Journal of the American Leather Chemists Association* Vol. 110 No. 07
4. Álava Chumo, D. G., & Haz Villamar, E. G. 2017. Aplicación de cócteles microbiano y bovinaza-cascarilla de arroz para la recuperación de muestras de suelos salinos del sitio Correagua, Manabí (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM). Tesis pregrado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López de Ecuador.
5. Alcaraz Ariza, F., 2012. Geobotánica Tema 18: Salinidad y vegetación. [Internet] Um.es. Disponible en: <<https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema18.pdf>> [Consulta 26 Octubre 2021].
6. Ali, I., Khaliq, S., Sajid, S. and Akbar, A., 2019. Biotechnological Applications of Halophilic Fungi: Past, Present, and Future. *Fungi in Extreme Environments: Ecological Role and Biotechnological Significance*, pp.291-306.
7. Arora, S. and Vanza, M., 2017. Microbial Approach for Bioremediation of Saline and Sodic Soils. *Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective*, pp.87-100.
8. Arora, S., Singh, A. and Singh, Y., 2017. Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective.
9. Arora, S. and Gururaja Rao, G., 2017. Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective.
10. Babelis, G. C., & Liotta, M. A. 2011. Re-

cuperación de suelos salinos. Artículo de Divulgación. Editorial EEA San Juan. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/6284> (Consulta 5 septiembre 2021)

11. Banciu, H., Enache, M., Rodriguez, R., Oren, A. and Ventosa, A., 2019. Ecology and physiology of halophilic microorganisms – Thematic issue based on papers presented at Halophiles 2019 – 12th International Conference on Halophilic Microorganisms, Cluj-Napoca, Romania, 24–28 June, 2019. FEMS Microbiology Letters, 366(23).

12. Bandera, R. 2013. Rehabilitación de suelos salino-sódicos: evaluación de enmiendas y de especies forrajeras. Doctoral dissertation, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

13. Bano, A., Hussain, J., Akbar, A., Mehmood, K., Anwar, M., Hasni, M., Ullah, S., Sajid, S. y Ali, I., 2018. Biosorption of heavy metals by obligate halophilic fungi. Chemosphere, 199, pp.218-222.

14. Berdugo, S. E. B. 2009. El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 7(1), pp.123-132.

15. Bernabé Quintana, C. M., y Tesen Rojas, P. D. P. 2020. Eficiencia de fitorremediación del almajo salado “Salicornia fruticosa” para recuperar suelos salinos del sector baldera–distrito de san José, Lambayeque, 2018. Tesis pregrado. Universidad de Lambayeque, Perú.

16. Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A

review. Bioresource technology, 100(22), pp.5444-5453.

17. Brutti, L. N., Beltran, M. J., y García de Salamone, I. 2018. Biorremediación de los recursos naturales. Ediciones INTA.

18. Can-Herrera, L., Gutierrez-Canul, C., Dzul-Cervantes, M., Pacheco-Salazar, O., Chi-Cortez, J. and Carbonell, L., 2021. Identification by molecular techniques of halophilic bacteria producing important enzymes from pristine area in Campeche, Mexico. Brazilian Journal of Biology, 83.

19. Cerda, E. R., Nuncio, R. A. A., Trejo, J. A. M., Hernández, M. F., Ramírez, J. O., & Gamboa, J. C. V. 2007. Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros. Técnica Pecuaria en México, 45(1), pp.19-24.

20. Corral, P., Amoozegar, M. and Ventosa, A., 2019. Halophiles and Their Biomolecules: Recent Advances and Future Applications in Biomedicine. Marine Drugs, 18(1), p.33.

21. Cotrina Chuquimango, Y. A. 2019. Hongos micorrízicos arbusculares aislados de suelo radicular de Portulaca oleracea L. como potenciales promotores del crecimiento de plantas en suelos salinos. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

22. Didari, M., Bagheri, M., Amoozegar, M., Bouzari, S., Babavalian, H., Tebyanian, H., Hasanshahian, M. y Ventosa, A., 2020. Diversity of halophilic and halotolerant bacteria in the largest seasonal hypersaline lake (Aran-Bidgol-Iran). Journal of Environmental Health Science and Enginee-

ring, 18(2), pp.961-971.

23. Djedidi, Z., Drogui, P., Ben Cheikh, R., Mercier, G. and Blais, J., 2005. Laboratory Study of Successive Soil Saline Leaching and Electrochemical Lead Recovery. *Journal of Environmental Engineering*, 131(2), pp.305-314.

24. Ebadi, A., Khoshkholgh Sima, N., Olamaee, M., Hashemi, M. y Ghorbani Nasrabadi, R., 2018. Remediation of saline soils contaminated with crude oil using the halophyte *Salicornia persica* in conjunction with hydrocarbon-degrading bacteria. *Journal of Environmental Management*, 219, pp.260-268.

25. Frisvad, J., 2005. Halotolerant and Halophilic Fungi and Their Extracellular Production. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, pp.425-439.

26. Fustamante, N., & Rivas, A. 2019. Eficiencia de las enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos salinos en el distrito de San Vicente De Cañete – Lima. Tesis Licenciatura. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

27. Galindo, L. A. G., Rivas, A. C., Melendez, J. P., y Mayorquín, N. 2020. Alternativas microbiológicas para la remediación de suelos y aguas contaminados con fertilizantes nitrogenados. *Scientia et Technica*, 25(1), pp. 172-183.

28. Ghanem, A., Mohamed, E., Kasem, A. y El-Ghamery, A., 2021. Differential Salt Tolerance Strategies in Three Halophytes from the Same Ecological Habitat: Augmentation of Antioxidant Enzymes and Compounds. *Plants*, 10(6), p.1100.

29. Giron Pinto, J., 2019. Evaluación documental de los métodos de restauración de suelos salinos, con influencia en el distrito de riego Usocichamocha, departamento de Boyacá. [internet] *Ciencia Unisalle*. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1170/> [Consulta 28 Octubre 2021].

30. González, N. T., Méndez, J. P., García, F. P., Sandoval, O. A. A., y Santillán, Y. M. 2019. Tecnologías de remediación para suelos salinos.: Un caso de estudio: México. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 10(1), pp.13-26.

31. González-Abradelo, D., Pérez-Llano, Y., Peidro-Guzmán, H., Sánchez-Carbente, M., Folch-Mallol, J., Aranda, E., Vaidyanathan, V., Cabana, H., Gunde-Cimerman, N. and Batista-García, R., 2019. First demonstration that ascomycetous halophilic fungi (*Aspergillus sydowii* and *Aspergillus destruens*) are useful in xenobiotic mycoremediation under high salinity conditions. *Bioresource Technology*, 279, pp.287-296.

32. Guevara Ordoñez, I.A. 2021 Aislamiento e Identificación de Bacterias Halófilas Para la Bioremediación de Suelos Salinos. Tesis pregrado ingeniería ambiental. Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.

33. Guevara Luna, J., Arroyo-Herrera, I., Baehna Osorio, Y., Román-Ponce, B., y Vásquez-Murrieta, M. S. 2020. Suelos salinos: fuente de microorganismos halófilos asociados a plantas y resistentes a metales. *Alianzas y Tendencias - BUAP*, Vol. 5, No. 17

34. Guida-Johnson, B., Abraham, E. M., & Cony, M. A. 2017. Salinización del suelo en tie-

rras secas irrigadas: perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), pp. 205-215.

35. Gunde-Cimerman, N., Ramos, J. and Plemenitaš, A., 2009. Halotolerant and halophilic fungi. *Mycological Research*, 113(11), pp.1231-1241.

36. Gutiérrez Segura, J. (2018). Halófitas como alternativa en la fitorremediación, producción agrícola y otros usos. Tesis Pregrado Biología. Universidad de Jaén, Andalucía, España.

37. Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M., Bhowmik, P. C., Hossain, M., Rahman, M. M., y Fujita, M. 2014. Potential use of halophytes to remediate saline soils. *BioMed research international*, 2014.

38. Hernandez Araujo, J. A; Gascó Guerrero, G; Mármol, L; Bárcenas, J y Polo, V 2011. Biorrecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2013, 30: pp.481-503

39. Jain, R., Nigam, H., Kalia, S., Chauhan, N., Gola, D., Tyagi, P., Gola, S. and Arya, A., 2021. Halophilic Fungal Communities: Current Research and Future Challenges. *Fungal Biology*, pp.203-218.

40. Jain, S., Choudhary, D. and Varma, A., 2021. Ecological Perspectives of Halophilic Fungi and their Role in Bioremediation. *Soil Bioremediation*, pp.175-192.

41. Jalali, M., & Ranjbar, F. 2009. Effects of sodic water on soil sodicity and nutrient leaching in poultry and sheep manure amended soils. *Geoder-*

ma, 153(1-2), pp.194-204.

42. Jesus, J., Danko, A., Fiúza, A. y Borges, M., 2018. Comparison of Vegetative Bioremediation and Chemical Amendments for Non-calcareous Highly Saline-Sodic Soil Remediation. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(8), pp. 1-10.

43. Kayama, M. 2001. Comparison of the aluminum tolerance of *Miscanthus sinensis* Anders. and *Miscanthus sacchariflorus* Benth. in hydroculture. *International Journal of Plant Sciences*, 162(5), pp.1025-1031.

44. Lamz Piedra, A., y González Cepero, M. C. 2013. La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*, 34(4), pp.31-42.

45. Lavado, R. S. 2017. Avances en manejo y recuperación de suelos salinos-sódicos. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes e INBA (CONICET/UBA). Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, C1417DSE Buenos Aires, Argentina.

46. Liu, C., Baffoe, D., Zhan, Y., Zhang, M., Li, Y. and Zhang, G., 2019. Halophile, an essential platform for bioproduction. *Journal of Microbiological Methods*, 166, p.105704.

47. Lope Lope, G. J. 2021. Rehabilitación de suelos salinos-sódicos con enmiendas orgánica, inorgánica y práctica hidrotécnica para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en invernadero. Tesis pregrado. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

