

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Aportes académicos y estudiantiles al ambiente desde la UNA



Editorial

Aprendizajes significativos ante una realidad compleja y cambiante

Metodologías dinámicas para la educación ambiental

Andrés Araya Araya
María Chaves Villalobos

Modelos de calidad como herramienta para el mejoramiento de la productividad de servicios académicos y de laboratorio

Sherryl Campos Morales
Natalia Villalobos León

Gobernanza y gestión del servicio de agua en Heredia: consideraciones para su mejora

María Álvarez Jiménez
Rónald Miranda Chavarria

Monitoreo y reporte de captura de carbono en plantaciones de bambú *Guadua angustifolia*

Kunth en Costa Rica
Michael Córdoba Alvarado

Muestreo de suelo y rizosfera para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares asociados naturalmente a la especie caoba

Wendy González González
Carlos Ávila Arias
Orlando Chinchilla Mora

Alternativas para la exportación a Centroamérica y Estados Unidos de productos elaborados con cosechas intermedias de caoba

Katherine Arauz Villanueva
María Fernanda Zúñiga Méndez
Carlos Ávila Arias
Orlando Chinchilla Mora

Análisis del ciclo de vida ambiental de la producción de leche de cabra en una pequeña empresa láctea en Costa Rica

Melissa Ximena Solórzano Araya

Caracterización de la contaminación por ruido del casco central de San Rafael de Heredia, Costa Rica

Valeria Leitón Álvarez

Propuesta de manual de procedimientos sobre delitos ambientales para el Ministerio de Seguridad Pública

Diana Paola Alvarado Fernández

SECCIÓN ACTUALIDAD LEGAL

Parques Naturales Urbanos: Nueva categoría de manejo de áreas silvestres protegidas en Costa Rica

María Virginia Cajiao

Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Aportes académicos y estudiantiles al ambiente desde la UNA



Editor en Jefe: Sergio A. Molina-Murillo

Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Luis Poveda

Asistencia y administración: Nancy Centeno Espinoza.

Diseño, diagramación e impresión:

Programa de Publicaciones, UNA

Fotografía de portada: Edificio Vicerrectorías Académicas. Fotografía: UNA, Campus.

Apartado postal: 86-3000, Costa Rica

Correo electrónico: ambientico@una.ac.cr

Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

La revista *Ambientico* es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. Aunque la mayoría de los artículos de la revista *Ambientico* son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas.



Sumario

Editorial	2
Aprendizajes significativos ante una realidad compleja y cambiante	
Metodologías dinámicas para la educación ambiental	4
Andrés Araya Araya María Chaves Villalobos	
Modelos de calidad como herramienta para el mejoramiento de la productividad de servicios académicos y de laboratorio	13
Sherryll Campos Morales Natalia Villalobos León	
Gobernanza y gestión del servicio de agua en Heredia: consideraciones para su mejora	18
María Álvarez Jiménez Ronald Miranda Chavarría	
Monitoreo y reporte de captura de carbono en plantaciones de bambú <i>Guadua angustifolia</i> Kunth en Costa Rica	24
Michael Córdoba Alvarado	
Muestreo de suelo y rizosfera para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares asociados naturalmente a la especie caoba	30
Wendy González González Carlos Ávila Arias Orlando Chinchilla Mora	
Alternativas para la exportación a Centroamérica y Estados Unidos de productos elaborados con cosechas intermedias de caoba	35
Katherine Arauz Villanueva María Fernanda Zúñiga Méndez Carlos Ávila Arias Orlando Chinchilla Mora	
Análisis del ciclo de vida ambiental de la producción de leche de cabra en una pequeña empresa láctea en Costa Rica	42
Melissa Ximena Solórzano Araya	
Caracterización de la contaminación por ruido del casco central de San Rafael de Heredia, Costa Rica	49
Valeria Leitón Álvarez	
Propuesta de manual de procedimientos sobre delitos ambientales para el Ministerio de Seguridad Pública	57
Diana Paola Alvarado Fernández	
SECCIÓN ACTUALIDAD LEGAL	
Parques Naturales Urbanos: Nueva categoría de manejo de áreas silvestres protegidas en Costa Rica	63
María Virginia Cajiao	
Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico	66

Aprendizajes significativos ante una realidad compleja y cambiante

En este número de la Revista Ambientico, les presentamos artículos que reflejan parte del quehacer del personal experto de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, pero en particular, algunos artículos producidos por estudiantes resultado de sus prácticas profesionales. Estas prácticas fueron apoyadas por el equipo docente y profesionales de organizaciones colaboradoras, a pesar de las restricciones provocadas por la pandemia.

La Escuela de Ciencias Ambientales tiene como su fundamento la graduación de ingenieros e ingenieras en Gestión Ambiental y Ciencias Forestales. Sabemos que, hoy más que nunca, requerimos de personas profesionales que estén conectadas con la compleja y cambiante realidad, de manera que aporten a la solución de los problemas y a la maximización de oportunidades que tiene nuestro país y la región. Por tanto, nuestro equipo docente especialista en ecología, hidrología, química, ingeniería ambiental, forestal, en administración, economía, derecho y otras disciplinas, se ha destacado por capacitar a nuevos profesionales con excelencia, al tiempo que entender, evaluar y monitorear la calidad del ambiente, producir investigaciones, empoderar personas de las comunidades, buscar soluciones en instituciones y empresas, e impulsar políticas públicas para salvaguardar o mejorar la calidad del ambiente en Costa Rica.

Partiendo del modelo pedagógico de la Universidad Nacional, se reconoce que el estudiantado construya sus

aprendizajes a partir del conocimiento y experiencias previamente adquiridas para generar un aprendizaje significativo. Para esto, se desarrollan actividades académicas con la finalidad de crear una interacción que permita anclar los nuevos conocimientos con los ya existentes, propiciando en el estudiantado actividades auténticas, es decir, que tengan significado para el entendimiento y solución de necesidades propias de su realidad profesional.

Siendo que las prácticas profesionales suelen ser un primer paso con el mercado laboral, esperamos continuar cooperando de la mano con múltiples organizaciones públicas y privadas. Esto permite a los futuros profesionales desarrollar múltiples habilidades de trabajo y aplicar sus conocimientos, pero además generar valiosos aportes a las organizaciones anfitrionas en áreas específicas.



Estudiante tomando notas en el campo. Fotografía: Sergio Molina-Murillo.



Académico Universidad
Técnica Nacional
(aaraya@utn.ac.cr)

Metodologías dinámicas para la educación ambiental

Andrés Araya Araya
María Chaves Villalobos



Académica Universidad
Nacional(maria.chaves.villalobos@una.ac.cr)

«Los niños y niñas no juegan para aprender,
pero aprenden porque juegan».
Jean Piaget

Por educación se entiende un proceso de desarrollo socio-cultural continuo, en donde se impulsa el desarrollo de las capacidades y las estructuras cognitivas de los individuos a lo largo de toda la vida (Álvarez, citado por Martínez, 2010).

Existen distintos procesos educativos. La *educación ambiental* (EA) propone una alternativa real para la construcción de soluciones a los retos que plantea la necesidad de tener un equilibrio ecológico, en donde los seres humanos puedan desarrollarse en un entorno sano (Guzmán, citado por Martínez, 2010). “La educación ambiental debe generar cambios en la calidad de vida, en la conducta personal y en las relaciones humanas, que lleven a la solidaridad y el cuidado hacia todas las formas de vida y el planeta” (Febres y Florián, citado por Martínez, 2010).

Este equilibrio ecológico se ha perdido. En el mundo se generan anualmente 2 010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales y, al menos el 33 % de ellos no es tratado (Bhada-Tata *et al.*, 2018). Según el “Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de 1.5 °C”, se estima que las actividades humanas ya han causado un 1.0 °C de

calentamiento global respecto a los niveles preindustriales. Las pérdidas económicas récord ocasionadas por desastres asociados al clima en el 2017, altas temperaturas, olas de calor e incendios forestales en el 2018 se combinan para respaldar una poderosa necesidad de adaptarse al Cambio Climático (UNEP, 2019).

Costa Rica no escapa de esta realidad. Se puede sumar a esos retos globales la deficiente planificación territorial, pues para el 2019 solo 40 de los 82 cantones contaban con un plan regulador vigente y la mitad de estos fueron aprobados antes del año 2000. En el tema del saneamiento de las aguas residuales, el 22.9 % de la población está conectada a un sistema de alcantarillado, de ese porcentaje sólo el 14 % cuenta con un tratamiento adecuado (para excretas y aguas jabonosas), el 75.4 % de la población usa tanques sépticos para el manejo de sus excretas, el 1.4 % usa letrinas y el 0.3 % realiza defecación al aire libre (Estado de la Nación, 2019).

Para la atención de estos problemas, Costa Rica entre los años 1987 y 1988 inicia formalmente la EA a nivel institucional con el Plan Maestro de EA, que establece por decreto la creación de la Comisión de EA (CONEA), posteriormente se fueron desarrollando otras acciones alineadas a los compromisos adquiridos por el país en foros internacionales como la Cumbre de la Tierra de 1992. A lo largo del tiempo se creó el Plan Nacional de EA coordinado por el SINAC-MINAE y se ha promovido incorporar la dimensión ambiental en los currículos de los diferentes

niveles de enseñanza de la educación formal (Guier *et al.*, 2004). Actualmente, aunque no existe una ley general de EA en Costa Rica, La ley Orgánica del Ambiente (1995) en sus artículos 12,13 y 14 establece los fines de la EA, su impulso en los niveles de la educación formal y no formal, así como la participación de medios de comunicación colectiva en la formación de una cultura ambiental entre los habitantes. Otro ejemplo en la normativa es el Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S (2007), Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos, el cual en su artículo 9, inciso *e* indica que se destinará hasta un 5 % del monto recaudado para actividades de EA dirigidas a la población y demás usuarios del agua.

La educación tradicional en materia de ambiente no logra calar totalmente en la generación de conciencia, pues se basa frecuentemente en la magistralidad como metodología de enseñanza, está cargada de monotonía, le faltan de recursos, tiene poco movimiento y a los estudiantes ordenados en filas y columnas. “Se le relaciona con una enseñanza pasiva y se la contrapone a la clase activa, donde los profesores actúan como conferencistas y las personas estudiantes como sujetos pasivos. Siendo un método expositivo que se enfoca en la transmisión del conocimiento” (Elgueta y Palma, 2014).

Entonces, surge la pregunta ¿cómo lograr de una forma diferente y divertida que las personas cambien de actitud y comportamiento frente a los retos ambientales a los

que se enfrentan aplicando puentes adecuados para mediar el conocimiento?

“La *Mediación Pedagógica* busca que los aprendizajes se conviertan en experiencias placenteras, significativas, novedosas y requeridas como aprendientes. Esto demanda cambiar el énfasis y la dirección del actuar, para lograr aprendizajes integrales y con sentido” (Abarca, 2012). Es lo que se conoce como *Aprender haciendo* una acción transformadora mental y conductualmente.