48. Lopes da Silva, Núbia Meirelly, Fatima Ca-

- valcanti Barros, Maria de, Pereira Brito Fontenele, Angela Jessyka, Andrade de Vasconcelos, Ricardo Rafael, Quirino de Oliveira, Bruno Leonardo y dos Santos, P.M. 2014, "Application of gypsum requirement levels and water depth for correction the sodicity and salinity of saline-sodic soils", *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 8, no. 2, pp. 147-153.
49. Mamani, Florez, J.L 2020. Capacidad fitodesalinizadora de especies halófitas para suelos salinos – sódicos, en condiciones de invernadero. Tesis Maestría. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
50. Manzano Banda, J. I., Rivera Ortiz, P., Briones Encinia, F., & Zamora Tovar, C. 2014. Rehabilitación de suelos salino-sódicos: estudio de caso en el distrito de riego 086, Jiménez, Tamaulipas, México. *Terra Latinoamericana*, 32(3), pp. 211-219.
51. Marco, P., Carvajal, M. y del Carmen Martínez-Ballesta, M. 2019. El reparto eficiente de solutos foliares en *Salicornia fruticosa* permite el crecimiento en condiciones de salinidad. *Botánica ambiental y experimental*, 157, pp.177-186.
52. Martínez-Villavicencio, N., López-Alonzo, C. V., Pérez-Leal, R., & Basurto-Sotelo, M. 2011. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Tecnociencia Chihuahua*, 5(3), pp.156-161.
53. Mata-Fernández, I., Rodríguez-Gamiño, M. L., López-Blanco, J., & Vela-Correa, G. 2014. Dinámica de la salinidad en los suelos. *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*, 1(5), pp.26-35.
54. Müller, V., & Saum, S. H. 2005. The chloride regulon of *Halobacillus halophilus*: a novel regulatory network for salt perception and signal transduction in bacteria. En N. Gunde-Cimerman, A. Oren, & A. Plemenitas (Eds.), *Adaptation to Life at High Salt Concentrations in Archaea, Bacteria, and Eukarya*. New York, USA: Springer, pp. 301-310.
55. Nagaraju, Y., Gundappagol, R. y Mahadevaswamy, 2020. Mining Saline Soils to Manifest Plant Stress-Alleviating Halophilic Bacteria. *Current Microbiology*, 77(9), pp.2265-2278.
56. Naranjo-Briceño, L., Pernía, B., Guerra, M., Demey, J. R., De Sisto, Á., Inojosa, Y., ... & Yegres, F. 2013. Potential role of oxidative coenzymes of the extremophilic fungus *Pestalotiopsis palmarum* BM-04 in biotransformation of extra-heavy crude oil. *Microbial biotechnology*, 6(6), pp.720-730.
57. Neifar, M., Maktouf, S., Ghorbel, R. E., Jaouani, A., & Cherif, A. 2015. Extremophiles as source of novel bioactive compounds with industrial potential. *Biotechnology of bioactive compounds: sources and applications*. Wiley, Hoboken, pp.245-268.
58. O'Geen, A., 2018. Consejos sobre la sequía: Recuperar los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos.
59. Oren A, Gunde-Cimerman, N., Ramos, J. and Plemenitaš, A., 2009. Halotolerant and halophilic fungi. *Mycological Research*, 113(11), pp.1231-1241.
60. Pasache Chapoñán, R. P. 2021. Rehabilitación de suelos salinos-sódicos con dos mejoradores químicos en la parte baja del Valle Chancay-Lam-

bayeque, 2018. Tesis Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

61. Pérez, A., Rojas, J., & Montes, D. 2011. Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RE-CIA*, 3(2), pp.366-385.

62. Perla, G. S., Marando, I. G., Irisarri, E. J., & Sagardoy, R. M. 2004. Efecto de las técnicas de lavado y fertilización sobre la salinidad en suelos del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina. *Agricultura Técnica*, 64(3), pp.295-304.

63. Plemenitaš, A., Vaupotič, T., Lenassi, M., Kogej, T. and Gunde-Cimerman, N., 2008. Adaptation of extremely halotolerant black yeast *Horvathia werneckii* to increased osmolarity: a molecular perspective at a glance. *Studies in Mycology*, 61, pp.67-75.

64. Plemenitaš, A., Lenassi, M., Konte, T., Kežar, A., Zajc, J., Gostinčar, C. y Gunde-Cimerman, N., 2014. Adaptation to high salt concentrations in halotolerant/halophilic fungi: a molecular perspective. *Frontiers in Microbiology*, 5.

65. Rabhi, M., Talbi, O., Atia, A., Abdelly, C. and Smaoui, A., 2008. Selection of a halophyte that could be used in the bioreclamation of salt-affected soils in arid and semi-arid regions. *Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance*, pp.241-246.

66. Rabhi, M., Atia, A., Abdelly, C. and Smaoui, A., 2015. New parameters for a better evaluation of vegetative bioremediation, leaching, and phytodesalination. *Journal of Theoretical Biology*, 383,

pp.7-11.

67. Rahim, F., Hamid, T. and Zainuddin, Z., 2019. *Jatropha curcas* as a potential plant for bauxite phytoremediation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 308, p.012006.

68. Ramírez, M. E., Limas, E. A., Ortiz, P. R., & Díaz, A. R. 2011. Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de geografía*, (53-54), pp.77-88.

69. Ramírez, M.E., Vélez, Y.H., Rendón, I. & Alzate, E. 2018. Potential of microalgae in the bioremediation of water with chloride content. *Brazilian Journal of Biology Revista Brasileira de Biologia*, vol. 78, no. 3, pp. 472-476.

70. Ramírez, N., Sandoval, N. H., & Serrano, J. A. 2004. Las bacterias halófilas y sus aplicaciones biotecnológicas. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 24, pp.12-23.

71. Roca, N., & Pazos, M. S. 2007. Clasificación comparada de los suelos salino-sódicos de Fray Mamerto Esquiú (Argentina) con la WRB y la taxonomía de suelos. *Terra Latinoamericana*, 25(3), pp.231-238.

72. Rodríguez Aristizábal, M.A., Higuera Mora, N. C., Sanjuanelo Corredor, D. W., 2019. "Bacterias halófilas con potencial para la recuperación de suelos salinizados en Sáchica-Boyacá, Colombia", *Revista de Biología Tropical* 67(3), pp. 621-632.

73. Rueda, J. M. T. 2019. Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos. *Apthapi*, 5(1), pp.1539-1563

74. Sánchez Bernal, E. I, Ortega Escobar, H.M, Sandoval Orozco, G. T, Hernández Vriuel, R.A & Estrada Vázquez, C. 2012. Lavado de sales en suelos aluviales costeros de Oaxaca, México, con aguas residuales municipales tratadas. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(4), pp.343-360.
75. Sánchez Leal, L., & Arguello, A. H. 2006. Capacidad de bacterias halófilas para capturar sodio in vitro y su posible aplicación en biorremediación en suelos salinos-sódicos. *Revista Nova*, 4, pp.19-32.
76. Sentis, I., 2012. Problemas de degradación de suelos en América Latina: Evaluación de causas y efectos. Quito, Ecuador. [Internet] Secsuelo.org. Disponible en: <<http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-Problemas-de-Degradacion1.pdf>> [Consulta 28 Octubre 2021].
77. Shivanand, P., & Mugeraya, G. 2011. Halophilic bacteria and their compatible solutes-osmoregulation and potential applications. *Current Science*, 100(10), pp.1516-1521.
78. Shrikumar Vijaykumar Mahamuni 2020, "ATTRIBUTES OF PROSPECTIVE PLANT GROWTH PROMOTING HALOPHILIC BACTERIA (PGPHB) SCREENED FROM SALINE SOILS OF BARAMATI TEHSIL OF MAHARASHTRA STATE (INDIA)", *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 10, no. 1, pp. 117-121.
79. Suarez Beltrán, R. M. 2013. Guía de métodos de biorremediación para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. Tesis Especialización Gerencia Ambiental. Universidad Libre, Bogotá, Colombia.
80. Tarroum, M., Walid Ben Romdhane, Mohamed Ali, A. A., Al-Qurainy, F., Al-Doss, A., Fki, L., et al. 2021. Harnessing the rhizosphere of the halophyte grass *aeluopus littoralis* for halophilic plant-growth-promoting fungi and evaluation of their biostimulant activities. *Plants*, 10(4),p.784.
81. Ventosa, A., de la Haba, Rafael R., Sánchez-Porro, C., & Papke, R. T. 2015. Microbial diversity of hypersaline environments: A metagenomic approach. *Current Opinion in Microbiology*, 25, pp.80-87.
82. Vera, J. T., Fernández, M. M., Nicosia, M. G., Plasencia, A. M., Olea, L. E., Coletti, A. G., & Agüero, S. N. 2016. Recuperación de suelos salinos mediante la implantación de Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) cv. Callide, en la Llanura Deprimida del límite Tucumán-Santiago del Estero: Recovery of saline soils by sowing of Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) cv. Callide, on the Plain Depressed of the limit Tucuman-Santiago del Estero. *Revista agronómica del noroeste argentino*, 36(1), pp.65-70.
83. Walker, D. J., & Bernal, M. P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource technology*, 99(2), pp.396-403.
84. Xu, Y., Zheng, C., Liang, L., Yi, Z., & Xue, S. 2021. Quantitative assessment of the potential for soil improvement by planting miscanthus on saline-alkaline soil and the underlying microbial mechanism. *GCB Bioenergy*, 13(7), pp.1191-1205.
85. Zajc, J., Liu, Y., Dai, W., Yang, Z., Hu, J.,

Gostinčar, C. and Gunde-Cimerman, N., 2013. Genome and transcriptome sequencing of the halophilic fungus *Wallemia ichthyophaga*: haloadaptations present and absent. *BMC Genomics*, 14(1).

86. Zúñiga Escobar, O., Osorio Saravia, J. C., Cuero Guependo, R., & Peña Ospina, J. A. 2011. Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos degradados por Salinidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), pp.5769-5779.

87. Hanco Olivera, C. C. 2017. Desalinización con *Beterraga* (*Beta vulgaris* L.) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017.

Un modelo de evaluación y construcción de procesos participativos con énfasis en proyectos ambientales.

Por: **Adela Parra Romero**¹

Estudiante de Doctorado en Política Científica y Tecnológica
Universidad Estadual de Campinas
Profesor Investigador - UNIMETA

Resumen

La participación pública en asuntos tecnocientíficos ambientales tiene su origen en dos situaciones. En la primera, las agencias gubernamentales incluyeron a la población de interés como una forma de legitimación de las políticas públicas, ante la percepción negativa que se tenía de los impactos de algunas tecnologías. En la segunda, el fracaso de la transferencia de algunas tecnologías hacia los países en vías de desarrollo llevó a establecer que la práctica tecnológica implica el diseño, la implementación además de la operación y el mantenimiento de la tecnología enmarcada en los valores socio-culturales de la comunidad beneficiada.

Este trabajo presenta un modelo de evaluación de la participación pública, basado en los modelos de Rowe y Frewer, que se convierte a su vez, en un modelo para la construcción de procesos participativos. El modelo de evaluación fue aplicado en algunos proyectos para el mejoramiento de sistemas de agua potable y saneamiento básico.

Palabras clave: Participación pública, medio ambiente, tecnología y sociedad

1. Este texto presenta los resultados parciales de la tesis de maestría en Ingeniería titulada “Evaluación de la participación pública en el sector de agua potable y saneamiento básico del Valle del Cauca. Caso de estudio proyectos escuela en Cali (valle del cauca)”, orientada por el profesor Carlos Osorio de la Universidad del Valle.

Keywords: Public participation, environment, technology and society.

Introducción

Temas conflictivos y que han causado gran controversia como el mejoramiento genético y los alimentos, la incidencia de la producción industrial en el cambio climático o la transición energética han requerido ampliar a una mayor discusión y variedad de actores los ámbitos de decisión. En estos aspectos han hecho uso de la participación como una forma de validar las decisiones y de incorporar otras miradas en la evaluación de tecnologías más allá de los aspectos meramente técnicos, como lo son lo legal, social y ético, con un ánimo más democrático.

En un sentido amplio, la participación pública ha ayudado a garantizar tanto la gobernabilidad como la sostenibilidad de la tecnología; y al mismo tiempo ha sido utilizada para legitimizar las políticas públicas entorno a asuntos controversiales que implican la ciencia y la tecnología.

Por otro lado, existe otro argumento fuerte para la implicación de diversos actores en el diseño de políticas públicas en temas de medio ambiente, y es que la afectación o nivel de riesgo de una tecnología o un problema ambiental esta diferenciada de acuerdo a factores como la desigualdad social,

las relaciones de poder y en muchos casos la situación geográfica de las poblaciones. En este sentido, los problemas ambientales, requieren que la sociedad en su conjunto tome decisiones en un entorno conflictivo dada la multiplicidad de intereses y afectaciones diferenciadas, buscando una regulación de la tecnología que permita un balance entre la generación de riqueza, pero salvaguardando los ecosistemas y cambiando patrones dañinos de tenencia de la tierra, modos de producción y manejo de sustancias tóxicas, entre otros.

Precisamente, la participación pública intenta que las decisiones que se tomen en relación con el medio ambiente, la ciencia y la tecnología, involucre a diferentes grupos de interés, dejando de lado la idea de que CyT sólo incumbe a los expertos. Implica también, velar por la igualdad entre los participantes, en términos de la información, recursos de tiempo y demás herramientas necesarias para la toma de decisiones informada; además de considerar involucrar herramientas relacionadas con la resolución de conflictos y los procesos de deliberación y consenso.

En cuanto al enrolamiento de los diferentes grupos de interés, se ha realizado de variadas formas, como son: distribución de información a un público objetivo, selección de grupos para conocer su opinión a través de grupos focales, encuestas o procedimientos consultivos. Otras formas de implicación están relacionadas con ejercicios de mayor duración y con una estructura de toma de decisiones como los juicios ciudadanos, los foros de consenso, los referéndums, entre otros. A estas formas de involucrar el público está dirigido el modelo de evaluación propuesto en este artículo. Es decir, a modelos estructurados de deliberación entre diferentes actores involucrados en una situación o problema ambiental. Modelos que requieren ser planificados y evaluados para su posterior replicación. Por lo

tanto, otras formas de participación pública como acciones legales en defensa de los derechos ambientales o en defensa de valores fundamentales al ser humano, y que son ejercidas como medidas de resistencia y de defensa por grupos en situación de asimetría y desigualdad (por lo demás necesarias e importantes en todos los casos), no serían objeto de análisis y de aplicación del modelo de evaluación aquí propuesto.

De acuerdo a lo anterior, se presentará el concepto de participación pública y los niveles a los que ésta aspira, argumentado que por lo menos un ejercicio participativo debe involucrar tres de los siguientes cuatro niveles: información, consulta, toma de decisiones y gestión negociada. Para ello, se aborda la revisión del concepto de participación, seguido de los niveles que ella involucra. Posteriormente se presentará una breve conceptualización teórica de los modelos de participación pública en ciencia y tecnología, y de los modelos de evaluación de dicha participación propuestos por Rowe y Frewer; y por Daniel Fiorino. Seguidamente, este trabajo presenta una aproximación al modelo de evaluación de la participación pública, que se convierte a su vez, en un modelo para la construcción de procesos participativos, ya sea nivel de proyectos o de política pública. La propuesta se basa en los criterios del modelo de Rowe y Frewer (2000), excepto el de costo-efectividad, complementados con algunos indicadores del modelo de Webler (1995).

Para finalizar, se aborda en las consideraciones finales la justificación acerca de cómo el modelo propuesto puede apoyar el diseño y la implementación de procesos participativos encaminados a la articulación de actores como requisito para una co-construcción de conocimiento.

Conceptos acerca de la Participación

Para Dahl (1971) la democratización consta de dos dimensiones, a saber: el debate público y el derecho a participar. Siendo esta última dimensión la que ha estado ligada en los primeros estadios de la democracia a la participación política. Sin embargo, la participación de los ciudadanos no sólo reside en el voto o en lo que se ha llamado participación política. Otras formas o acepciones han sido acuñadas como la participación social, participación comunitaria y participación pública; todas ellas relacionadas con formas en que los ciudadanos, de manera individual o colectiva “toman parte de” las decisiones que les concierne en el ámbito público.

Diferentes acepciones acompañan el término de participación para designar la forma y el alcance de dicha participación; textos como los de Gonzáles (1995:18) y Velásquez y Gonzáles (2003:59-60) distinguen formas privadas como la participación social y la comunitaria, relacionadas con problemas “cotidianos” específicos de una comunidad, de las formas públicas (bien común) como la participación ciudadana y política². Estas definiciones son seguidas por Valdivia (1993), Gómez (2000) y Bastidas y García (2000).

Para Rowe y Frewer (2000:6) la participación pública es la contribución en la toma de decisiones de la población que es afectada con tales decisiones. Los procedimientos por la cuales se puede llegar a esta contribución comprenden informar, involucrar y consultar dicha población. Por otra parte, Narayan (1995:7) define la participación como el proceso voluntario en que las personas influyen o controlan las decisiones que los afectan, cuya esencia es el ejercicio de la opinión y la elección.

En este trabajo, y de acuerdo a la revisión teórica realizada, se asume dos cuestiones o características en torno al concepto de la participación pública. En primer lugar, se asume que es un concepto amplio que engloba o incluye conceptos relacionados

como la participación comunitaria, la participación social y la participación ciudadana. En este sentido podría decirse que el carácter de “pública” hace referencia especialmente a que se debe involucrar al “público” interesado, potencialmente afectado o relacionado; no necesariamente a que su eje acción sea de carácter público (temas de nivel o alcance sectorial, regional o nacional) o privado (cuestiones comunitarias o gremiales). En segundo lugar, cuando se habla de involucrados se hace referencia no solamente a individuos o público no lego, sino que además es importante que se tenga en cuenta las diferentes instituciones formales e informales; incluso a quienes no tienen voz como las generaciones futuras.

En este sentido, se debe abogar por una toma de decisiones en diálogo e interdependencia que por lo menos debería permitir tres de los cuatro niveles de participación que se mencionaran en el siguiente apartado. Por lo tanto, la definición que propone este trabajo del concepto de participación pública se da como:

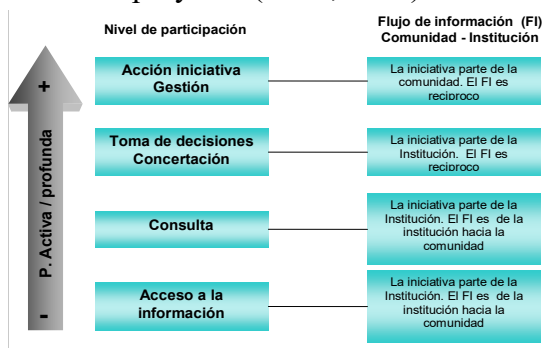
La participación pública se relaciona con procesos diseñados para producir, consumir, gestionar e intercambiar opiniones en torno a intereses comunes, que den lugar a una toma de decisiones entre individuos, organizados de manera formal o informal e instituciones de carácter público y privado; que puede tener lugar a nivel local, municipal o nacional. (Elaboración propia)

Niveles de Participación

Existen niveles de participación. Es decir, no todos los métodos o procedimientos usados tendrán el mismo nivel de participación de los actores, en especial de los comunitarios. Estos niveles comprenden el acceso a la información, la consulta, la toma

de decisiones (concertación, decisión) y la acción iniciativa. Como si fuera una escalera, cada nivel representa el grado de participación por parte de las comunidades o actores. Entre más arriba, mayor participación y a la vez se vuelve más activa respecto al proceso de resolver la situación o el problema (ADB, 2003; Coraggio 1985; Gonzáles 1995; Narayan 1995; Van y Boot, 2003).

En la Figura 1 se presentan los niveles de la participación y el flujo de información entre las instituciones y los involucrados. El primer nivel, y por lo tanto el más pasivo, es el acceso a la información, lo que incluye compartir información para que la comunidad de manera informada pueda realizar la evaluación de programas o actividades. A este nivel la comunicación se da en una sola vía y parte de la institución convocante hacia la comunidad, sin que haya interacción, por lo que una consecuencia es que no se fortalecen las relaciones locales como resultado del proyecto (ADB, 2003).



Fuente: Adaptado de ADB (2003), Van y Boot (2003), Rowe y Frewer (2005)

Figura 1. Niveles de la participación

La consulta, como segundo nivel, ya tiene una participación más activa. Aquí se pregunta a las comunidades su opinión acerca de un tema específico o proyecto. La sistematización es realizada por los profesionales o institución convocante, y en general, la consulta no tiene un carácter vinculante (Rowe y Frewer, 2005).

En el siguiente nivel, la participación de la comunidad es más activa, pues se discute o se tiene una toma de decisiones concertadas. Tiene como ventaja, además del grado de involucramiento de las comunidades, la creación y fortalecimiento de redes de trabajo, la generación de capacidades comunitarias y la posibilidad de que desde la comunidad se tenga influencia en la toma de decisiones, lo que podría traer como beneficio la sostenibilidad de las opciones elegidas. Tiene como desventaja que desde la institución convocante se escogen los métodos para dicha toma de decisiones, lo que podría cooptar el proceso. (ADB, 2003).

Para finalizar, el grado más alto en la participación lo constituye la iniciativa de gestión. En este nivel es la comunidad quien propone los proyectos y los posibles resultados. Además, son quienes buscan a las instituciones como facilitadoras y asumen la gestión de la mayoría de los componentes de los proyectos, su seguimiento y su evaluación. Cabe resaltar que en este nivel y en la toma de decisiones se espera un trabajo de interdependencia y colaboración entre los diferentes tipos de actores.

Tipos de Participación en Ciencia y Tecnología

Establecer una tipología de la participación en C&T, y más aún, en temas de carácter ambiental, no es una tarea fácil, pues si bien, existen algunos modelos reconocidos para el enrolamiento de actores, es mayor la dificultad para dar cuenta de todos los formatos, modelos y estructuras de participación pública. Al respecto, en países como Colombia, donde no existe una amplia tradición participativa, se dificulta aún más, en primer lugar aplicar los modelos internacionales, y en segundo lugar, rastrear los modos o modelos propios que van siendo aplicados en la toma de decisiones. Aquí también existe la gran limitación de nombrar como participación

a cualquier ejercicio de diseminación de información, como se presentó en el apartado anterior. Al respecto, Rowe y Frewer (2005) hacen una revisión de las tipologías existentes y los tipos de modelos, reportando algunas de las dificultades para la construcción de la misma. Encuentran, en su revisión de informes técnicos en Estados Unidos y el Reino Unido, más de 100 modelos de participación. El problema, de acuerdo con estos autores, es que existe una gran incertidumbre debido a que muchos modelos son una mezcla de otros mecanismos mencionados en la misma lista, pero también se presenta que un mismo modelo puede aparecer con diferentes nombres, por ejemplo, panel ciudadano o jurado ciudadano que recientemente ha sido aplicado en Uruguay con el nombre de juicio ciudadano. En la Tabla 1 se muestran los modelos comúnmente usados de participación pública a nivel internacional, los tipos de participantes, su duración y algunos ejemplos.

| Modelo de participación | Participantes | Duración | Ejemplos |
|--|--|---|--|
| Audiencia pública | Ciudadanos convocados. Los verdaderos participantes son los expertos y políticos que intervienen | Suele convocarse para diferentes públicos. Pueden durar desde semanas hasta meses | Modelo muy frecuente en muchos países |
| Gestión negociada | Representantes de grupos de interés, organizaciones ciudadanas. | Se fija un plazo. Sin embargo, es variable (días, semanas, meses) | Modelo utilizado habitualmente por la EPA |
| Comité consultivo (asesor) de ciudadanos | Pequeño grupo de ciudadanos seleccionados por la institución organizadora para representar las opiniones de varios grupos o comunidades. Puede incluir expertos. | Extenso periodo de tiempo | <i>Limpieza de depósitos de residuos</i> : EE.UU, Países Bajos, Dinamarca y España también lo utilizan |
| Oficina de evaluación de tecnologías | Adscrita habitualmente al poder legislativo, un equipo de expertos proporciona información al parlamento sobre impactos probables de diferentes alternativas de desarrollo tecnológico | Duración muy variable en la elaboración de informes | Desde la creación de la OTA, se han aumentado las experiencias en diferentes países. |
| Evaluación constructiva de tecnologías | Representantes de grupos de interés y organizaciones ciudadanas colaboran con un equipo de expertos en el asesoramiento de la institución convocante en materia de ciencia y tecnología. | Duración variable | Usado con frecuencia en los Países Bajos |
| Consumo diferencial | Potencialmente todos los miembros de una población, aunque en una medida muy variable | Proceso con efecto acumulativo | En economías de mercado, con organizaciones de consumidores y ONG activas |
| Litigio | Potencialmente todas las personas físicas o jurídicas de un país; o una alta proporción de ellas | Acción puntual, aunque el proceso puede prolongarse mucho tiempo | Muy común en muchos países. |

Fuente: adaptado de López y Méndez (1998)

Tabla 1. Algunos Modelos de Participación Pública a nivel Internacional

En el caso de los proyectos y políticas en temas ambientales, también existe diversidad de modelos, pero, además, dependen del subsector en que se

esté interesado. Por efectos de espacio, y para mantener el objeto de este artículo, se presenta algunas consideraciones sobre la participación pública en temas de agua y saneamiento.