¿Será la solución volver a lo simple y sencillo de dibujar, colorear, recortar, tocar la tierra y jugar en equipo junto a otras personas? La [UNESCO \(2020\)](#) promueve el empoderamiento de las personas para que cambien su manera de pensar y trabajar hacia un futuro sostenible, transformar la sociedad al reorientar la educación y ayudar a las personas en el desarrollo de conocimientos, habilidades, valores y comportamientos. En atención a esta necesidad existente, el Municipio de *Lahr*, (localizado en el estado de *Baden-Wurtemberg*) en Alemania dentro del marco de la hermandad que mantiene con la Municipalidad de Alajuela, puso a disposición fondos para la creación de un proyecto de EA novedoso, cuya metodología debía ser innovadora, práctica y diseñada para sensibilizar a las personas participantes.

A pesar de que esta hermandad existía desde hace más de diez años, hasta el 2016, se comenzó a trabajar en el objetivo de EA como medio de protección de las nacientes de agua para consumo humano

del cantón central de Alajuela; cumplir esta meta fue posible a través de la iniciativa de 50 cooperaciones municipales para el clima de *Engagement Global*.

Durante los años 2016, 2017 y parte de 2018 la Universidad Nacional (UNA) representada por el programa Horizontes Ambientales del Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO) y la Universidad Técnica Nacional (UTN) a través del Subprograma de Gestión Integrada del Recurso Hídrico del Programa de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible (PROGADS) trabajaron de la mano con sus investigadores y crearon los materiales necesarios para cumplir con el reto de innovación que la metodología mencionada exigía. Además, dieron seguimiento al desarrollo y producción artística para la diagramación de los materiales.

A lo largo de los intercambios que se dieron en el 2016 con los cooperantes, se estableció que la línea de trabajo de la EA debía limitarse a seis temas principales, a saber: bosque, biodiversidad, paisaje, ser humano, usos del agua y contaminación; si estos temas se analizaran de forma gráfica no serían más que el recorrido de una cuenca, como se observa en la **Figura 1**.

Se realizaron talleres con una duración de 24 horas, equivalentes a tres días de trabajo. Durante ese tiempo, la persona participante logra adquirir los conocimientos y herramientas para sensibilizar a las distintas poblaciones con las que trabaja, al mismo tiempo ella misma se sensibiliza durante el proceso de aprendizaje. La meta inicial de estos talleres era formar a



Figura 1. Mapa interactivo (herramienta digital) para realizar la lectura del cuento “Los viajes de *Go-tica* y *Tropfi*: La Historia de dos gotas de agua” con el apoyo de los títeres. Fuente: Araya y Chaves.

75 personas impulsoras del cambio y que éstas a su vez tuvieron un impacto sobre un mínimo de 10 personas por participante con la modalidad de *informar* sobre acciones de EA. Esta réplica fue parte de la evaluación del curso; como meta al final del proceso se proyectaron 750 personas informadas y 75 formadas.

La metodología fue uno de los retos más grandes del proyecto. Se exploraron otras formas de aprender que ni los propios diseñadores de los materiales habían experimentado. Se trata de que los aprendizajes puedan obtenerse con todo el cuerpo a través del movimiento y no sólo con la cabeza y las manos como

la magistralidad lo ha impuesto. Para lograrlo, se compilaron y desarrollaron actividades didácticas que promueven el juego, la creatividad y la curiosidad científica, una de las características es que los facilitadores del taller no indican lo correcto o incorrecto, más bien, la dinámica llevaba a la reflexión de cada persona y a elaborar criterio propio.

Otro de los retos que supuso la creación de los materiales, es que estos debían funcionar tanto para la población de Alemania como para la de Costa Rica; partiendo de que las diferencias existentes entre ambos países como: el idioma, las condiciones climáticas, el estado de

desarrollo socioeconómico, los retos ambientales y principalmente que las formas de aprender varían significativamente, se descubrió que ambos mantenían *el juego* como medio de aprendizaje, pues el cuerpo y el movimiento tienen su forma de comunicarse universalmente.

La riqueza de los talleres radica en una población participante diversa; donde los diferentes perfiles pueden trabajar de forma colaborativa para resolver y aplicar las dinámicas propuestas. La siguiente lista reúne los perfiles de las personas convocadas a los talleres ejecutados:

- Funcionarios de instituciones como MINAE, Ministerio de Salud, Municipalidad de Alajuela, ICE, Mutual Alajuela, Banco Nacional, Universidad Nacional.
- Docentes de escuelas primarias participantes del Programa Bandera Azul del cantón central de Alajuela
- Gestores comunitarios del agua de Alajuela (ASADAS)
- Estudiantes universitarios (UNA-UTN)
- Gestores y educadores ambientales de la zona
- Líderes comunales
- Trabajadores de empresas privadas y universidades públicas

Gracias a la excelente respuesta obtenida por parte de los participantes del 2018, la Municipalidad de Alajuela consideró conveniente replicar el taller durante el 2019, nuevamente se utilizaron

estos materiales y la metodología para la cual fueron construidos.

A cada facilitador formado se le entregó una caja de herramientas con los materiales diseñados y confeccionados para el proyecto:

- Libro de cuento “Los viajes de *Go-tica* y *Tropfi*: La Historia de dos gotas de agua”
- La Guía de EA con la descripción de las actividades lúdicas
- Juego de tarjetas de memoria con los personajes del cuento
- Láminas didácticas con los personajes y especies naturales que se mencionan en el cuento
- Láminas didácticas con información técnica de los temas del hilo conductor
- Juego de títeres en tela (*Go-tica*, *Tropfi* y *CC*)
- Mapa interactivo en formato *Power Point*

Las fotografías de los materiales se muestran en las **Figuras 2, 3, 4 y 5**.

Se elaboraron tres títeres de tela, para representar a los personajes principales de la historia del viaje de dos gotas: uno para *Go-tica*, uno para *Tropfi* y otro para el villano de las historias cambio climático (**Figura 6**); el objetivo de este y otro material (**Figura 7**) fue proveer a los facilitadores con una forma de contar la historia atractiva a niños, niñas y jóvenes en diferentes estatus sociales,

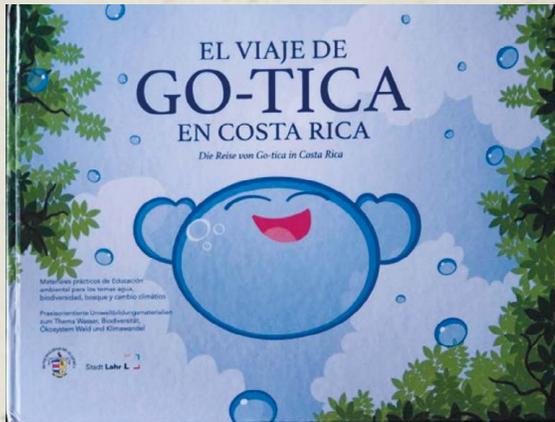


Figura 2. Libro El viaje de dos Gotas de agua (porta-historia de Costa Rica). Fotografía: Maria Chaves.

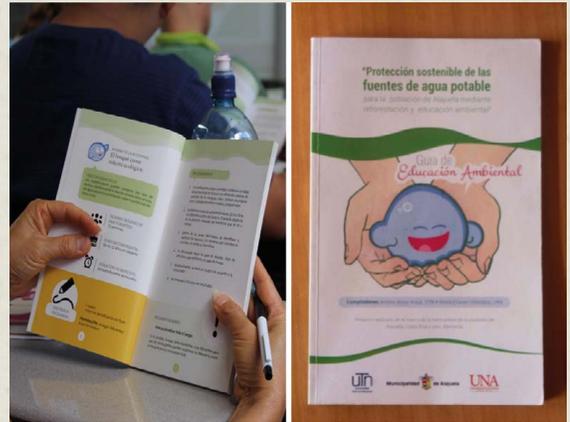


Figura 3. Guía de EA del proyecto. Fotografía: Maria Chaves.



Figura 4. Ejemplos de láminas didácticas elaboradas. Fuente: Araya y Chaves.



Figura 5. Juego de mesa del proyecto. Fotografías: Maria Chaves.



Figura 6. Títeres elaborados para el desarrollo del proyecto de EA. Fotografía: Maria Chaves.



Figura 7. Materiales de la caja de herramientas. Fotografía: Maria Chaves.

incluidos los de zonas que no tenga acceso a electricidad.

Muchas de las personas al principio tuvieron cierta resistencia a la participación lúdica, ya que es una metodología poco utilizada y disruptiva. Sin embargo, observar la naturalidad con la que otros se desarrollaron generó ánimo y un involucramiento del 100 % de las personas en todas las dinámicas. Al finalizar el taller, los asistentes compartieron la experiencia vivida, e hicieron énfasis en cuanto aprendieron a través del juego, en cómo podían integrar estas actividades a su quehacer y con cuáles poblaciones se visualizaban trabajando en un futuro.

El registro fotográfico de los talleres es muy amplio, las actividades se realizaron en el campus de la UTN en Alajuela, pues se requiere un espacio adecuado para el desarrollo de las distintas actividades. En la **Figura 8** se muestran algunas fotografías de los talleres con el fin de ilustrar las metodologías participativas utilizadas.

El total de personas formadas durante el 2018 fue 78. Dentro del efecto cascada, este número logró impactar a 1 170 personas cuyas edades fueron desde los siete años hasta adultos mayores. Para el 2019, el total de personas formadas fue 26 e impactó a 536 personas informadas. Estos números demuestran que se superó ampliamente la meta inicial de 750 personas informadas por un total 1 706 personas informadas y 104 formadas en lugar de 75. En la **Figura 9** se muestran algunas fotografías enviadas por las

personas participantes en sus proyectos de réplica con los diferentes grupos meta.

Los programas de éxito de EA dependen en gran medida del nivel educativo en el que se reciba esta enseñanza. En este sentido, UNESCO (2010) “reconoce que la educación de jóvenes y adultos permite a las personas desarrollar sus capacidades, enriquecer sus conocimientos y mejorar sus competencias técnicas o profesionales”

Por esta razón, capacitar personas con disponibilidad de llevar este tipo de sensibilización a niños y jóvenes fue la meta de este proyecto. Bajo esta premisa se logró transmitir este conocimiento en forma de cascada, en donde cada persona que participó en el curso tuvo la experiencia de replicar al menos uno de los aprendizajes recibidos en otra población.

En el 2012, Flor Abarca expresaba “Ha comenzado una nueva época en la historia de la humanidad, que nos reta a encontrar nuevas visiones para nuestras vidas, nuestras relaciones con las otras personas, con la naturaleza y con toda su interdependencia”.

El resultado de esta experiencia lleva a la reflexión sobre las metodologías convencionales en las cuales, incluir las distintas formas de aprendizaje no se tomaba en cuenta. El aprendizaje corporal no es algo nuevo, ha estado presente desde los inicios de la humanidad a lo largo de los cuales el lenguaje verbal era una herramienta de comunicación incipiente. Por esto, recopilar esta experiencia es tan



Figura 8. Algunas experiencias participativas de sensibilización. Fotografías: Maria Chaves.



Figura 9. Serie de fotografías de algunos proyectos de réplica enviados por las personas participantes.

importante, ya que toca la inclusión, la diversión y el aprendizaje como resultado y contempla la relación entre los seres humanos y la naturaleza como un todo y no como dos piezas que se divorcian constantemente.

Referencias

- Abarca, F. (2012). Nuevas visiones para tiempos nuevos: Hacia aprendizajes holistas como derecho de la humanidad. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 23(2), 61-85.
- Bhada-Tata, P. Kaza, S. Van Woerden, F. Yao, L. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0.
- Decreto ejecutivo N° 33601-MINAE-S. Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales. Diario oficial de la República de Costa Rica La Gaceta N° 55, Alcance 8, 19 de marzo de 2007. Última reforma publicada el 04 de agosto del 2017.
- Elgueta, M; Palma, E. (2014). Una propuesta de clasificación de la clase magistral. *Revista chilena de derecho*. 41(3), 907-924. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372014000300006>
- Estado de la Nación. (2019). Balance del 2019 Armonía con la Naturaleza, (3). <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- Guier, E. Rodríguez, M. Zúñiga, M.(2004). Educación Ambiental en Costa Rica: tendencias evolutivas, perspectivas y desafíos. *Revista Biocenosis*, 18(1-2), 2-25. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1382>
- Ley N° 7554 Orgánica del Ambiente. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica 04 de octubre 1995.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, XIV(1), 97-111. <https://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=1941/194114419010>
- UNEP. (2019). *Programme Performance Report*. Recuperado de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27734/PPR_2018_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed
- UNESCO. (2010). Educación, juventud y desarrollo: acciones de la UNESCO en América Latina y el Caribe. Conferencia Mundial de la Juventud. Guanajuato, México. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189108_spa
- UNESCO. (2020). Educación para el Desarrollo Sostenible. <https://es.unesco.org/themes/educacion-desarrollo-sostenible>



Investigadora en la Escuela de Ciencias Ambientales (sherryl.campos.morales@una.cr)



Investigadora en la Escuela de Ciencias Ambientales (natalia.villalobos.leon@una.cr)

Modelos de calidad como herramienta para el mejoramiento de la productividad de servicios académicos y de laboratorio

Sherryl Campos Morales
Natalia Villalobos León



Un sistema de gestión es aquel que provee parámetros y controles sobre los procesos de una organización con el propósito de crear una operación normalizada de sus actividades, así como la detección de mejoras. De esta manera contribuyen a la gestión de procesos generales o específicos, a la vez que se establecen y alcanzan objetivos claramente definidos (ISOTools, 2020). Su diseño e implementación generalmente se realiza bajo modelos de calidad entre los cuales destacan aquellos gestionados bajo las normativas de la Organización Internacional de Normalización (ISO), según la necesidad detectada. La ISO junto con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) forman el sistema especializado para la normalización mundial. Su trabajo de estandarización da lugar al desarrollo de normas internacionales que atienden las distintas áreas técnicas de producción, innovación y tecnologías (ISO, 2012, 2019).

En la misma línea, los modelos de calidad son metodologías que permite a cualquier organización realizar una autoevaluación o autodiagnóstico, por medio de una revisión sistemática de sus estrategias y prácticas de gestión

con el fin de identificar acciones de mejora. Su implementación asegura la calidad del quehacer de la organización y la satisfacción de las necesidades del cliente (Moszkowitz, 2010 mencionado en Callejas *et al.*, 2017). Algunos ejemplos de las normas ISO son INTE/ISO/IEC 17020:2012, INTE/ISO/IEC 17025:2017, INTE/ISO/IEC 17024:2013, brevemente explicadas a continuación.

La norma [INTE/ISO/IEC 17020:2012](#) establece los requisitos para la competencia de los organismos que realizan inspecciones salvaguardando la imparcialidad y coherencia de sus actividades. Tiene el objetivo de promover la confianza de los resultados sobre la conformidad de los ítems inspeccionados en relación con reglamentos, normas, especificaciones, esquemas de inspección o contratos. La inspección puede afectar a todas las etapas de la vida útil de los productos, servicios, procesos o instalaciones, incluida la etapa de diseño. Tal trabajo normalmente requiere el ejercicio de un juicio profesional, en particular al evaluar la conformidad con los requisitos generales. Además, la inspección puede ser una actividad integrada en un proceso más amplio, por ejemplo, puede usarse como una actividad de vigilancia en un esquema de certificación de productos.

Por su parte la norma [INTE/ISO/IEC 17025:2017](#) establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre aquellas actividades que se realizan utilizando

métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio. Es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y los laboratorios en los que los ensayos o las calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos. En ese sentido, es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo o de calibración. Cabe mencionar, que cuando un laboratorio no realiza una o varias de las actividades contempladas en la norma, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican al laboratorio.

Asimismo, la norma [INTE/ISO/IEC 17024:2013](#) contiene los principios y requisitos para un organismo de certificación de personas, incluyendo el desarrollo y mantenimiento de un esquema de certificación de personas. De esta manera, su implementación asegura que las personas certificadas cumplen los requisitos de un esquema de certificación específico. La confianza en los esquemas de certificación de personas se logra por medio de un proceso, aceptado globalmente, de evaluación y reevaluaciones periódicas de las competencias de las personas certificadas. Esta norma permite a las personas demostrar que cuentan con los conocimientos, habilidades y aptitudes de un perfil profesional u ocupacional, a través de la evaluación



de una organización cuya competencia ha sido previamente acreditada (ISO, 2012). Además, la certificación de personas es una solución para eliminar las brechas de conocimiento entre los centros educativos, los empleadores y los profesionales. Es considerado un mecanismo eficaz para la autorregulación de nuevas profesiones, dificultando el intrusismo y el fraude (Entidad Nacional de Acreditación, 2020).

Además, de las normas ISO se destaca a nivel académico la Agencia Centroamericana de Acreditación de Postgrado (ACAP) la cual es una asociación en beneficio de la integración regional, pues su misión es dar fiabilidad pública de la calidad de la Educación Superior en Centroamérica. Para esto, ha creado un modelo de acreditación de programas de postgrado por medio del reconocimiento, promoción y mejoramiento de la calidad (ACAP, 2015). Establece un modelo de evaluación

para los programas de postgrado que desean obtener un reconocimiento público de su gestión. Para esto, se verifica el cumplimiento del conjunto de principios, criterios de calidad, requisitos estándares e indicadores establecidos por la Agencia, los cuales deberán someterse a revisión periódica y actualización permanente

(ACAP, 2015).

Para ACAP el propósito central de la acreditación es promover y estimular el continuo mejoramiento y determinar si una institución académica posee calidad a nivel general o respecto de una o más de sus carreras o programas educativos. De modo que, la institución es capaz de demostrar que progresa de manera continua y sistemática con el empleo de estrategias, procedimiento y recursos adecuados para el logro de su misión y sus objetivos, cumpliendo razonablemente con los criterios y normas de calidad establecidos (Chaves-Carballo *et al.*, 2016).

En caso de que la organización requiera de un sistema que abarque más de un modelo de calidad se tiene la oportunidad de crear un Sistema Integrado de Gestión (SIG). Estos proporcionan una estructura para llevar a cabo las actividades de producción optimizando los recursos,

proporcionando confiabilidad, y reduciendo los costos. De acuerdo a lo expuesto por Guerra (2007, mencionado en Antúnez, 2016), un SIG unifica todos los componentes de la organización en un sistema coherente, que permite el cumplimiento de su propósito y misión, enfocándose en la satisfacción de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Este consiste en la implementación de un sistema de calidad que cumple con los requisitos de dos o más modelos de calidad. El alcance de la integración del sistema se establece en función de los “stakeholders” de una organización (ISOTools, 2020).

El desarrollo de un SIG es una solución adecuada para organizaciones con múltiples servicios, pues al estar enmarcado en principios de gestión de calidad como enfoque al cliente, liderazgo, compromiso del personal, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia y gestión de las relaciones, facilita la integración de los diferentes procesos tanto de gestión como técnicos. Por lo tanto, la implementación de un SIG considerando los modelos de calidad mencionados INTE/ISO/IEC 17020:2012, INTE/ISO/IEC 17025:2017, INTE/ISO/IEC 17024:2013 y ACAP (**Figura 1**), generaría ventajas competitivas en la prestación de servicios académicos como la certificación de personas y ofertas de posgrado, así como los servicios de laboratorio incluyendo la calibración, ensayo e inspección, debido a que permite medir y controlar con eficiencia los procesos desarrollados por el personal en busca de la mejora continua.

Referencias

- Agencia Centroamericana de Acreditación de Postgrado (ACAP). (2015). *Manual de acreditación*. <https://www.acapca.org/documentos-acap>
- Callejas, M., Alarcón, A., Álvarez, A. (2017). Modelos de calidad de software, un estado del arte. *Entramado*, 13(1), 236-250.
- Chaves-Carballo, O., Rojas-Cerdas, D., Chaves-Fernández, L. (2016). Sistematización de experiencias en el proceso de acreditación del Bachillerato de Enseñanza del Inglés (BEI). *Universidad En Diálogo: Revista De Extensión*, 6(1), 111-125.
- International Organization for Standardization (ISO). (2012). Online browsing platform. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-iec:17024:ed-2:v1:es>
- International Organization for Standardization (ISO). (2019). ISO in brief. <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100007.pdf>
- INTE/ISO/IEC 17000. (2005). Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales. Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- INTE/ISO/IEC 17020. (2012). Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección. Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- INTE/ISO/IEC 17024. (2013). Requisitos generales para los organismos que realizan certificación de personas. Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- INTE/ISO/IEC 17025. (2017). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. Costa Rica: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).
- ISOTools. (2020). Sistemas de gestión normalizados. <https://www.isotools.org/normas/>