Participación pública en proyectos de Agua y Saneamiento

Con la preparación en 1980 de la Década del Agua y el Saneamiento, se incrementa a nivel internacional las actividades relacionadas con el abastecimiento del agua y el saneamiento. El objetivo de la década fue proveer a la población de agua potable y un adecuado saneamiento, lo que involucraba un fuerte impulso al sector representado en inversiones, programas y nuevos desarrollos tecnológicos, esperando tener como resultado el aumento de la cobertura de este tipo de servicios y un impacto significativo en la calidad de vida de la población que aún no tenía acceso. Por supuesto, este gran beneficio también implicaba un gran riesgo, en el sentido en que los numerosos esfuerzos no brindaran los impactos esperados (Feachem, 1980).

A partir de numerosas evaluaciones, se entendió que la tecnología por sí misma no era sostenible. Numerosos artículos planteaban que las inversiones que se realizaron en América Latina y Colombia durante este período no cumplieron con su objetivo, debido a que faltó la participación de la comunidad en la planeación, diseño, construcción y administración de los sistemas (Feachem, 1980:16, Bastidas y García, 2000:6). Desde entonces, se empezó a promover, a nivel mundial, la necesidad de incluir la participación de la comunidad en el ciclo del proyecto, identificar sus necesidades y decidir acerca de la tecnología y nivel de servicio requerido, además de recibir la capacitación para operar y administrar el sistema una vez construido.

Otros argumentos para incluir la participación de la

comunidad en este tipo de proyectos, se refieren a que el éxito de la gobernabilidad y la institucionalización de metodologías en el sector de Agua y saneamiento, está relacionado con diferentes niveles de participación comunitaria, control social y veeduría ciudadana. Feachem (1980), plantea que los gobiernos podrían estudiar y aprender acerca de las comunidades y que éstas tendrían la oportunidad de cuestionar e influenciar los procedimientos y planes gubernamentales. En el II Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000), se estableció que para garantizar un agua segura para todos, la gobernabilidad debería ser eficiente a través de incluir la participación del público y los intereses de todos los colaboradores en el manejo de los recursos hídricos.

En este contexto, la participación se ha venido trabajando como factor clave en la sostenibilidad de los proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico. Se han involucrado diferentes niveles de participación comunitaria y se ha promovido el éxito de los casos en que se ha efectuado dicha participación; sin embargo para el año 2003, países como Perú, Costa Rica, Guatemala, Ecuador y Colombia, señalan la baja participación de la comunidad en el ciclo del proyecto y la falta de actores motivados para intervenir en la vida pública local. Algunos de estos países se refieren a una inadecuada estructura institucional y normativa para la participación, mientras que otros plantean que sobran las normas y los mecanismos, pero no hay motivación (CARE, 2003).

Modelos de Evaluación de la Participación Pública

Este apartado presenta algunos criterios a considerar para que la participación pública en Ciencia y Tecnología sea más efectiva en términos de los resultados y del proceso del ejercicio mismo.

Modelo de Gene Rowe y Lynn Frewer

En este modelo se evalúa la efectividad del mecanismo de participación a través de dos componentes presentados y clasificados por Rowe y Frewer (2000), como criterios de aceptación y criterios de proceso. Los primeros se relacionan con la construcción, implementación y ejecución efectiva del procedimiento (modelo); y los segundos con la potencial aceptación pública e institucional de un procedimiento (modelo) o mecanismo (López y González, 2002).

Criterios de Aceptación: El objetivo de este componente es evaluar la efectividad del procedimiento de participación, para lo cual el modelo debe garantizar los siguientes criterios:

1. Representatividad: los participantes deben ser representativos del público o población afectada.
2. Independencia/igualdad: el proceso debe conducirse de forma independiente, sin sesgos y con igualdad para todas las partes. Los participantes deben ser independientes de cualquier filiación con el promotor o institución convocante.
3. Implicación temprana: los participantes deberían implicarse tan temprano como sea posible en el proceso, proyecto o problema. La definición de temprano depende del área de estudio, el proceso de participación y del público afectado o de interés.
4. Influencia: el resultado del proceso debe tener un verdadero (efectivo) impacto en la política o toma de decisiones sobre el tema tratado.
5. Transparencia: el público en general (no sólo los participantes) debería saber cómo se desarrolla el proceso y cómo se toman las decisiones. Este criterio está relacionado con el acceso a la información del proceso.

Criterios de Proceso: El objetivo de este componente es evaluar que el procedimiento de participación sea democrático e imparcial de tal forma que sea potencialmente aceptado por todos los actores, para lo cual el modelo debe garantizar los siguientes criterios:

6. Accesibilidad a los recursos: los participantes deberían tener acceso a los recursos apropiados para el satisfactorio desempeño de su tarea. Algunos de estos recursos pueden ser de información, materiales, humanos, de tiempo etc.

7. Definición de tareas: la naturaleza y el alcance de los objetivos y actividades de la participación deberían estar definidas con claridad.

8. Estructuración en la toma de decisiones: el ejercicio de participación debe hacer uso de los mecanismos adecuados para estructurar con claridad el proceso de toma de decisiones. Herramientas como los análisis de decisión, los árboles de decisión y la técnica Delphi pueden ayudar a esta estructuración.

9. Costo – Efectividad: el procedimiento debe ser efectivo con relación al costo que involucra el modelo o procedimiento de participación.

Modelo de Daniel Fiorino

Fiorino (1990) propone la evaluación de la participación pública desde criterios democráticos, asumiendo que el proceso de la participación es un mecanismo institucional dentro de un proceso democrático. Desde el punto de vista del modelo de Rowe y Frewer, esta forma de evaluación utiliza solamente criterios de aceptación.

Desde la teoría democrática se proponen cuatro componentes, el primero es la inclusión de personas que son afectadas pero que asumen el rol de ciudadanos y no sus roles profesionales o de carrera. El segundo es compartir el poder, es decir, que la participación genere que los ciudadanos tomen

decisiones en conjunto con las instituciones y los gobiernos, y que estas decisiones se lleven a cabo. El siguiente componente se relaciona con la estructura del modelo, en cuanto a que éste debe promover espacios de discusión (cara a cara) en los que se comparten valores y se transforma el conflicto hacia direcciones más constructivas a través del diálogo, el aprendizaje y el consenso. El cuarto componente es la oportunidad que se ofrece a los ciudadanos de participar en igualdad de condiciones frente a los expertos y los profesionales del gobierno y de las instituciones participantes, lo que implica el acceso al conocimiento y la comprensión de la información, además de la oportunidad de discutir la agenda y los procedimientos técnicos y del proceso de participación en sí mismo. Adicionalmente propone evaluar la participación pública en decisiones medioambientales desde otros criterios como los normativos, instrumentalistas y sustantivos. Estos criterios se relacionan con las capacidades del proceso para clarificar las bases sobre las cuales se realizan las discusiones con el fin de lograr el consenso, la inclusión de suficientes puntos de vista con el objeto de reducir los errores en las políticas, y los costos del proceso vs. los beneficios.

Modelo Propuesto para la Evaluación de la Participación Pública en Proyectos Ambientales

Los modelos de evaluación expuestos anteriormente son la base para estructurar los criterios y los indicadores de la propuesta. Estos criterios e indicadores son seleccionados teniendo en cuenta que la evaluación se centra en identificar las fortalezas y debilidades del modelo de participación y no en los beneficios o riesgos de la participación, desde un punto de vista del proceso y no de la opinión del sujeto que participa. Esto implica una comparación del modelo con los criterios que debe cumplir cual-

quier proceso de participación . En todos los modelos de evaluación revisados, se encuentran dos factores comunes que son evaluados: los procedimientos llevados a cabo y los resultados del modelo. Rowe y Frewer (2000) le llaman a los primeros criterios de aceptación y a los segundos criterios de proceso. Webler (1995) los denomina, de imparcialidad al primero y de competencia al segundo. En el modelo de Fiorino (1990) sólo se evalúa el primer factor. En el modelo de Abelson (2003) el primer factor lo divide en criterios de representación y reglas de procedimiento y el segundo lo divide en información y resultados/decisiones. Para este trabajo se utilizaron los criterios del modelo de Rowe y Frewer (2000), excepto el de costo-efectividad, complementados con algunos indicadores del modelo de Webler (1995). Adicionalmente se consideraron algunos criterios y conceptos relacionados con la participación en el contexto de la Ciencia y la Tecnología además de algunos supuestos acerca de la participación en los proyectos ambientales.

En síntesis, el interés de esta evaluación se concentra en cómo se involucra a los actores claves en cada una de las etapas del proyecto y si esta vinculación ha sido temprana. El éxito del proyecto, entonces, no será evaluado en términos de los resultados, sino en las características del proceso de construcción colectiva de acuerdos, conocimientos y capacidades locales; es decir, si en los casos que son evaluados se tiene acceso, por parte de los participantes, a la información; si el proceso cuenta con la presencia de un facilitador y además si se utilizan metodologías para la resolución de conflictos, y las decisiones son el resultado de la deliberación e interacción entre los actores.

Una característica importante de la participación según López et al. (1998) es su carácter efectivo, entendiéndose como la influencia real sobre las de-

cisiones tanto en la discusión como en la ejecución de lo acordado. Se espera que se definan responsabilidades y se creen capacidades locales además de organizaciones comunitarias que administren eficientemente los sistemas y se logre la sostenibilidad de los mismos (Ministerio de Desarrollo Económico, 1998). De aquí que se dé una gran importancia al criterio de estructuración de la toma de decisiones, la definición de tareas y el criterio de influencia.

Adicionalmente se siguen las recomendaciones de Rowe et al. (2001), acerca de procesos cuyo objetivo es el empoderamiento del público participante, la comunidad y las instituciones locales. Tales recomendaciones sugieren que la participación debe ser continuada, debe existir un grupo de deliberación, la intensidad debe ser alta (en lo posible más de 100 horas por participante) y la toma de decisiones debe incluir los estados de alcance, discusión y decisión . Cabe aclarar que los factores externos, como los sociales, técnicos, legales y organizacionales pueden influenciar las condiciones del ejercicio de participación.

¿Quiénes Participan?

La tecnología es un proceso social que depende de valores y factores de contexto (López et al., 1998). En esta medida, como parte importante de la apropiación de la tecnología, es necesario identificar los diferentes actores y sus roles en este

Los actores son personas o grupos que tienen un interés en un resultado, o en una política específica. Se pueden distinguir entre quienes afectan (determinan) la decisión y quienes son afectados por la misma. López et al. (1998) distinguen entre tipos de ciudadanos y de organizaciones que pueden participar en temas de Ciencia y Tecnología. Entre los tipos de ciudadanos se encuentran las personas directamente afectadas o relacionadas con la situación,

el público que puede ser potencialmente afectado, el público interesado debido a una sensibilización por el tema, y la comunidad científica con intereses generalmente académicos. En cuanto a los tipos de organización, distinguen los grupos de ciudadanos o comunitarios, las ONG's y las asociaciones de científicos que generalmente brindan asesoramiento experto a los grupos comunitarios y ONG's. En el contexto ambiental se pueden distinguir diversos actores en la planificación y ejecución de proyectos de este tipo. En la Tabla 4 se presentan los principales actores y su implicación en el ciclo del proyecto.

| Quiénes | Rol del stakeholder | Cuándo |
|---|--|--|
| Instituciones locales: educativas, legales, gubernamentales, etc. | Apoyar, brindar acompañamiento, asesoría técnica y/o financiación. Adoptar capacidades de liderazgo, administrativas y de gestión | Durante todo el proceso |
| Entidad convocante | Apoyar, brindar asesoría técnica, y financiar el proceso de participación | Durante todo el proceso y con presencia después de finalizado el proyecto. |
| Organización de base comunitaria | Administrar el sistema una vez finalizado el proyecto. Adoptar capacidades de liderazgo, administrativas y de gestión. Durante el proyecto es la que en representación de la comunidad en general, toma las decisiones, gestiona recursos, comunica los progresos e informa a la comunidad en general. | Durante todo el proceso. Es quien debe asumir la gestión del sistema y liderar nuevos procesos |
| Grupos vulnerables (étnicos, de género, generaciones futuras) | Son usuarios, aportan su conocimiento sobre las condiciones locales, las necesidades acerca de los sistemas, además legitiman las acciones y decisiones del grupo comunitario que los representa en el proyecto. Adoptar capacidades de liderazgo, administrativas y de gestión | Durante todo el proceso. Finalizado el proyecto ejercen la vigilancia y el control de los servicios. |
| Instituciones de orden legal (ambiental, etc.) | Emitir permisos de funcionamiento o legalidad | Desde el diseño. Pueden apoyar la gestión una vez finalizado el proyecto. |
| Grupos ambientales | Apoyar, brindar acompañamiento, asesoría técnica y/o financiación | Desde la ejecución. Pueden apoyar la gestión una vez finalizado el proyecto. |
| ONG | Apoyar, brindar acompañamiento, asesoría técnica y/o financiación | Desde el diseño. Pueden apoyar la gestión una vez finalizado el proyecto. |
| Sector privado | Apoyar, brindar acompañamiento, asesoría técnica y/o financiación | Desde la ejecución. Pueden apoyar la gestión una vez finalizado el proyecto. |
| Instituciones de investigación | Apoyo. Documentar el proceso y las lecciones aprendidas. | Durante todo el proceso |
| Facilitador | Acompañar el proceso, desarrollar el modelo de participación a través de las metodologías apropiadas. En conjunto con las demás instituciones y el comité comunitario desarrollan el proyecto, comunican los progresos, etc. Motiva, informa y capacita a la comunidad en general. | Durante todo el proceso. Pueden apoyar la gestión una vez finalizado el proyecto. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Principales Actores (Stakeholders) y su implicación en el ciclo del proyecto

La comunidad en general hace referencia a los ciudadanos directamente afectados, además, se pueden distinguir a grupos vulnerables, como las minorías étnicas, las mujeres y los niños, entre otros; que pueden ser potencialmente afectados por las decisiones que se tomen alrededor del proyecto, sin

que se tengan en cuenta sus intereses. Como usuarios actuales o potenciales de los sistemas ambientales, aportan su conocimiento sobre las condiciones locales, las necesidades acerca de los sistemas, además de legitimar las acciones y decisiones del grupo comunitario que los representa en el proyecto. La comunidad también tiene el rol de ejercer veeduría y control sobre la calidad de los sistemas. Según King et al. (1998), un supuesto importante en la auténtica participación es que los ciudadanos deberían tener o adquirir en el proceso, habilidades cívicas, participativas y discursivas. Como parte de los ciudadanos que pueden participar, se pueden incluir los estudiantes universitarios, pertenecientes a las comunidades científicas, que desarrollan sus proyectos de grado, y que en muchas ocasiones ayudan a documentar los procesos y difundir las lecciones aprendidas.

En las organizaciones que pueden participar, se encuentran: la organización de base comunitaria, las entidades locales como son las de carácter educativo, gubernamental, etc.; la entidad convocante, entidades de investigación, ONG's, entidades del sector privado, grupos ambientales, instituciones de orden legal y la institución facilitadora. Según King et al. (1998), las habilidades necesarias en las instituciones, además de las relacionadas con la técnica, son habilidades interpersonales, discursivas y de facilitador. La organización de base comunitaria, en la mayoría de las ocasiones es quien asume la administración de los sistemas, y su rol durante el proyecto es adoptar capacidades de liderazgo, administrativas y de gestión, para que en representación de la comunidad tome decisiones, gestione recursos y comunique los progresos a la comunidad en general. Una vez finalizado el proyecto, su papel es administrar el sistema, garantizar la calidad de los servicios y liderar nuevos procesos y proyectos, entre otros.

La institución facilitadora es quien desarrolla el modelo de participación a través de las metodologías apropiadas y, en conjunto con las demás instituciones y el comité comunitario, desarrolla el proyecto. Adicionalmente, motiva, informa y capacita a la comunidad en general, en los temas relacionados con el sistema, el manejo ambiental, la gestión, etc., de acuerdo con las necesidades del proyecto. El rol del facilitador puede ser realizado por alguna ONG y/o institución académica que tenga conocimientos específicos en el sector, y las habilidades necesarias para desarrollar un ejercicio participativo.

En la Figura 2 se puede apreciar el modelo conceptual de evaluación. En este modelo, que también resulta útil en la construcción de procesos participativos más efectivos, se proponen dos dimensiones en la evaluación. La primera dimensión de carácter interno al proceso, y que tiene que revisarse en todos los momentos del ejercicio, incluye los criterios de disponibilidad de recursos, reglas de juego y forma de tomar las decisiones. La segunda dimensión, se orienta más hacia la planeación del ejercicio, y estos criterios se deben aplicar o revisar en momentos específicos del proceso de participación. Los criterios para esta dimensión son: actores, independencia, implicación temprana, influencia y transparencia. En la Tabla 5 se presenta cada uno de estos criterios y los indicadores, lo cuales procederemos a explicar.

En la dimensión externa, que debe hacer parte importante del proceso de planeación de un proceso participativo, para el criterio de Actores, se espera que se involucre los principales grupos e instituciones relacionados o potencialmente afectados con el proyecto. Un guía de estos posibles grupos es presentado en la Tabla 4. Adicionalmente se evalúa si hubo selección objetiva y representativa de estos

actores y si el modelo estructura mecanismos para atraerlos, comprometerlos y mantenerlos a través de las etapas del proyecto.

Seguidamente, el criterio de independencia tiene como indicadores la presencia de un facilitador en todas las actividades de interacción entre los actores, los métodos para recabar información de la comunidad, y si en una relación de igualdad se realizó de forma temprana la presentación de los objetivos y alcances del proceso participativo, del proyecto y del rol de los actores.

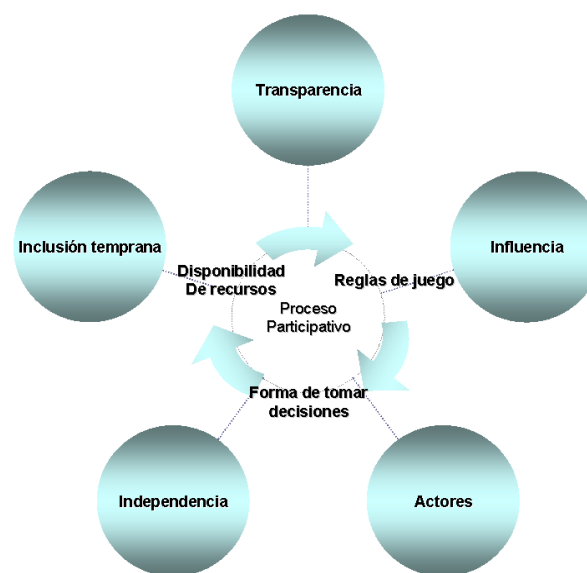


Figura 2. Criterios para diseñar y evaluar procesos de participación pública

En el criterio de implicación temprana, y basados en los supuestos que plantea King et al. (1998) acerca de la auténtica participación, se espera que los actores se involucren de manera temprana, inclusive antes de determinar cualquier agenda y tomar decisiones. Adicionalmente, se evalúa la realización de una sensibilización a los actores, especialmente a los comunitarios, antes de iniciar el proceso.

El cumplimiento del criterio de influencia implica que las decisiones sean tomadas en consenso entre los actores y que en los resultados se refleje la influencia de los actores, especialmente de los comunitarios. Para el criterio de transparencia, los indicadores se relacionan con la auditabilidad y la disseminación de información (Rowe et al., 2001). El primer indicador evalúa que los materiales y contenidos educativos sean revisados por expertos independientes o por grupos de actores. En el segundo indicador, se evalúan los mecanismos a través de los cuales se transfiere información a los actores, incluyendo a la comunidad, de los avances y resultados del proyecto.

Para la dimensión interna del proceso participativo, en el criterio de disponibilidad de los recursos, se espera que el modelo considere el número de personas necesarias para desarrollar el proceso y las habilidades específicas que deben aportar estas personas. Que considere el conocimiento experto y tenga acceso al mismo; al igual que incentive el conocimiento anecdótico e intuitivo de los participantes y utilice mecanismos para mejorar este tipo de conocimiento.

| Criterio | Indicadores |
|-------------------------------|--|
| Actores | Inclusión de los principales grupos de Actores |
| | Selección: mecanismos para atraer, comprometer y mantener a los actores a través de las etapas del proyecto. |
| Independencia | Presencia de un Facilitador |
| | Presentación de procedimientos y resultados: Procedimientos para obtener la valoración (información) de los participantes |
| Implicación temprana | De los actores claves en la etapas del proyecto. Comunidad / legal / convocante (niveles bajos, medios y altos). |
| | Familiarización/sensibilización antes del proyecto |
| Influencia | Decisiones específicas: Etapas, actividades claves en las que la comunidad debe influenciar realmente, para que el sistema sea sostenible. |
| Disponibilidad de recursos | Personas: suficiente número en preparación, desarrollo del ejercicio. |
| | Experiencia: Se tiene acceso al conocimiento experto (si es requerido) Información: conocimiento intuitivo, anecdótico, visitas. |
| Reglas de juego | Contexto: presentación y aceptación de los participantes |
| | Alcance: presentación y aceptación de los participantes Objetivos y resultados: presentación y aceptación de los participantes |
| Transparencia | Auditabilidad del componente educacional y el material |
| | Diseminación de información: Publicidad, disponibilidad, accesibilidad. Esta en un formato adecuado, cual es el grado de detalle. |
| Forma de tomar las decisiones | Procedimientos: acceso a fuentes, entrenamiento en resolución de conflictos, discusiones en pequeños grupos. |
| | Flexibilidad: en tiempo para comprensión y resolución de conflictos. |
| | Consistencia: con lo legal, ética. |
| | Validación de los métodos |
| | Compartir el entendimiento Participación institucional en los procesos de deliberación. |

Tabla 5. Modelo Propuesto para la Evaluación de la Participación Pública

En cuanto a las reglas de juego, se evalúa que el contexto y los alcances del proyecto, al igual que las responsabilidades y roles de los actores, hayan sido presentados y definidos desde el inicio del proceso.

Finalmente, en la forma de tomar decisiones se evalúa que se cuente con flexibilidad en términos de los tiempos utilizados en las diferentes actividades del proceso, que se utilicen metodologías para verificar la comprensión de la información transferida, así como métodos estructurados para tomar decisiones y si algunos de los materiales y métodos utilizados en el proceso han sido validados externamente. Además, que se utilice y compartan metodologías para resolver desacuerdos y construir compromisos en reuniones grupales. Como último indicador se verifican si las instituciones participan en los procesos de deliberación.