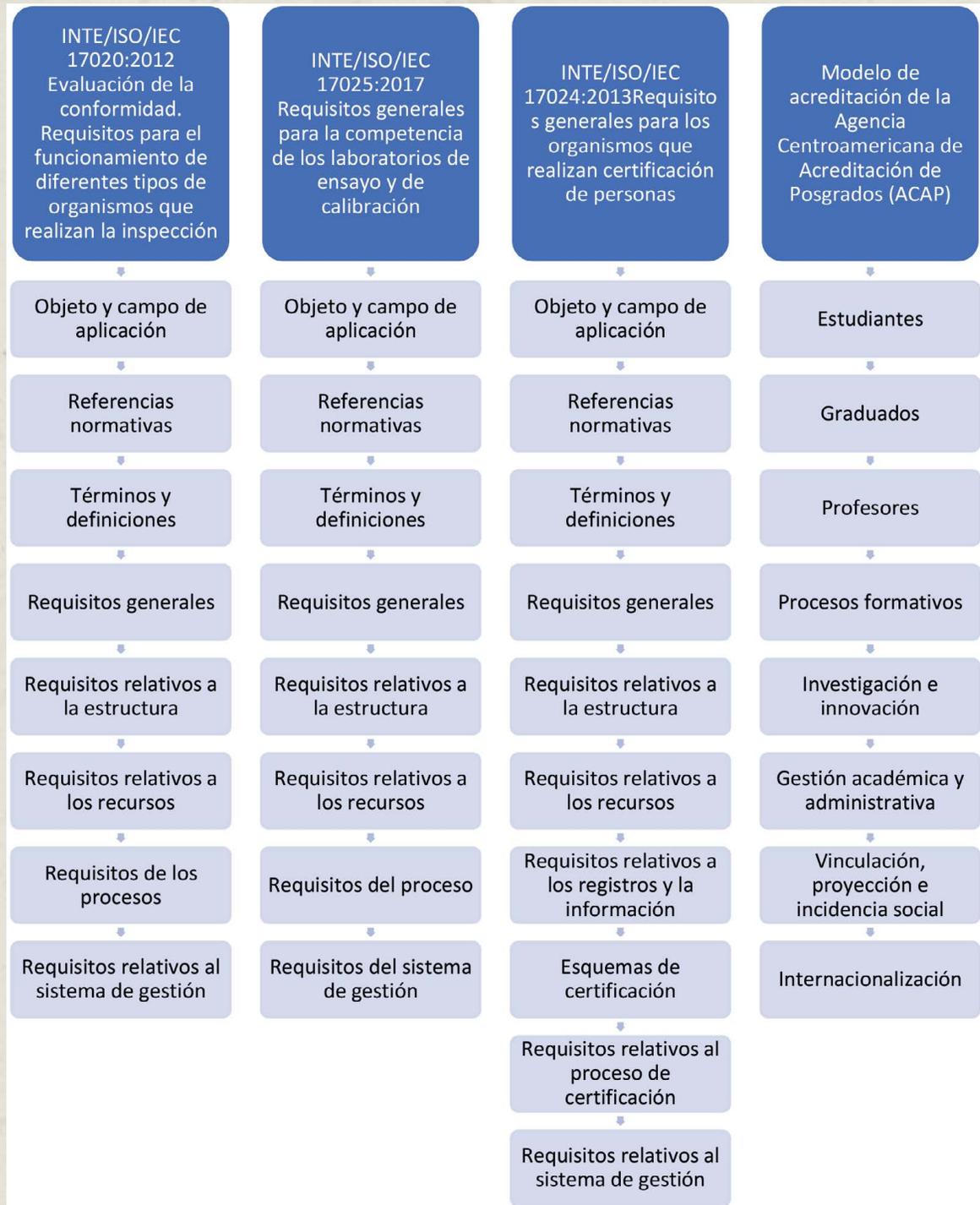


Figura 1. Estructura de los modelos de calidad contemplados en un SIG para la prestación de servicios académicos y de laboratorio.



Académica, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional
(maria.alvarez.jimenez@una.cr)

Gobernanza y gestión del servicio de agua en Heredia: consideraciones para su mejora

María Álvarez Jiménez
Rónald Miranda Chavarría



Académico, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional
(ronald.miranda.chavarría@una.cr)



La gestión del Recurso hídrico en la parte de la provincia de Heredia perteneciente al Valle Central presenta una complejidad notoria en un territorio relativamente pequeño. Allí interactúan los cambios hidrometeorológicos, los efectos de degradación generados por cambios en el uso del suelo, el acelerado crecimiento de la población urbanística, comercial e industrial, los problemas de acceso y continuidad del servicio de agua potable y no en pocos casos, un débil desempeño de entidades operadoras responsables.

La disponibilidad de los servicios de agua con suficiente en cantidad, con calidad y de forma continua, presenta una considerable variabilidad a través del tiempo y el espacio. Especialmente en las zonas altas, una buena parte de la población no disfruta de las mismas condiciones de acceso y disponibilidad de agua en el verano que en el invierno. Tampoco en todos los distritos ni sectores se goza de las mismas facilidades de servicio, del acceso a la información, de las mismas tarifas, ni se realizan los mismos esfuerzos para la protección de los recursos hídricos.

Las entidades operadoras de servicio son variadas. Se tiene la presencia del AYA en San Pablo, de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia en los cantones de Heredia, San Rafael y San Isidro. acueductos municipales en Barva, Santo Domingo, Flores, Santa Bárbara y Belén, y numerosas Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) especialmente en las zonas más rurales y elevadas. También varían mucho los medios y las capacidades que disponen los entes operadores, para generar información básica, operativa y estratégica para orientar el desarrollo y mejora del servicio del agua.

Las condiciones de gobernanza de la gestión hídrica están marcadas por el paradigma de la territorialidad política perteneciente a distintos gobiernos locales, pero que están superpuestos sobre un solo sistema hídrico compartido y constituido por una red de microcuencas. Las relaciones entre los operadores están basadas en la noción de la autoridad política sobre el territorio, lo que se traduce en una noción de propiedad sobre el recurso (dónde están y de quien son

las fuentes de agua). Producto de ese paradigma, se han generado muchos imaginarios históricos y conflictos acerca de la posesión y gestión del agua. Todo tiende a la desarticulación y no a la cooperación o a la integración de esfuerzos.

En consecuencia, la gobernanza del recurso hídrico en esa parte de la provincia constituye una gran oportunidad para identificar estrategias mejora en la gestión integral del recurso, aunque se requiere adoptar un paradigma distinto. Se postula que la gobernanza y gestión, debe basar en la noción del *ciclo natural y social del agua* como cadena de valor del servicio y no en la administración política de un territorio. Al entender el ciclo natural y social del agua, la gestión que hacen los diferentes operadores se vuelve interdependiente y requiere de una mayor colaboración entre esos operadores (**Figura 1**).

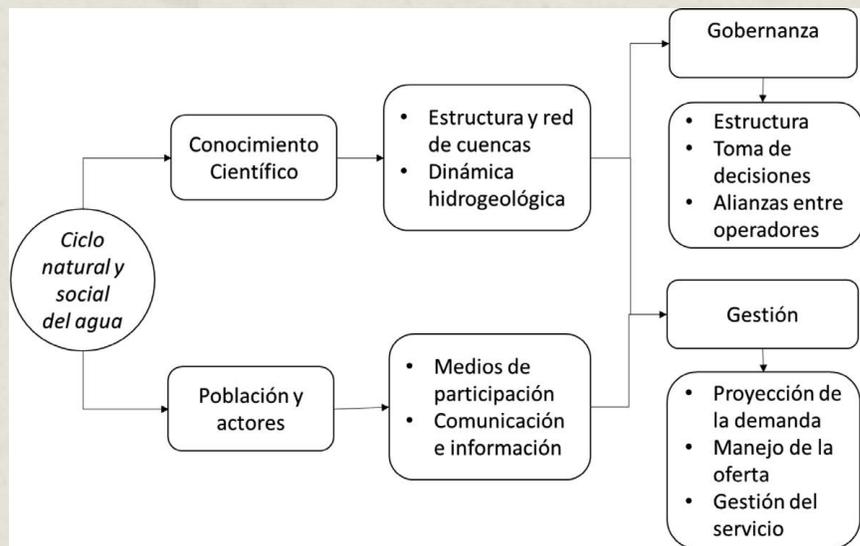


Figura 1. Modelo conceptual de la Gobernanza y gestión de los recursos hídricos basado en el ciclo natural y social del agua.

Este enfoque es concordante con la noción de gobernanza de la [OECD \(2015\)](#), la cual se relaciona con la eficiencia de una entidad en tanto contribuye a maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar de la sociedad al menor costo económico. Corresponde a los entes operadores, el deber de asegurar a las poblaciones, el acceso a los servicios de calidad en agua potable y saneamiento con calidad.

El enfoque también concuerda con el *Mecanismo Nacional de la Gobernanza* creado por el Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. En ese marco se crea una plataforma de diálogo para posibilitar la gestión integrada de los recursos hídricos, permitiendo la participación de la sociedad civil y de las instituciones públicas en la construcción de acciones estratégicas para la protección y sostenibilidad del recurso hídrico ([MI-NAE, 2018](#)).

Volviendo a Heredia, si se aspira a un nuevo enfoque de gobernanza más participativo, se requiere que los gestores de los entes operadores de los servicios de agua cuenten con un mayor conocimiento de la población y de la dinámica del ciclo hidrológico. La gestión hídrica es por naturaleza un servicio que conjuga al menos los siguientes dominios:

El *modelo de gestión*. Esto comprende evaluar la naturaleza organizativa, la estructura de gobernanza y toma de decisiones de cada entidad de servicio y tiene un alcance que corresponde con el ámbito de

cobertura político-geográfica del servicio. Estos aspectos determinan el fundamento de la eficacia de las políticas de gestión y de servicio de la entidad operadora.

La *atención a la demanda*; comprende el dominio actualizado de información acerca de los usuarios actuales y futuros; además del conocimiento de los intereses y necesidades de los actores sociales que se afectan por las decisiones relacionadas con la gestión del servicio. Aquí entra en juego la consideración de aspectos económicos, políticos, legales, financieros, laborales y los mecanismos de comunicación con los diferentes actores.

La *atención de oferta*. Se refiere a la comprensión de la dinámica del ciclo hidrológico como fuente del recurso y como fundamento para la planificación de la gestión técnico-operativa de los servicios. Es muy importante considerar al sistema de cuencas hidrográficas como un espacio en el que se organiza el proceso de gobernanza, instrumentalizado a través de un conjunto de buenas prácticas de gestión de recurso hídrico. En lo que corresponde a la parte de la provincia de Heredia que nos ocupa, compromete a los operadores de agua a articular prácticas y herramientas para una sólida gestión del ciclo hidrológico que va desde la protección y manejo de sitios de captación de agua hasta el vertido de aguas residuales debidamente tratadas, incluyendo las aguas subterráneas y contemplando la dinámica estacional e interanual.

Con estas consideraciones, ¿cómo se puede mejorar la gobernanza y la gestión hídrica en Heredia? El punto de partida es que, por parte de líderes de las entidades las entidades de servicio, se reconoce la necesidad e importancia de ocuparse de propiciar o crear espacios de diálogo en torno a la gobernanza hídrica mediante mecanismos de participación, información y comunicación con diferentes actores de la población. Eso permite alimentar los procesos de decisión y garantizar la transparencia en la gestión del recurso.

Un segundo aspecto, es la necesidad de que los distintos operadores se vuelvan más activos en la generación de información científica acerca del recurso hídrico. Esa información es fundamental para tomar decisiones estratégicas, para la planificación de la infraestructura del servicio, para el desarrollo de proyectos de inversión y para la programación de la gestión operativa. En este aspecto hay una desigualdad material. Muchos de los operadores no contemplan en su estructura tarifaria, los componentes de costos o inversión necesarios para la investigación científica o el monitoreo operativo de la precipitación, los aforos de las fuentes de agua, los volúmenes y caudales captados y el rastreo del movimiento de agua a lo largo de todo el sistema del acueducto. Esto hace necesario postular la necesidad de instituir alianzas entre los operadores para la generación de información e investigación en forma conjunta y para compartir información generada.