La valoración bajo este modelo es cualitativa. En cada componente se juzga la capacidad del modelo para cumplir los criterios propuestos, la máxima valoración es el cumplimiento positivo de todos los componentes del modelo.

Consideraciones Finales

Una vez presentado el concepto de participación y los elementos que deben estar presentes en su diseño, ejecución y evaluación, se abordará en las consideraciones finales, con la pretensión de “exponerse” al público, y animar el debate, la importancia de considerar los procesos participativos para la adecuada gestión de la tecnología, en especial de las tecnologías sociales, a través de la articulación de actores siguiendo las pautas presentadas en el modelo propuesto.

La apuesta Latinoamericana por las tecnologías sociales es la producción de bienes y servicios que contribuyan a la inclusión social y la generación de un cambio histórico en las políticas públicas relacionadas con la dimensión tecnológica, social y económica. Un cambio de esta dimensión supone una estructura conceptual fuerte y amplia, pero también viable desde el punto de vista de las instituciones sociales, económicas y políticas. Supone también un cambio en la forma de gestionar las tecnologías y de negociar, presionar y/o influir en las políticas públicas en las dimensiones mencionadas.

Esto queda expuesto en la introducción del concepto de adecuación sociotécnica (Dagnino, 2004). Esta adecuación involucra una matriz de análisis cuyos componentes requieren la interacción, análisis, deliberación o entramado de diferentes actores y relaciones entre ellos. Los componentes, sin entrar por ahora en su definición, de esta matriz son: Proceso de co-construcción, dinámica y trayectoria sociotécnica, proceso de transducción, resignificación de la tecnología, relaciones problema-solución y estilo sociotécnico (Thomas, 2009). En términos de la participación pública, el concepto de adecuación sociotécnica, se basaría en modelos participativos y deliberativos que permitan lograr la adecuada gestión de las tecnologías sociales.

En la actualidad, la práctica deliberativa que supone los ejercicios de participación pública se corresponde con la idea un discurso ideal enmarcado en una democracia deliberativa y participativa, y en un sistema económico sustentado en un modelo de agregaciones individuales. Sin embargo, una primera intuición indicaría que la participación pública para la difusión, uso y apropiación de las tecnologías sociales precisa unos supuestos diferentes, y por lo tanto unos valores diferentes. Ya no estaría-

mos pensando en el aumento de la productividad, la globalización y el ciudadano racional. Es una participación en medio de un pluralismo de intereses, discursos y con valores como la solidaridad y la inclusión.

Precisamente en esta vía se producen algunas de las críticas a los modelos de participación, para nuestro caso se mencionarán tres (Genus y Coles, 2005). La primera se relaciona con el desbalance de poder entre actores, sobre todo por el poder que puede ejercer las instituciones gubernamentales en la distribución de los recursos y su influencia sobre la toma de decisiones entre diferentes stakeholders. En segunda medida, también se crítica las asimetrías en las habilidades y capacidades discursivas entre los actores, lo que puede producir una cooptación soterrada de un grupo sobre otros. Finalmente, para Genus y Coles (2005) el éxito de los procesos participativos depende menos del modelo que de la capacidad de los actores o poblaciones de construir, mantener y apropiar espacios públicos de discusión.

Sin embargo, es necesario preguntarse ¿En la co-construcción de conocimiento, no es acaso necesario tener en cuenta a los principales actores? ¿No debe ser este ejercicio transparente, influyente y sin cooptación alguna para la toma de decisiones? Si bien es cierto, que el tema de la participación pública no es el único factor a tener en cuenta en la articulación de actores, sí se convierte en un elemento necesario para considerar en el momento de planear y ejecutar actividades y procesos de co-construcción de conocimiento a través del diálogo de saberes entre agentes comunitarios, institucionales y gubernamentales.

Referencias

ABELSON, Julia, FOREST, Pierre-Gerlier, EYLES, John, SMITH, Patricia, MARTIN Elisabeth, GAUVIN, Francois-Pierre (2003). "Deliberations about deliberative methods: issues in the design and evaluation of public participation processes", *Social Science & Medicine*, Vol. 57, pp. 239–251.

ADB, Asian Development Bank (2004a). "Effectiveness of Participatory Approaches: Do the New Approaches Offer an Effective Solution to the Conventional Problems in Rural Development Projects?", *Special Evaluation Study*. Manila

ADB, Asian Development Bank (2004b). "Special Evaluation Study on Participatory Approaches in Forest and Water Resource Operations in Selected Developing Member Countries". Manila

ADB, Asian Development Bank (2003). "Modes of Participation, experiences from RETA 5894: Capacity Building and Participation Activities II". Manila

BASTIDAS, Sandra, GARCÍA, Mariela. (2000). "La gestión comunitaria en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento como base de sostenibilidad y de construcción de tejido social", en: *Conferencia internacional Agua y saneamiento en poblaciones pequeñas y medianas en el marco de la visión mundial del agua*. Memorias, Santiago de Cali, octubre de 2000.

BOOTH, John (1979). "Political Participation in Latin America: Levels, Structure, Context, Concentration and Rationality", *Latin American Research Review*, Vol. 14 N° 3, pp. 29-60.

CORAGGIO José Luís. (1985). *Participación po-*

pular: ideologías y realidad. En: XII seminario latinoamericano de trabajo social. Quito, 23 al 28 de Julio.

DAHL Robert A. (1971) *Poliarchy: participation and opposition* Yale U. Press: New Haven

DAGNINO, Renato (2009) *Tecnología social: herramienta para construir outra sociedade*. IG/UNICAMP

DAGNINO Renato, BRANDÃO y NOVAES (2004). *Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social* En: Fundação Banco do Brasil. *Tecnología social: uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro

FEACHEM, R. G. (1980). "Community Participation in Appropriate Water Supply and Sanitation Technologies: The Mythology for the Decade", *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, Vol. 209 N° 1174, pp. 15-29.

FIORINO, Daniel (1990). "Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms", *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 15 N°2, pp. 226-243.

GENUS, Audley y COLES, Anne-Marie (2005). "On Constructive Technology Assessment and Limitations on Public Participation in Technology Assessment", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 17, No. 4, pp. 433 – 443, Routledge, Londres.

GONZÁLEZ, Esperanza (1995). *Manual sobre Participación y Organización para la Gestión Local*. Ediciones Foro Nacional por Colombia.

KING, Cheryl, FELTEY, Kathryn, O'NEILL, Bridget (1998). "The Question of Participation: Toward Authentic Public Participation in Public Administration", en: *Public Administration Review*, Vol. 58 N° 4, pp. 317-326.

LÓPEZ CERREZO, José, MÉNDEZ, José, TODT, Oliver (1998). "Participación Pública en Política Tecnológica. Problemas y Perspectivas", *Revista Arbor*, CLIX, 627, pp. 279-308.

LÓPEZ CERREZO, José, GONZÁLES, Inés (2002). *Políticas del Bosque*, Madrid, Cambridge University Press.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (1998). *Servicios Sostenibles de Agua y Saneamiento*, Marco Conceptual. Santa Fe de Bogotá.

NARAYAN, Deepa (1995). *The Contribution of People's Participation. Evidence from 121 Rural Water Supply Projects*. Serie de documentos ocasionales en Desarrollo Sostenible Ambiental N° 1. Banco Mundial, Washington D.C.

ROWE, Gene, FREWER, Lynn (2000). "Public Participation Methods: A Framework for Evaluation", *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 25 N°1, pp. 3-29.

ROWE, Gene, FREWER, Lynn, MARSH, Roy, REYNOLDS, Catherine (2001). *Public participation methods: evolving and operationalising an evaluation framework*. Developing and testing a toolkit for evaluating the success of public participation exercises, Department of Health and Health and Safety Executive, UK.

ROWE, Gene, FREWER, Lynn (2005). "Evaluating Public Participation Exercises: A Research

Agenda", *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 29 N°4, pp. 512-557.

THOMAS, Hernan (2009) *Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en America Latina*. En: *Encuentro internacional de culturas científicas y alternativas tecnológicas*

THOMAS, Hernan. (2008): *Estructuras cerradas vs. Procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico*, en Thomas, H. y Buch, A., (coords.) Fressoli, M. y Lalouf A. (colabs.): *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, UNQ, Bernal, pp. 217-262

VALDIVIA, Esperanza (1993). "Algunos elementos para el análisis descriptivo del desarrollo de la participación comunitaria activa y continua: Comuna 1 Cali 1992". Santiago de Cali. Trabajo de grado Maestría en salud pública. Universidad del Valle. Facultad de Salud.

VAN, J. A., BOOT, S. P. (2003). "Participation in European Water Policy", *Physics and Chemistry of the Earth* 28, pp. 555-562.

VELÁSQUEZ, Fabio, GONZÁLES, Esperanza (2003). *¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia?*. Fundación Corona.

WEBLER, Thomas (1995). "'Right' Discourse in Citizen Participation: An Evaluation Yardstick", en: Renn, O., Webler, T. y Wiedemann, P. (Editores) (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation: Evaluating Models For Environmental Discourse*. *Technology, Risk, and Society. An international Series in Risk Analysis*. Vol. 10. Kluwer Academic Publishers.

La influencia de la biomímesis en la arquitectura

Por: **Clemencia Meléndez Sáenz**

Profesor - UNIMETA

clemencia.melendez@unimeta.edu.co

La influencia de la biomímesis en la arquitectura

The influence of biomimicry on architecture

Resumen

El presente artículo pretende identificar las diferentes formas como la biomímesis ha estado presente de manera empírica y disciplinar en la arquitectura a través de los siglos; desde las primeras civilizaciones el hombre ha tomado como inspiración la naturaleza para sus diferentes edificaciones observando su forma y su función, más adelante, en el siglo XXI se incursiona en el estudio a nivel molecular de diferentes organismos vivos para aprender de su capacidad de adaptación al medio y de esta manera, seguir imitando a la naturaleza para poder brindar al usuario del edificio el confort climático y la sostenibilidad requeridas para su óptimo uso.

Palabras claves: Biomímesis, naturaleza, arquitectura, imitar, edificación.

Abstract

This article aims to identify the different ways in which biomimicry has been present in an empirical and disciplinary way in architecture through the centuries; Since the first civilizations, man has taken nature as inspiration for his different buildings by observing their form and function, later, in the 21st century, he ventures into the study at the molecular level of different living organisms to learn about their ability to adapt to environment and in this way, continue to imitate nature in order to provide the user of the building with the climatic comfort and sustainability required for its optimal use.

Key words: Biomimicry, nature, architecture, imitate, building

Introducción

La naturaleza ha sido utilizada por la humanidad en sus construcciones a través de todos los tiempos de diferentes maneras; pero las más representativas han sido como elementos decorativos y de inspiración para la forma y la función de sus construcciones. Como elemento decorativo ha hecho su aparición desde las grandes civilizaciones como la egipcia que tomo diferentes flores de la región para adornar sus capiteles; como manifiesta Alegre Car-

vajal (2007), los capiteles más frecuentes fueron los campaniformes, sin duda el prototipo más popular del antiguo Egipto; los plantiformes, con un fuste estriado que responde al modelo de un tallo de planta; y los papiroiformes cerrados, un haz de tallos de papiros con umbelas unidas, utilizada especialmente en el Imperio Nuevo; en los templos ptolemaicos, las formas básicas de las columnas egipcias, que habían permanecido inalteradas durante más de 2.500 años, experimentaron un proceso de diversificación combinando diversos motivos y siguiendo formas de distintas flores y plantas, se crearon verdaderos ramos de flores que parecen surgir de la superficie de la piedra, para terminar no se puede dejar de nombrar el capitel en forma de flor del Loto, haciendo una metáfora del paso del tiempo en los procesos de las flores, además, el loto es la flor que se abre al sol y en forma de columna otorga al techo.