También se reconoce que, junto a la integración de información y conocimiento científico como base para la gestión hídrica, el uso de tecnologías de información y comunicaciones puede ser un reto innovador para los entes operadores. Con ellas los operadores podrían facilitar mejorar el monitoreo y control de la infraestructura y la seguridad de las redes de abastecimiento y distribución del agua, sino que permite mejorar la información acerca de hábitos y patrones de consumo de los pobladores; además, permite a la administración establecer mecanismos de información y comunicación y servir como herramienta vehicular para la comunicación y difusión de las nuevas políticas (González, 2015).

Por otra parte, en las entidades operadoras de servicio de agua en Heredia, se evidencian importantes brechas en cuanto a las capacidades técnicas y administrativas necesarias en aspectos relacionados con la planificación, la prestación operativa y oportuna del servicio de agua, la gestión económica (tarifaria) y financiera. En esto se reconoce la existencia de entidades de operadores de recursos que cuentan con limitadas capacidades y recursos. Esto se podría mejorar a través de una mejor planificación de la necesidad de recurso humano competente y generar los estudios económicos que sustenten los recursos necesarios en las tarifas. Además, pueden elevarse las capacidades mediante mecanismos de capacitación y fortalecimiento horizontal como el intercambio de experiencias entre administradores y técnicos de diferentes entidades.

Con esas orientaciones se requiere crear pautas de acción en dos ámbitos. Uno es el de la integración de los entes operadores de servicio, lo cual lleva a acciones conjuntas y esfuerzos compartidos para mejorar la gobernanza y gestión integral de los recursos hídricos. El otro ámbito es el fortalecimiento interno de los operadores de los servicios de agua. Partiendo de las fortalezas con las que cuentan varios de los entes operadores, es posible trabajar en colaboración para elevar las capacidades y fortalecer mutuamente la gestión en las entidades, en especial las que cuentan con mayores limitaciones. Las siguientes son algunas pautas preliminares para la acción.

- Mejorar las estructuras de gobernanza del recurso hídrico en la Heredia del Valle Central, con fundamento y como complemento del Mecanismo Nacional de Gobernanza que promueve el MINAE en Costa Rica, creando espacios compartidos para involucrar la participación de distintos actores para propiciar las orientaciones globales de la gestión hídrica en la subregión.
- Establecer una estrategia colaborativa para que actores claves de las comunidades se capaciten y cuenten con mayores criterios esenciales, técnicos, legales y financieros, para la toma de decisiones y para que se involucren más y mejor en los procesos de gestión del recurso hídrico en el marco de una buena gobernanza.

- Que al interior de las entidades operadoras de servicio, se adopte formalmente un nuevo concepto del ciclo natural y social del recurso hídrico que conjugue los principios de la gestión de las cuencas con un enfoque que conjugue el conocimiento científico con la participación de actores en la identificación de las necesidades de la población e incorporándola en una adecuada gobernanza y garantizar así la sostenibilidad de la gestión de los servicios a nivel local.
- Es necesario documentar información científica, técnica y demográfica para planificar y asegurar el suministro de agua en cantidad, calidad y continuidad mediante la adopción de mejores prácticas de gestión hídrica que pueda beneficiar a las poblaciones de usuarios.
- La academia, las instituciones del Estado y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia son entidades estratégicas para desarrollar acciones de colaboración y capacitación para fortalecer a las capacidades técnicas y de gestión de las diversas entidades de servicio de agua.

En conclusión, las diferentes entidades de operación de los servicios de agua en Heredia tienen como importante reto el mejorar la gobernanza y gestión del servicio aceptando que se requiere un cambio de paradigma. Se debe dejar de ver la gestión del agua como un asunto de territorialidad

política y entenderlo como la gestión del ciclo natural y social de un recurso compartido por parte de los diversos operadores. Interiorizar en las estructuras de gobernanza, mecanismos de decisión y gestión basadas en mejores relaciones con la población y mayor colaboración entre los distintos operadores. Además de la inversión en generación y socialización del conocimiento científico y técnico que sustenta el manejo del recurso hídrico y elevar las capacidades técnicas y administrativas de las entidades de servicio.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento al estudiante Andrés Molina Coto por la colaboración y apoyo brindado en el proyecto *Modelos y prácticas de gestión hídrica en entidades operadoras del servicio en la provincia de Heredia*.

Referencias

- González, F. (2015). Las TIC como elemento clave en la sostenibilidad del agua. <https://www.iagua.es/blogs/francisco-gonzalez-castrejon/tic-como-elemento-clave-sostenibilidad-agua>
- MINAE. (2018). Decreto N° 41058 Constitución del Mecanismo Nacional de Gobernanza del Agua.
- OECD. (2015). Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE. <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD-Principles-Water-spanish.pdf>



Ingeniero forestal graduado de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (mcordoba41@hotmail.com)

Monitoreo y reporte de captura de carbono en plantaciones de bambú *Guadua angustifolia* Kunth en Costa Rica

..... || Michael Córdoba Alvarado ||



En los últimos años el mundo ha puesto su atención en las diversas funciones ecológicas de los ecosistemas, las cuales, representan los pilares de la diversidad biológica mundial y el balance de los procesos biogeoquímicos. No obstante, el reconocimiento de su importancia ha ido mucho más allá, donde dichas funciones se reconocen como un beneficio directo a las sociedades humanas y en la actualidad a nivel mundial se habla de que estos beneficios brindan servicios de carácter ambiental.

Costa Rica ha sido un pionero en temas de conservación y protección de los recursos, ha forjado una estrategia nacional en cuanto a la sostenibilidad ambiental y ha adquirido compromisos internacionales ambientales de gran relevancia. También, en el 2007 el país se propuso alcanzar la carbono neutralidad para el año 2021 y el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, retos que abren la oportunidad de convertir proyectos de fijación de carbono, adaptación, reducción y compensación en ejes importantes para contribuir al desarrollo económico y al desarrollo competitivo del sector forestal y el país en general.





Plantación de bambú. Fotografía: Proyecto Bambú UNA.

Según Cruz (2009), el bambú, y más específicamente la especie *Guadua angustifolia*, posee características favorables para su implementación en programas o mecanismos de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero. El mismo autor asegura que la especie posee gran potencial para la captura y fijación de carbono, con valores de 149.9 toneladas de carbono por hectárea a los 7 años de la plantación, lo que equivaldría aproximadamente a 549 toneladas de CO₂ por hectárea removidas de la

atmósfera. No cabe duda que la especie representa una oportunidad para la generación de ingresos a los productores, que además sería un importante incentivo, contribuir al desarrollo sostenible y cumplir con los mencionados compromisos ambientales del país.

Reconociendo este potencial, la existente oportunidad y los múltiples beneficios compartidos tanto económicos, sociales y ambientales, la Fundación para el desarrollo del bambú en Costa Rica (FUNDEBAMBÚ) y el Fondo

Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) han creado un acuerdo que plantea como objetivo identificar y generar créditos de carbono mediante plantaciones de bambú para la captación de recursos financieros, los cuales serán aplicados, según expresa de manera literal el convenio, para acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de las condiciones económicas de los productores de bambú.

Ante esta opción, surge una inminente necesidad de contar con lineamientos que guíen la manera de proceder y faciliten la medición, monitoreo y reporte de las remociones de CO₂ por medio de las plantaciones de bambú para la generación de créditos de carbono planteados en el convenio. Ante esta necesidad, desde el Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica que se lleva a cabo en la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA, busca llenar dichos vacíos mediante la generación de una herramienta para el reporte de remociones que permita la puesta en marcha de un plan piloto de generación de créditos de carbono a nivel nacional.

Con el objetivo de generar herramientas para el monitoreo e información de la capacidad de almacenamiento de biomasa y carbono en plantaciones de *Guadua angustifolia* se llevaron a cabo tres objetivos específicos. Estos incluyen la realización de un inventario y la remediación de otro en la zona de Pérez Zeledón; la construcción de un modelo alométrico para la predicción de la cantidad de

carbono almacenado en cañas comerciales de bambú guadua; la elaboración de una herramienta para el cálculo y procesamiento de inventarios en plantaciones de esta especie.

En primera instancia se recopilieron datos bibliográficos sobre crecimiento, incrementos en volumen, biomasa y carbono, relación entre el DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m) y la biomasa (Kg), así como la relación DAP-carbono (Kg) por caña. Además, se revisaron modelos alométricos para la predicción de la cantidad de biomasa y carbono acumulado para *G. angustifolia*. Esta información se procedió a ordenarla y clasificarla según las distintas condiciones de los guaduales para las cuales sea pertinente utilizarla. La información utilizada para la cuantificación de biomasa y carbono dependió de las condiciones propias del guadual y de las dimensiones de las cañas presentes. La información obtenida se utilizó de dos maneras: para la creación de un cuadro con información tomada de Cruz (2009) en el cual se establece la relación entre la clase diamétrica con la biomasa (kg) y el carbono (kg) por caña. Luego se usó un modelo alométrico para la cuantificación de biomasa y carbono para *Guadua angustifolia*, realizado por Fonseca y Rojas (2016), utilizable en guaduales que ya no presentan comportamiento en sepas.

Se diseñó una metodología que fue ajustada según se avanzó en la realización de los inventarios. Dicha metodología funciona como protocolo para el diseño y ejecución de los inventarios de



Figura 1. Inventario realizado en finca la Bonita, cantón de Pérez Zeledón.

medición y monitoreo del almacenamiento de carbono. En ella se establecen las recomendaciones y pautas metodológicas para ejecutar los inventarios y para el uso de la herramienta. Esta metodología fue construida de manera que respondiera a las necesidades de información y está basada en métodos y variables comúnmente utilizados para inventarios en plantaciones de bambú. En ella se detalla la forma para establecer los inventarios, considerando aspectos como el diseño y tipo

de muestreo, tamaño de la muestra y la forma de calcularla, tamaño y forma de las unidades muestréales (parcelas), las variables a medir, así como el método de medición y la forma del establecimiento de las unidades de muestreo. Dicha metodología se basó en los trabajos de [Cruz \(2009\)](#), [Fonseca & Rojas \(2016\)](#), [Chavarría \(2017\)](#) e ICONTEC (Colombia).