Como resalta Marzahn (1993), las pinturas en las murallas de las ciudades mesopotámicas tuvieron también el relejo de la importancia de tener presente la naturaleza en las obras arquitectónicas, siendo muy distintiva la puerta de Ishtar en Babilonia, donde se representan dragones, toros y grifos como elementos de protección y reflejo de sus prácticas ganaderas.

García Ormaechea (2011) expone la interacción del hombre con la naturaleza en la decoración rupestre primitiva de las paredes de las cuevas religiosas de la cultura india, más adelante, cuando se incluyó la talla de piedra en la decoración de las mismas, el carácter religioso encontrado en la decoración está acompañado por motivos florales y la representación de animales sagrados para los habitantes de este territorio, como es el caso de los elefantes representados en los frescos de las cuevas de Ajanta en India. Para Cole (2005), en la stupas se observó

también reflejada la naturaleza en la decoración, en las stambhas tempranas el collarín estaba ornamentado con madreSelva, más adelante, encima de estas se elaboraban capiteles de tipo persa con tallas de caballos y elefantes montados por figuras humanas. Como refiere Yoshiaki (2009), la flora estuvo plasmada en la decoración interior y la fauna en la entrada de sus edificaciones religiosas, como símbolo de protección; en los santuarios japoneses se observan los komainu o guardianes que están situados a la entrada del santuario en una pareja de leones, perros, zorros, las esculturas de estos animales tenían un ojo abierto y otro cerrado, que significa el inicio y el fin en el universo.

Cambiando de continente, al analizar la influencia de la naturaleza en arquitectura de las civilizaciones precolombinas, Navarro (2008), encuentra la importancia de los animales como representación de sus dioses en sus edificaciones religiosas como es el caso de la serpiente emplumada quetzatlcoal para las culturas azteca y tolteca, adorada en el templo de quetzatlcoal en Teotihuacán; para la cultura maya era Kukulcán, evidenciada en Chichén Itzá, entre otros asentamientos de esta cultura mesoamericana

En otro orden de ideas, Ortega Andrade (1993), refiere la influencia que las formas de la naturaleza tuvieron sobre las civilizaciones griegas y romanas se observan de manera directa en las fachadas de los templos. En el capitel de las este capitel, presentaba un ramillete o canasta de hojas de acanto. Historia National Geographic (s.f), afirma que, en los frisos dóricos, jónicos y corintios, se observan figuras naturalistas, observados entre otros. en los templos de la concordia, templo de Zeus olímpico y el erección de la acrópolis de Atenas

En la arquitectura románica, Abad (2003) evidencia

que la ornamentación se basa en motivos religiosos, pero en el interior de las edificaciones del primer románico se encuentran columnas con capitales con motivos naturistas y teriomórficas. En la segunda etapa de románico o románico pleno las impostas, capiteles, aleros y especialmente las portadas se cubrieron de motivos decorativos, tanto de carácter geométrico, vegetal o floral, como especialmente figurados.

Liaño et al (2003), ilustra la interacción de la arquitectura gótica, es importante nombrar la hoja de cardo y más motivos florales como elemento decorativo de los capiteles de las columnas y demás adornos de los interiores de las catedrales de este estilo como por ejemplo las tracerías y las galerías; las ventanas de las edificaciones de orden religioso y doméstico tenían la misma moldura con elementos de flora.

Entrando a la edad moderna, Müller et al (2007), enuncia que la arquitectura renacentista tuvo influencia de los órdenes clásicos, aunque sus columnas se adosaron al muro perdiendo su labor estructural y se convirtieron en elemento decorativo. Müller (1985) denota la utilización desde el tiempo medieval pasando por renacimiento, el barroco y el rococó del motivo a candelieri, adornado con motivos vegetales. Si existió una tendencia que llevo la ornamentación en la arquitectura en su máxima expresión fue en el barroco; como expresa Cavrino (2011), donde se desarrollaba el principio horror vacui, esta tendencia no podía dejar atrás los motivos naturalistas en su vasto desarrollo de decoración tanto exterior como interior. Fernández (2015) enuncia que era apreciada fundamentalmente en la evolución de los motivos vegetales en forma de roleos y hojarasca, que triunfará plenamente en la llamada hoja canesca. Citando lo encontrado en enciclopedia de historia (s.f.) la influencia rococó

proviene de un tipo de ornamentación común en la época, llamada rocaille, que está formada por conchas marinas, caracoles y rocas asimétricas, fantásticas y curvilíneas.

Estableciendo la presencia de la naturaleza en la arquitectura de la edad contemporánea y su nivel de interacción, Euclides 59 (s, f), expone que la arquitectura de hierro y de cristal solo la tuvo en cuenta para decoraciones interiores en forja con motivos naturalistas.

La naturaleza imitada en su forma y función para la creación arquitectónica – primer y segundo nivel biomimético

Desde el periodo neolítico el hombre ya toma características de la naturaleza para edificar inspirándose en la forma y la función, lo que se podría entender como las primeras expresiones de la biomimesis de manera empírica y sensorial; como afirma García (2012), manifestaciones como los dólmenes que son elementos arquitectónicos conformados por pilares que se apoyan sobre vigas que forman el techo, a veces cubiertos de tierra; se debe nombrar que asemejan las montañas, de esta manera, inicia la primera imitación de la forma de las naturales en las construcciones realizadas por el hombre. Por otro lado, como asevera Vázquez de la Hoz (1996) los zigurats son la máxima representación de la arquitectura mesopotámica desarrollada en el año 3000 ac; para los sumerios estos edificios religiosos eran la morada de los dioses y basados en la creencia que ellos vivían en las montañas, estas construcciones estaban inspiradas en su forma natural y se definían como, el principio de la creación y la casa de los cimientos del Cielo y la Tierra. La representación de la naturaleza en los asirios se puede identificar en la puerta principal del palacio del rey Sargón, que tenía una entrada con arco y

una característica cresta escalonada que simbolizaba las montañas sagradas.

Respecto a lo observado de la arquitectura celta, Lozano Crespo (2001) destaca que en el periodo Hallstat, fueron creadores de las “Urnas” para sus enterramientos, con una clara analogía formal con los capullos de animales como las mariposas, avispas alfareras y una analogía conceptual como objeto mediante el cual pasar a otro estado de existencia.

Para Fierro Playero (2005) las cuevas de la arquitectura india corresponden con el concepto de naturaleza elemental, no creada, que se asocia a una de las características fundamentales de la espiritualidad india. Simbólicamente se relaciona con el útero de la madre tierra, cuya oscuridad y vacío precedieron al Ser manifestado y también se le otorga un imaginario parangón con la cavidad cardiaca, el lugar donde reside la divinidad, así mismo simboliza el descenso del hombre a las profundidades de su propio ser. Ahora, arquitectura China Antigua (s.f) afirma que las características de la naturaleza en los edificios de esa civilización se ven reflejadas en el techo de las pagodas que tiene forma algo similar a la cima de una montaña, con picos y niveles; los antiguos chinos no inventaron el techo de pagoda, este diseño de techo llegó a la antigua China desde la India a través de la Ruta de la Seda durante los tiempos de Han, y fue un éxito instantáneo.

Teniendo en cuenta a de Mattos (2002), el Art Nouveau es resultado de la búsqueda de una síntesis de dos necesidades en apariencia opuestas: la inspiración naturalista y una forma ornamental de eficacia visual. demuestra a través del uso de motivos florales, zoomórficos y vegetales; como explica Hernández (2016), no solamente este arte tomó la naturaleza como elementos decorativos, sino que incursionó en las formas orgánicas y en la represent-

ación normal de la naturaleza para dar movimientos a sus edificaciones; expuesto en lugares increíbles (s.f), el claro ejemplo de esta aplicación natural es evidente en el templo expiatorio de la sagrada familia en Barcelona, donde el gran arquitecto Gaudí quiso recrear el bosque y los árboles a través de sus columnas que se dividen en lo arto para sostener las bóvedas, imita las formas de las ramas y los troncos de los árboles con su forma helicoidal.

Mas adelante, Pfeiffer (1995) expone que la arquitectura organicista muestra la imitación de la naturaleza en la famosa obra la casa de la cascada de Frank Lloyd Wright, donde sus grandes elementos horizontales son inspirados en las ramas de los árboles, lo cuál utilizó el arquitecto para estar acorde al entorno inmediato de la obra, es decir para convertir la vivienda en un árbol más de ese bosque.

La bioarquitectura se dice que estaba presente desde los primeros asentamientos humanos, y nace de la necesidad de hacer arquitectura sostenible a incorporando diferentes factores como la tipología de materiales, la utilización de energías alternativas, todo en función del confort y la salud humana. Haciendo caso a las palabras de Beltrán. Beltrán (2007), los sistemas como el bahareque de tradición indígena, la tapia y el adobe que, combinados con materiales como piedra y madera, se constituyen en la base material de la parte del patrimonio cultural en muchas zonas geográficas mundiales, esta arquitectura vernácula también puede aplicar a este tipo de inspiración arquitectónica. Aunque existen más definiciones y aplicaciones de bioarquitectura, como lo expuesto por Senosiain (2013) quien dice que esta disciplina está basada en el mundo de las analogías en arquitectura, a su vez, está repleto de referencias a las formas y las funciones biológicas; lo orgánico arquitectónico aparece bajo una configuración fitomorfa, zoomorfa y antropomorfa, según

el papel mítico o simbólico que la cultura productora les asigna a las plantas, los animales o el hombre, un ejemplo claro de esta tendencia es la casa caracol donde se observa claramente la analogía de dicho animal en la edificación, también catalogada por algunos como ejemplo de arquitectura orgánica por su sinuosidad. Otro exponente de esta arquitectura basada en las formas animales y humanas es el arquitecto español Santiago Calatrava quien ha realizado obras como el puente del Alamillo y viaducto de la Cartuja, como opina Jodidio (2006), los bocetos de esta obra muestran la identificación estructural que hace el arquitecto del cuerpo humano y la relación con sus diseños basados en las diferentes posiciones del cuerpo humano.

La arquitectura abordada desde la naturaleza molecular- 3 nivel de biomímesis

La nanoarquitectura toma un papel fundamental cuando se habla del 3 nivel de la biomímesis al emular, analizar e imitar la naturaleza a nivel molecular, como presenta IES Aquis Celenis (s. f) esta incidencia tiene que ver especialmente, con la estructura y el comportamiento de los materiales, este tipo de adelantos hacen posible otras tendencias como la domótica obtiene diversidad de materiales para lograr su objetivo de confort en una edificación. La iglesia de Jubileo construida en el 2003, está erigida con hormigón modificado que permite limpiarse sola, además limpia el aire del entorno inmediato de la contaminación del medio. Construible (s. f) presenta el proyecto con estructura autoportantes que imitan la composición del tronco de un árbol; además permite que el edificio se acomoda de acuerdo a la ventilación y a la posición del sol, es decir, se adapta al clima para recrear el confort térmico en la edificación. Esta tecnología que esta en pleno desarrollo, muestra como el hombre realmente quiere entender a profundidad el funcionamiento de la

naturaleza y la acepta como una maestra innegable del diseño arquitectónico.