En el campo se desarrollaron las mediciones del inventario anteriormente establecido en el 2019 en

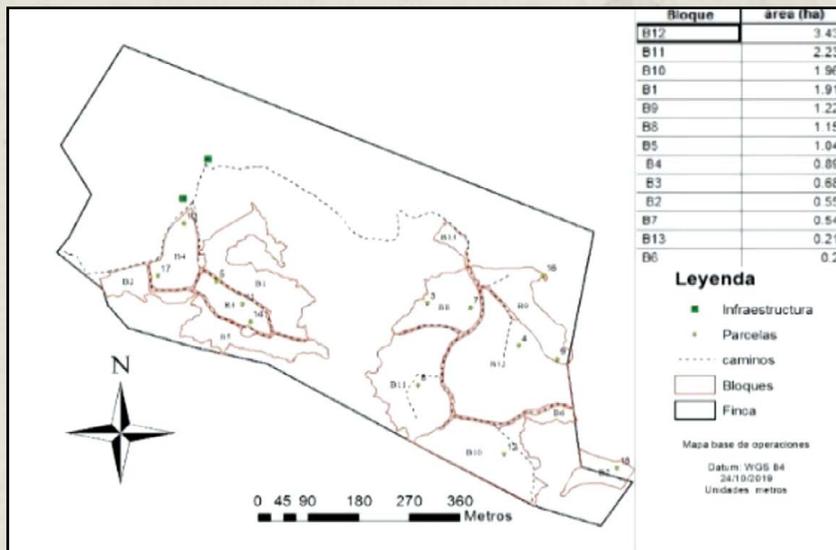


Figura 2. Diagrama del muestreo realizado, finca La Bonita, Pérez Zeledón.

Pérez Zeledón (10.5 hectáreas) (**Figura 2**). Se definió la acumulación de carbono y biomasa para el 2020, con la finalidad de estimar los cambios en el almacenamiento de carbono, y así generar datos preliminares sobre el potencial de captura de carbono de las plantaciones en el país. A su vez, se estableció otro inventario en un área ubicada en el cantón de Parrita, provincia de Puntarenas (guadual de 1.6 hectáreas) para ampliar la cantidad de sitios que estarán siendo monitoreados en los siguientes años. Todos los inventarios se realizaron de acuerdo a la metodología diseñada y procesados mediante la herramienta elaborada.

El modelo alométrico fue elaborado con una base de datos de 50 cañas medidas bajo método destructivo (derribada y medida) que contaba el proyecto previamente. La base de datos contaba con información de volumen real del bambú

(excluye el espacio vacío de la caña) y también se contó con información de laboratorio sobre densidad específica para la especie y fracción de carbono de la biomasa, con lo cual se estimó la cantidad de carbono almacenado en las secciones de dichas cañas que se consideraran comerciales. Con los datos de almacenamiento

de carbono en las cañas, se construyó un modelo alométrico mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, el cual mediante el ingreso de las variables diámetro de la base de la pieza comercial y su longitud, permite predecir la cantidad de carbono que se encuentra almacenado.

Por último, la herramienta elaborada se trata de una hoja de Excel que permite, calcular a partir de los datos generados en un inventario en campo, un cálculo rápido de la cantidad de biomasa, carbono y CO₂ equivalente, así como los estadísticos de error de muestreo asociados a un determinado inventario. La herramienta permite procesar inventarios de plantaciones tanto adultas como recién establecidas.

Entre los resultados destaca que para el sitio en Pérez Zeledón existe un cambio positivo en el almacenamiento de carbono,

con un aumento de 9.22 Mg de carbono por hectárea con respecto al año anterior, pasando de 2.71 Mg a 11.94 Mg de carbono por hectárea, lo que es equivalente a un aumento de 33.87 Mg de CO₂ para este periodo. Esta es una plantación joven de 4 años que se encuentra en crecimiento, dado que no ha alcanzado su madurez. En cuanto al inventario establecido en la zona de Parrita, se estimó que existe un total 21.72 Mg de carbono almacenados por hectárea en promedio lo que es equivalente a 79.64 Mg de CO₂. Todos los inventarios poseen errores de muestro menores al 15 %.

El modelo alométrico elaborado y ajustado posee indicadores estadísticos positivos en los que destaca un R cuadrado de 0.94 y un coeficiente de sesgo del 5 %. El modelo seleccionado es un modelo logarítmico (ln=logaritmo natural) donde las variables son largo de la pieza (L) y diámetro de la base de la pieza (D. basal). La fórmula del modelo es: $\log(\text{Carbono}) = -2.71956 + 1.37898 * \ln(D. \text{ basal}) + 0.76294 * \ln(L)$.

Por último, se construyó exitosamente la herramienta (**Figura 3**), la cual se puede acceder de manera gratuita contactando al Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica de la Escuela de Ciencia Ambientales de la Universidad Nacional.



Figura 3. Hoja de presentación de la herramienta elaborada.

Este estudio demuestra técnicamente el aporte que tiene el bambú en nuestro país. Las herramientas desarrolladas facilitan ampliamente la cuantificación de carbono en plantaciones de bambú y de los productos básicos que estas generan. Con ellas ahora es más rápida y fácil la obtención de información y a la vez, permiten obtenerla con mayor rigurosidad técnica, siendo estos aspectos cruciales para el futuro reconocimiento en esquemas de pago por servicios ambientales. Así, es evidente el potencial que tienen las plantaciones de bambú en iniciativas, políticas y compromisos ambientales de nuestro país.

Referencias

- Cruz Ríos, H. (2009). Ensayo Biomasa y Atrapamiento de Carbono en Bambú Guadua. Bambú Guadua Premier. <http://www.bambuguaduapremier.com/PDF/BIOMASAYATRAPAMIENTODECARBONOENBAMBU.pdf>
- Fonseca, W. & Rojas, M. (2016). Acumulación y Predicción de Biomasa y Carbono en Plantaciones de Bambú en Costa Rica. *Ambiente y Desarrollo*, XX(38), 85-98.



Ingeniera en ciencias forestales graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (wengonz.steam@gmail.com)

Muestreo de suelo y rizosfera para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares asociados naturalmente a la especie caoba

Wendy González González
Carlos Ávila Arias
Orlando Chinchilla Mora



Académico, Universidad Nacional (carlos.avila.arias@una.ac.cr)



Académico, Universidad Nacional (Orlando.chinchilla.mora@una.cr)



La caoba o *Swietenia macrophylla* King es una especie de elevado valor comercial, la cual ha sido explotada en sus lugares de origen desde tiempos coloniales. Al ser tan valiosa y por las reconocidas características de su madera, ha sido muy utilizada por los industriales de la madera (Calvo, 2000). No obstante, esta especie presenta limitaciones de crecimiento ante la ausencia de fósforo, por lo que se le considera como uno de los principales nutrientes para el desarrollo óptimo de los individuos (Souza *et al.*, 2010).

Por tanto, resulta oportuno estudiar las micorrizas, las cuales corresponden a una asociación mutualista entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos (Lugo *et al.*, 2018). En dicha simbiosis, el hongo coloniza la corteza de la raíz del hospedero sin causarle ningún daño, llegando a ser mediante este proceso fisiológico y morfológicamente una parte funcional de la raíz; con esto, la planta le proporciona compuestos carbonatados derivados de la fotosíntesis y un sitio protegido (Bonfante, 1984; citado por Vega, 2011), mientras que el hongo a través sus hifas amplía el espacio de absorción de la raíz, permitiéndole a la planta aumentar

hasta 7 cm de superficie radicular (Vega, 2011). Esto genera mayor absorción de nutrientes y con ello mejores crecimientos del árbol (Agrios, 2005).

Pese a los beneficios que generan estas asociaciones mutualistas, se ha evidenciado una falta de investigaciones relacionadas con los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), particularmente en especies forestales. Esta información ayudaría a comprender el apoyo biológico para suplir necesidades nutricionales en especies como caoba, ya sea en etapa de vivero o durante su crecimiento en campo.

Así, nace un proyecto de investigación dentro del Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional (INISEFOR-UNA) denominado: “Nutrición temprana en caoba clonal: hacia un manejo integrado”, cuyo inicio se basa en identificar diferencias en la abundancia y diversidad de morfotipos de micorrizas arbusculares asociadas a las raíces de árboles de caoba en distintas zonas de vida. Para este proceso, el proyecto requirió de muestras de suelo y rizosfera obtenidas de manera técnica en seis sitios ubicados diferentes zonas de vida.

Para cumplir dicho propósito, primero se realizó una revisión bibliográfica

exhaustiva, la cual se basó en temas de generalidades de las micorrizas y en metodologías utilizadas en estudios anteriores, para diseñar un método eficiente y apropiado de colecta de las muestras en caoba. Posteriormente se seleccionaron seis lugares de muestreo que contaran con más de dos árboles en condiciones de poca intervención antrópica y donde no se realizaran aplicación de fungicidas, esto para obtener resultados sin distorsiones sobre los HMA asociados a los árboles. Para esta selección de sitios, fue necesario consultar a expertos en caoba y en diversidad florística.

Una vez ubicados los sitios de muestreo se contactó a los dueños o encargados de fincas para conocer si estos accedían a que se realizaran los muestreos en sus propiedades, así como una planificación de las fechas en las que se desarrollaron las colectas. El orden de las fechas se basó tanto en cercanías de los sitios como en la importancia del sitio para el muestreo, es decir, el entorno en el que se ubique el árbol, siendo de principal importancia los bosques, por su menor intervención humana. Finalmente, se realizaron seis giras de campo a los lugares seleccionados para proceder con las colectas de rizosfera y suelo; en cada sitio varió la cantidad de árboles de caoba muestreados y la zona de vida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de zona de vida y número de árboles en los sitios de colecta.

Lugar de colecta	Número de árboles	Zona de vida
Santa Cecilia, Guanacaste	2	Bosque muy húmedo premontano transición a basal
Sardinal, Puntarenas	3	Bosque húmedo tropical
Santa Ana, San José	4	Bosque húmedo premontano
Puriscal, San José	5	Bosque muy húmedo tropical
Orotina, Alajuela	3	Bosque húmedo tropical
Cañas, Guanacaste	17	Bosque muy húmedo premontano transición a basal

Para ello se prepararon y enviaron 34 muestras de suelo al laboratorio, donde el suelo y raíz se colocaron en bolsas diferentes. Para el caso de las raíces, se realizó un lavado con agua y posteriormente secar con una toalla de papel; ambas muestras fueron rotuladas con el sitio de colecta, número de árbol y número de submuestra.

A partir de estos procedimientos que se obtuvieron 5 productos, los cuales corresponden a: 1- un documento técnico que dicta la metodología para la correcta colecta de suelo y rizosfera para la identificación de HMA en especies forestales; 2- un volante para campo con los pasos de la metodología anteriormente mencionada; 3- una base de datos de zonas en Costa Rica donde se han reportado individuos de caoba; 4- un total de 34 muestras de suelo y rizosfera listas para ser analizadas en el laboratorio y 5- una base de datos con las características propias de los árboles muestreados. El primer producto mencionado consta de tres secciones, la primera con las generalidades de los HMA, la segunda con una descripción general de la caoba y la tercera con la metodología propuesta para las colectas de rizosfera y suelo. Este funciona como base para realizar estudios similares en especies forestales en nuestro país.

La metodología para la colecta de suelo y rizosfera contempla tres momentos (pre, durante y el

almacenamiento y transporte de las muestras). El primero se refiere a una descripción detallada de las condiciones del sitio donde se encuentran inmersos los árboles de caoba, especificando las especies cercanas al árbol muestreado y describir el uso de suelo circundante, además contempla el retiro de hojarasca de los sitios donde se tomarán las muestras y tomar la ubicación geográfica del árbol.