Metodología. Este estudio es de tipo descriptivo, cuyo enfoque es cualitativo, se basa en el análisis de documentos de historia de la arquitectura, artículos académicos, tesis de doctorados y páginas web. Se pretende con esta revisión documental identificar la influencia de la naturaleza en la arquitectura y las diversas cualidades de intervención, ya sea de inspiración en la forma y función a diferentes niveles o como ornamentación de los edificios, tomando como población de análisis el hombre en su desarrollo a través de las numerosas civilizaciones y tendencias, que han arrojado lenguajes arquitectónicos que dan respuesta a los fenómenos sociales que han afrontado en su recorrido por todos los siglos de vida en la tierra.

Resultados. La naturaleza estuvo presente como elemento decorativo desde las pinturas rupestres en las cuevas desde la edad de piedra representando las actividades de cacería del hombre primitivo, como también en las cuevas de la India antigua; en china la furia del dragón se encontraba representado en las puertas falsas de las ciudades y los mayas y aztecas no podían ser la excepción con su adoración a la serpiente emplumada referenciada en múltiples edificaciones de estas civilizaciones. Los murales en civilizaciones como la mesopotámica y la Inca fueron utilizados para la representación de la fauna. La flor de loto fue motivo de inspiración para las civilizaciones egipcia, babilónica, chinas y japonesa. Una gran parte de las civilizaciones antiguas y de la arquitectura moderna tuvo a la naturaleza plasmada de diversas formas en sus capiteles y columnas; por otro lado, la arquitectura del renacimiento usaba motivos florales en los capiteles de las columnas de sus templos. La arquitectura de hierro y cristal uso en algunos edificios ornamentación nat-

uralista

Abordando la aplicabilidad de la biomímesis en la arquitectura en cuanto a la imitación de la forma y la función desde la antigüedad es evidente este ejercicio de manera empírica, observable en la imitación de las montañas de los sumerios y la significación de los techos de las pagodas. Es importante destacar la analogía de procesos de las mariposas que utilizaron los celtas para las urnas y el movimiento en las edificaciones, inspirado en la naturaleza aplicado en el art Nouveau.

En una época más reciente, la arquitectura indígena y la vernácula aplicó principios de aprovechamiento del entorno natural en busca de la sostenibilidad, y la emulación del funcionamiento a nivel general y la nanoarquitectura a nivel molecular de la naturaleza demuestran que la naturaleza debe ser un punto de partida primordial en las concepciones arquitectónicas.

Discusión. La biomímesis nació como disciplina en la década de los 90's de la mano de la bióloga Janine Benyus; como afirma Riechmann (2003), inicialmente se aplicó dentro de disciplinas como la robótica, las ciencias de materiales, o la investigación cosmética, con un sentido muy restringido. La idea entre los investigadores de tales disciplinas ha sido más la imitación de organismos (o partes de éstos) que la imitación de ecosistemas (sin embargo, éste último es el objetivo que se ha planteado). Como indica Blanco (2018), más adelante se empezaron a evidenciar claros ejm dentro de la línea de transportes como el famoso tren bala inspirado en el pico del martín pescador y la línea textil donde se encuentran ejemplos como el vestido de baño inspirado en la piel del tiburón textil. En la arquitectura, la biomímesis dentro de la disciplina arquitectónica ha tenido un desarrollo aplicado

en proyectos como el Eastgate Building Harare en África, afirma Turner et al (citado en Moreno de Luca et al, 2012, 80-82), imita los principios básicos de termorregulación de una especie de termita africana. Como expone Huerta de Fernando (2017), otro de los múltiples ejemplos que hay en la actualidad es el pabellón de investigación 2015-2016, de la universidad de Stuttgart, el desarrollo del Pabellón se caracteriza por una estrategia de diseño basada en la investigación de las estructuras de placa segmentadas naturales, vinculada a nuevos métodos de fabricación robóticos, para coser las finas piezas de madera laminada. La conexión de las placas rígidas a través de elementos fibrosos, que posee el erizo de mar, es la característica que se ha tratado de replicar en esta construcción, donde, a través de textiles, se conectan los segmentos de madera, generando una estructura ligera pero rígida. Otro de los principios biológicos aplicados es la introducción de un sistema de doble capa, similar a la estructura de crecimiento secundaria en los erizos.

Con base en los diferentes textos de los artículos y libros analizados para este artículo, se puede afirmar que la imitación de la naturaleza para las obras arquitectónicas ha estado en la humanidad de manera empírica por denominarlo de alguna manera y no desde finales del siglo XX cuando se empezó a reconocer el término biomímesis. Se traen a colación de la arquitectura desde la edad antigua para demostrar esta afirmación, los zigurats y las pagodas que tuvieron inspiración en las formas de las montañas por motivos sagrados, las urnas celtas que se basaron en el proceso de metamorfosis de la mariposa y las cuevas indias que asemejan el vientre materno de la madre tierra. En la época moderna autores como Salas Mirat et al (2018), hacen notar expresiones de Antonio Gaudí que expresaban su gran papel como precursor de la sostenibilidad y

la biomimética en la arquitectura; frases como “el arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos” confirman la posición tan naturalista del arquitecto, décadas atrás del nacimiento del concepto biomímesis. Frank Lloyd Wright como se mencionó con anterioridad convirtió la casa de la cascada en otro árbol del bosque, con sus voladizos representando sus extensas ramas, de esta manera se comprueba que la biomímesis como ejercicio ha estado en las creaciones arquitectónicas desde antes de su creación como definición de imitación de la naturaleza.

Conclusiones. De acuerdo al análisis realizado es importante tener en cuenta como los 3 niveles de influencia que ha tenido la biomímesis en la arquitectura han incidido en diferentes civilizaciones en algunas ocasiones al mismo tiempo y algunas civilizaciones han tenido 2 niveles inmersos en la herencia arquitectónica legada a la humanidad.

Se puede concluir que el nivel primero y segundo de la imitación de la naturaleza, tuvieron presencia en la historia de la arquitectura desde el hombre primitivo de manera empírica y se sigue desarrollando en la actualidad, mientras que el tercer nivel va acompañado del desarrollo de la tecnología propia del siglo XXI.

Cabe anotar que hubo siglos de total negación a la imitación de la naturaleza como elemento inspirador, en cambio, estuvo presente como elemento decorativo.

Es preciso aseverar que la naturaleza ha estado de diferentes formas tomando partido en toda la historia de la arquitectura.

Es necesario seguir identificando y aplicando las diferentes tendencias que nos llevan a descubrir la

sabiduría de la naturaleza.

Referencias.

Abad, Concepción y Miguel Cortés Arrese. 2003. El arte románico y bizantino. Madrid: Dastin Export.

Alegre Carvajal, Esther. 2007. Edificios en la arquitectura egipcia. En Edificios de la arquitectura antigua, Esther Alegre Carvajal y Consuelo Gómez López, 27-28. Madrid: Universidad Nacional de educación a distancia.

Beltrán-Beltrán, Lina Constanza. 2007. La tradición cultural de los sistemas constructivos en tierra en Iberoamérica. Apuntes: revista de estudios sobre patrimonio cultural vol.20 no.2 (julio-diciembre, 2007) 1-3

Blanco, Lidia. 2018. Diseños del natural. La infinita biblioteca de la diversidad biológica acelerará la capacidad de la Biomimética. Revista Naturalmente 19 (septiembre 2018), 17-19.

Blog 101 lugares increíbles, El templo que imita la estructura de un bosque (Sagrada Familia, Barcelona). <https://viajes.101lugaresincreibles.com/templo-imita-la-estructura-bosque-sagrada-familia-barcelona/> (consultado el 23 de abril de 2021)

Blog IES Aquis Celenis. La nanoarquitectura. <http://ies.aquiscelenis.climantica.org/2012/06/17/la-nanoarquitectura/> (consultado el 29 de abril de 2021)

Cole, Emily ed. 2005. La gramática de la arquitectura. Madrid: Lisma Ediciones, S. L

Construible.es. Los Edificios con Arquitectu-

ra Biomimética serán una realidad antes de cinco años. <https://www.construible.es/2017/05/26/edificios-arquitectura-biomimetica-seran-realidad-cinco-anos> (consultado el 29 de abril de 2021)

China Antigua,” arquitectura china antigua”, <https://chinaantigua.com/arquitectura/> (consultada el 17 de abril de 2021)

Enciclopedia de historia. <https://enciclopediadehistoria.com/rococo> (consultado 20 abril de 2021)

Página oficial de Euclides 59, <https://euclides59.wordpress.com/2016/05/02/arquitectura-industrial-edificios-de-hierro-y-cristal/> (consultado el 22 de abril de 2021)

Fernández Marín, María Mercedes. 2015. Formas Ornamentales de la Talla en el Barroco Ecijano. Nuevas perspectivas sobre el Barroco Andaluz. Arte, Tradición, Ornato y Símbolo / coord. por María del Amor Rodríguez Miranda, 69-83.

García Atiénzar, Gabriel. 2012. La ocupación humana de la Cova d’En Pardo y la construcción de un paisaje de montaña en el ámbito centro meridional valenciano. 257-270. En: Cova d’En Pardo: arqueología en la memoria: excavaciones de M. Taradell, V. Pascual y E. Llobregat (1961-1965), catálogo de materiales del Museo de Alcoy y estudios a partir de las campañas del MARQ (1993-2007) en la cavidad de Planes, Alicante / Jorge A. Soler Díaz, coord. Alicante: Fundación C.V. MARQ; Alcoy: Ayuntamiento de Alcoi. ISBN 978-84-89136-74-8.

García Ormaechea, Carmen. 2011. Ajanta, un museo natural en India, anales de historia de arte (junio): 44.

Historia National Geographic. Dórico, jónico y corintio, los tres órdenes griegos. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/dorico-jonico-y-corintio-tres-ordenes-griegos_12757 (consultado el 16 de abril de 2021).

Jodidio, Philip. 2006. Calatrava. Koln: editorial Taschen.

Liaño, Emma y Marisa Melero Moneo. 2003. El arte gótico. Madrid: Dastin Export.

Lozano Crespo, Pedro María. 2001. El diseño natural aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. Tesis para la obtención del grado de doctor en bellas artes, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Marzahn, Joachim. 1993. La Puerta de Ishtar en Babilonia. 798. (Berlín: Staatliche Museem zu Berlín, Museo de Próximo Oriente.

Müller, Werner y Gunther Vogel. 2007. Atlas de arquitectura 2: del románico a la actualidad. Madrid: Editorial Alianza.

Müller Profumo, Luciana. 1985. El ornamento icónico y la arquitectura 1400-1600. Madrid: Catedra.

Navarro Alexandre, Guida. 2008, El culto de Kukulcán em Chichén Itzá: manifestaciones guerreras, Interações: Cultura e Comunidade, vol. 3, núm. 4): 115-131.

Ortega Andrade, Francisco. 1993. La Construcción en Grecia (111). Revista de Edificación. RE 14 (junio 1993):1-8.

Pfeiffer, Brooks. 1995. La arquitectura orgánica. AV monografías 54 (julio-agosto 1995),19-20.

Riechmann, Jorge. 2003. Biomímesis un concepto esclarecedor, potente y persuasivo para pensar en

la sustentabilidad. El ecologista 35 (verano 2009), 28-29.

Vásquez Hoz, Ana María. 1996. Zigurats las torres que suben al cielo. Más Allá, monográfico N° 16, (marzo):134-141.

Yoshiaki, Kotera. 2009. Komainu, The Birth and Habitat Distribution of Shrine Guardian Lions, Japanese Religions, Vol. 34: 7-23.



UNIMETA

Fundada en 1985

MATRICULACIÓN

Estudiantes antiguos
y nuevos

Descuentos
hasta del
50%

Estudiantes nuevos primer semestre
Aplica términos y condiciones

- ✓ Inscripción gratis
- ✓ Seguros gratis
- ✓ Financiación directa con el 0% de interés



www.unimeta.edu.co