En el segundo momento, se procede con la colecta de las 4 submuestras por árbol, estas se toman a 1.5 metros de distancia del fuste y cada una responde a un punto cardinal, para esto, es necesario guiarse además con las raíces principales y visibles del individuo a muestrear; primeramente, se toma la muestra de suelo utilizando un palín el cual será insertado en el suelo dos veces, con el fin de formar una "V" a 20 cm de profundidad, este suelo será removido y se tomará una porción de aproximadamente 2 cm de grosor, en una de las caras de la "V" formada.

Por último, se tomarán las muestras de rizosfera, para esto es necesario utilizar los mismos huecos; en cada uno de estos se debe continuar removiendo el suelo, hasta encontrar raíces finas (menores a 1 mm de diámetro) y se requieren al menos 30 cm de raíces por muestra. En el tercer momento se indica para el caso de las submuestras de suelo, que cada una debe ir en bolsas plásticas con cierre hermético y de manera individual. Cada bolsa se

rotula con un código que permita su trazabilidad, el cual debe contener número de árbol y número de submuestra; además de fecha de colecta, hora y persona que lo colectó. Para el caso de las raíces, el almacenamiento varía únicamente en que las 4 submuestras pueden guardarse en la misma bolsa. Para el transporte, deben colocarse las muestras dentro de una hielera cerrada y oscura a una temperatura de 4 °C, para asegurar la sobrevivencia de los organismos.

El segundo producto obtenido en el presente estudio se refiere a un resumen de la metodología de colecta, donde se presenta en un volante los pasos para tomar las muestras y los cuidados o consideraciones que se deben tener. Su utilidad radica en la posibilidad de llevarlo al campo y tener la metodología en un formato más accesible (**Figura 1**).

El tercer producto se refiere a una lista de 27 sitios ubicados de manera general en las provincias de Alajuela, Guanacaste, San José y Puntarenas, donde se pueden encontrar poblaciones o individuos de caoba, recopilados a partir de los reportes de personas expertas. En esta base de datos se podrá encontrar el nombre del lugar, el contacto, la cantidad de árboles presentes, coordenadas y una breve descripción del entorno.

Como cuarto y quinto producto se tienen respectivamente: las 136

ESTRATEGIA PARA LA COLECTA DE RAÍCES MICORRIZADAS Y ESPORAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Colecta de suelo

Se tomarán 4 submuestras por árbol, cada una se encontrará distanciada a 1.5 m del fuste en dirección a los puntos cardinales (Figura 1).

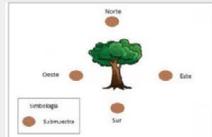


Figura 1. Distribución de muestras por árbol.

Pasos

1. Remoción de la hojarasca en sitio de muestreo.
2. Hacer hueco con forma de "V" con un palín a 20 cm de profundidad y retirar esa tierra.
3. Tomar porción de suelo de 2 cm de grosor y a la misma profundidad
4. Con un cuchillo se eliminan los bordes de la tierra en el palín
5. Desmenuzar la tierra dentro de una bolsa plástica hermética, donde se colocaran las 4 submuestras de manera individual
6. Amarrar las 4 bolsas de las submuestras juntas, para identificar que es de un mismo árbol
7. Etiquetar las bolsas (fecha, hora, sitio de colecta, n° de árbol, nombre del que colecta y punto cardinal)



Figura 2. Secuencia de procesos.

Colecta de rizósfera

Se utilizarán los sitios donde se extrajeron las muestras de suelo, acá será necesario escavar hasta encontrar la raíz principal, a partir de esta, se buscan las raíces finas (aprox. 1 mm o menos de diámetro) y se extraen un total de 30 cm por árbol.

Se requiere de 7.5 cm de raíz por submuestra, puede ser un solo segmento de esta longitud o varios segmentos mayores a 1 cm que lo conformen.

Las raíces de las 4 submuestras se colocan dentro de una misma bolsa plástica con cierre hermético, a la cual se le escribirá la siguiente información:

- Fecha de colecta
- Hora de colecta
- Lugar de colecta
- Número de árbol
- Persona que lo colecta



A considerar

1. Se debe realizar una descripción del entorno donde se encuentra el árbol
2. A cada árbol y submuestra se le debe tomar la ubicación espacial mediante un GPS y el nombre se asignará según el número de árbol y punto cardinal (N: 1; S: 2; E: 3; O: 4).
3. Tanto el suelo como las raíces se deben colocar en una hielera a 4°C
4. Desinfectar los equipos con agua y alcohol (70%) posterior a cada muestra
5. No usar equipo que estuvieran en contacto con fungicidas

Materiales necesarios

1. Palín
2. Cuchillo
3. Bolsas plásticas de aprox. 30 x 40 cm
4. Hielera
5. Marcador permanente
6. Cinta métrica
7. Brújula
8. GPS
9. Alcohol de 70%
10. Recipiente con agua
11. Regla
12. Cuerda



Proyecto: Nutrición temprana en caoba clonal: hacia un manejo integrado

Figura 1. Volante para campo con resumen metodológico para la recolección de muestras de suelo y rizósfera.

submuestras de suelo y rizosfera (**Figura 2**) y una base de datos en el programa Excel, donde se encuentra el número de árbol, coordenadas y descripción del entorno.

Aunque el estudio de hongos micorrízicos arbusculares asociados a especies forestales no es muy común, ahora se cuenta con una metodología de fácil aplicación. Al momento de la publicación de este artículo, no se tenían los resultados de laboratorio; sin embargo, se espera que esta pueda utilizarse para hacer estudios en otras especies de gran interés forestal y económico, propiciando innovación en paquetes tecnológicos que permitan su producción intensiva.



Figura 2. Muestra de raíces de caoba con diámetros menores a 1 mm.

Referencias

- Agrios, G. (2005). *Fitopatología*. México DF, México: Limusa.
- Calvo, J. (2000). *Diagnóstico de la caoba (Swietenia macrophylla King) en Mesoamérica: Visión General*. Centro Científico Tropical, Costa Rica. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnack120.pdf
- Lugo, M., Iriarte, H., Crespo, E., Torres, M., Ontivero, E., Risio, L... Ballesteros, S. (2018). *Manual de metodologías para el trabajo con hongos y sus simbiosis*. San Luis, Argentina: Nueva Editorial Universitaria. https://www.researchgate.net/publication/329755171_MANUAL_DE_METODOLOGIAS_PARA_EL_TRABAJO_CONHONGOS_Y_SUS_SIMBIOSIS
- Souza, C., Tucci, C., Silva, J. y Ribeiro, W. (2010). Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). *Acta Amazônica*, 40(3). 515-522. <https://www.scielo.br/pdf/aa/v40n3/10.pdf>
- Vega, M. (2011). *Identificación de micorrizas vesículo-arbusculares en especies agrícolas y forestales en la zona de Tingo María* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/137/AGR-581.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Ingeniera forestal, graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (arkatevi@gmail.com)



Estudiante de Administración Aduanera y Comercio Exterior de la Universidad de Costa Rica (maria.zuniga18@ucr.ac.cr)



Académico, Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (carlos.avila.arias@una.ac.cr)



Académico, Escuela de Ciencias Ambientales e Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional (orlando.chinchilla.mora@una.cr)

Alternativas para la exportación a Centroamérica y Estados Unidos de productos elaborados con cosechas intermedias de caoba

Katherine Arauz Villanueva
María Fernanda Zúñiga Méndez
Carlos Ávila Arias
Orlando Chinchilla Mora



La caoba (*Swietenia macrophylla*) es una especie de la familia Meliaceae, nativa de América Latina. Su madera es de gran de valor económico, por lo que el desarrollo y manejo adecuado de sus plantaciones puede generar diversos beneficios como mayor ingreso a los productores (Bernabé, 2018). La trabajabilidad de la madera permite su uso en la fabricación de diferentes productos de valor agregado como la elaboración de artesanías destinadas al mercado internacional.

En los últimos años, el sector de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) ha disminuido considerablemente sus ventas, ya que, un porcentaje importante de sus productos va dirigido al turismo internacional, que se ha visto afectado por la crisis económica. Esta situación se ha agravado por la actual emergencia sanitaria que se atraviesa a nivel mundial por la COVID-19. Sin embargo, previo a este hecho se registraba un aumento en el comercio mundial de artesanías, lo que convierte al mercado internacional en una oportunidad para los artesanos costarricenses y sus empresas, que han sido tan afectadas por la pandemia (Cascante *et al.*, 2015).

A lo largo del tiempo, se ha visualizado la internacionalización de las empresas como una actividad engorrosa, complicada, de costos muy elevados y, por ende, casi imposible para los actores más pequeños de la economía ya que, a pesar de que hay información disponible sobre el proceso de exportación, el acceso que tienen los artesanos a esta suele ser limitado. No obstante, gracias a la tecnología y avances en medios logísticos, el objetivo de internacionalización es cada vez más posible.

En el proceso de exportación, las principales alternativas para los artesanos son el comercio electrónico y las exportaciones comerciales. La elección de una u otra depende de características como el valor comercial de la mercancía, tamaño de la carga, capacidad de negociación, destino y acceso a mercados.

Cuando se habla de comercio electrónico primero es importante

puntualizar la diferencia entre dos términos que se encuentran en auge y que, en ocasiones, son difíciles de distinguir o se confunden: el *e-business* y el *e-commerce*. Por un lado, el *e-business* es la forma en la cual las empresas se acuñan en los avances tecnológicos disponibles para facilitar y hacer más eficientes las tareas que comúnmente se llevan a cabo dentro de un proceso de negocios. Por otro lado, el *e-commerce* se refiere específicamente al uso de las plataformas digitales con el fin de comprar o vender productos o servicios (Cascente *et al.*, 2015).

En el caso de las pequeñas y medianas empresas, el comercio a través de plataformas digitales ha sido una herramienta clave de apalancamiento para su paulatina internacionalización. Se pueden identificar plataformas digitales específicas para el sector artesanal, tales como Novica y Artesanum, las cuales funcionan como un medio donde los artesanos pueden exponer sus obras



El e-commerce crea oportunidades de exportación para pymes. Fotografía: Stock de Microsoft.

y disponerlos a la compra de clientes en casi cualquier parte del mundo. Algunas de estas plataformas incluso, capacitan a los emprendedores en temas de calidad, producción, sostenibilidad, finanzas, entre otros. Por ende, estas plataformas digitales se han convertido en una valiosa herramienta para el sector y su apertura a los mercados internacionales. Otras ventajas que estas plataformas pueden ofrecer a las pequeñas empresas son una reducción en los costos de promoción y exportación de mercancías, así como acceso a mercados más grandes, especialmente para aquellas que, por la falta de experiencia, tamaño y capacidad económica, dirigen sus productos únicamente al mercado nacional y al turismo local (Cascante *et al.*, 2015).

Otras plataformas más populares como Amazon o ebay han facilitado las oportunidades de exportación hasta para las más pequeñas empresas. Por supuesto, existen inconvenientes en términos de infraestructura tecnológica y legal; sin embargo, poco a poco se han logrado superar estos obstáculos. Por lo tanto, la presencia global, aunque solía visualizarse como exclusiva para empresas de grandes capacidades y capital económico; es cada vez más accesible para las pymes gracias al comercio electrónico facilitado por plataformas digitales (Organización Mundial de Comercio, 2016).

En el caso de las exportaciones comerciales, es necesario conocer la documentación y políticas internas de cada país. Las transacciones de intercambio

internacional inician con la codificación arancelaria según el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Productos (SA), que permite conocer la obligación tributaria, regulaciones, notas técnicas y la identificación de la mercancía sin que influyan barreras como el idioma. Según esta codificación, las subpartidas arancelarias seleccionadas corresponden a productos que pueden ser elaborados con madera de cosechas intermedias de caoba, específicamente 4419.90, 4420.10, 4420.90, 9403.30, 9403.40, 9403.50 y 9403.60. Las partidas del capítulo 44 hacen referencia a manufacturas de madera y las del capítulo 94 a muebles de madera. Para Costa Rica, los socios comerciales más importantes en el intercambio de estas mercancías son: Guatemala, Panamá, Honduras y Estados Unidos según las estadísticas de exportación de PROCOMER del período 2015-2019. Por esta razón, el proceso que se describe se ajusta a los requerimientos de estos países.



Plataformas *e-commerce* diseñadas para el sector artesanal.

Existen disposiciones obligatorias para realizar una exportación comercial y aplican a todas las mercancías sin

importar el régimen de exportación, es decir, no son exclusivas para muebles y manufacturas de caoba, lo que aumenta la aplicabilidad y alcance es esta información. El primer requisito es el registro como exportador ante PROCOMER, esta transacción se realiza de forma gratuita mediante la plataforma VUCE 2.0. También existe documentación obligatoria que respalda la transacción y se debe disponer de una copia que viaje con la carga, ya que, será requerida para la autorización de levante. Estos documentos son la factura comercial, el manifiesto de carga, el conocimiento de embarque que también es conocido como *Bill of Lading* (BL), guía aérea o carta de porte para transporte marítimo, aéreo y terrestre respectivamente; el Documento Único Aduanero (DUA) de exportación o documento de salida de las mercancías y el certificado de origen y notas técnicas en los casos que procedan.

El objetivo de este último es servir como prueba para demostrar el origen de las mercancías o donde han sido fabricadas y no debe bajo ningún motivo confundirse con el país de procedencia. Además, permite la obtención de un trato preferencial al momento de pagar impuestos en el país importador, así como comprobar que la mercancía es originaria bajo el marco específico de cada tratado ([Organización Mundial de Aduanas, 2018](#)). En el caso de las exportaciones con destino a Estados Unidos, se requiere el certificado de origen si se desea optar por un arancel preferencial amparado en el Tratado de

Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos (CAFTA-DR).

Para las exportaciones con destino a Centroamérica también es necesario implementar la Declaración Única Centroamericana (DUCA). Este documento unifica los tres requeridos anteriormente los cuales son el Formulario Aduanero Único Centroamericano (FAUCA), la Declaración para el Tránsito Aduanero Internacional Terrestre (DUT), y la Declaración de Mercancías ([Ministerio de Hacienda, 2019](#)). Según establece el [Decreto Ejecutivo No. 41627 \(2018\)](#), existen tres modalidades de DUCA: la DUCA-F es empleada para la exportación de productos originarios de Centroamérica, DUCA-T para el traslado de mercancías bajo el régimen de tránsito internacional terrestre y la DUCA-D, la cual no se aplica en el país, se utiliza para la importación o exportación de mercancías con terceros países fuera de la región centroamericana.



Sistema para el registro como exportador ante PROCOMER.

Otro tema relevante al momento de exportar son los términos de comercio internacional, también conocidos como INCOTERMS, los cuales permiten definir las obligaciones resultado de la negociación entre el exportador y el importador como:

el lugar de entrega, transferencia de riesgos, distribución de gastos y establecer las responsabilidades que tienen el vendedor y el comprador sobre la carga y los daños que esta pueda sufrir, lo cual incide también en la logística y costo del proceso (Huaman, 2015).

Actualmente existen 11 INCOTERMS y la selección de cada uno de ellos va a depender de la negociación entre las partes, y va a influir también en el precio final de las mercancías, ya que, si el exportador debe pagar el transporte internacional, va a trasladar este costo al importador y sumarlo al monto facturado por la compra de las mercancías. El importador siempre va a pagar los costos en los que incurra el importador producto de INCOTERM, la principal diferencia radica en el punto de transferencia de responsabilidad y riesgo en caso de daño o pérdida de la carga.

Los términos de la negociación acordados entre ambas partes quedan amparados en el contrato de compraventa, el cual está regido por la Convención de las Naciones Unidas sobre Contratos de Compraventa de Mercancías que entró en vigor en 1988 (Naciones Unidas, 2011). Este documento regula diferentes aspectos del proceso de comercialización como el transporte, seguro, embalaje, responsabilidades y obligaciones de las partes contratantes. Por ello es de vital importancia que cualquier acuerdo al que se llegue quede incluido en este contrato, ya que es el respaldo del importador y exportador

en caso de cualquier inconveniente (Lavanda y Tabra, 2005).

Como mencionan Arias *et al.* (2013), es posible que a causa de un mal uso o interpretación inadecuada de estos términos genere sobrecostos en el transporte internacional de las mercancías. Otro de los riesgos es la pérdida de oportunidades comerciales a causa de desconocimiento en cuanto a la transferencia de responsabilidades entre el exportador e importador. Por tanto, la principal recomendación es investigar adecuadamente estos términos para seleccionar el más oportuno en cada caso, especialmente cuando se produce una actualización como la ocurrida más recientemente en el 2020.

En resumen, el proceso de logística para la exportación se divide en cuatro pasos, posterior a la inscripción como exportador. En primer lugar, se debe determinar la clasificación arancelaria de las mercancías. El segundo punto corresponde a negociar los términos de compraventa con el importador para posteriormente tramitar los documentos requeridos según el INCOTERM. Una vez recopilados todos los documentos se debe esperar la autorización de levante en la aduana de salida.

La relación comercial de Costa Rica con Centroamérica y Estados Unidos en la exportación de muebles y manufacturas de madera se encuentra amparada por un acuerdo comercial regional. Así mismo, es posible consolidar que el proceso de exportación de estos productos no presenta grandes diferencias con los

requisitos para la exportación de otros bienes tradicionales; sin embargo, este sector productivo cuenta con herramientas limitadas que les faciliten el acceso a mercados internacionales.

El constante intercambio de mercancías entre países es reflejo del proceso de globalización que se vive y aunque ofrece acceso a mercados más grandes, también representa un reto de adaptación a nuevas tecnologías, procesos de internacionalización y exigencias de mercado. Por ello es necesario crear y difundir información pertinente sobre las posibilidades de los pequeños y medianos artesanos para acceder a dichos mercados con condiciones que se adapten a su escala de producción.

Referencias

- Arias, C., Estupiñan, M., González, I. (2013). *Recomendaciones para la selección, aplicación y aprovechamiento de los nuevos términos de negociación internacional INCOTERMS 2010, en el desarrollo de las operaciones logísticas de exportación*. Bogotá, Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/9284/AriasMoraIvanCamilo2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bernabé, J. (2018). Evaluación de un ensayo de procedencias/ progenie de *Swietenia macrophylla* King establecido en La Balsa, Veracruz. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Cámara de Comercio Internacional (ICC). (2020). *INCOTERMS 2020*. París, Francia. <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>
- Cascante, G., Navarro, M., Pérez, N. (2015). *El e-business como herramienta para el fortalecimiento y la internacionalización de las mipymes costarricenses: propuesta de una estrategia para el sector Neo Artesanal costarricense*. (Memoria de Seminario de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Administración Aduanera y Comercio Exterior). Universidad de Costa Rica, San José
- Decreto ejecutivo 41627. *Formato de la Declaración Única Centroamericana (DUCA) y su Anexo II: Instructivo de llenado de Declaración Única Centroamericana (DUCA), Resolución N° 409-2018 (COMIECO-LXXXV)*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Costa Rica, 19 de diciembre de 2008. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=88685](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=88685http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=88685)
- Huaman, K. (2015) *Análisis del impacto de los INCOTERMS en el proceso logístico de negociación de mercancías destinadas a la importación o exportación*. Universidad técnica de Machala, Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4381/1/ECUACE-2015-CI-CD00050.pdf>
- Lavanda, F., Tabra, E. (2005). *Negocios Internacionales: contrato de compra-venta internacional*. (1.a ed). Perú. https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=31LaaxWk7WgC&oi=fnd&pg=PA15&ots=DeNw_Mt5ki&sig=pw1jbsxPAuWT6eq_KFyAmh11IwU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Ministerio de Hacienda. (2019). *Declaración Única Centroamericana entró en vigor hoy 7 de mayo*. [Comunicado de prensa]. <https://www.hacienda.go.cr/noticias/15133-declaracion-unica-centroamericana-entro-a-regir-hoy-7-de-mayo>
- Naciones Unidas. (2011). *Convención de las Naciones Unidas sobre los Contratos de Compraventa Internacional de Mercaderías*. Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional. Nueva York, Estados Unidos. <https://www.uncitral.org/pdf/spanish/texts/sales/cisg/V1057000-CISG-s.pdf>
- Organización Mundial de Aduanas. (2018). *Directrices para la certificación de Origen*. Bruselas, Bélgica. <http://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/>

[es/pdf/topics/origin/instruments-and-tools/guidelines/guidelines-on-certification-endorsed_es.pdf?db=web](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/world_trade_report16_s.pdf)

Organización Mundial del Comercio. (2016). Informe Sobre el Comercio Mundial 2016: Igualdad de Condiciones para el Comercio de las Pymes. https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/world_trade_report16_s.pdf

Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER). (2016). *Guía informativa sobre temas de comercio exterior*. Centro de Asesoría para el Comercio Exterior (CACEX). San José, Costa Rica. https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/guia_informativa_sobre_temas_de_comercio_exterior2020-03-17_17-54-02.pdf



Ingeniera en gestión ambiental graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (melissa.solorzano.araya@una.cr)

Análisis del ciclo de vida ambiental de la producción de leche de cabra en una pequeña empresa láctea en Costa Rica

..... | **Melissa Xemena Solórzano Araya** |



La elaboración de productos lácteos caprinos representa una actividad destacada a nivel mundial, con un auge en la fabricación de diferentes productos alimenticios (Barłowska *et al.*, 2019, Salum *et al.*, 2019, Santos *et al.*, 2017). Las cabras producen leche de alta calidad, la cual, se adapta fácilmente a la manipulación y a las condiciones ambientales (Catunda *et al.*, 2016). Además, esta posee distintos minerales que le otorgan una variedad de cualidades nutricionales (Lima *et al.*, 2013). Por su parte, la crianza de estos animales generalmente no requiere de altos insumos en términos tanto de alimento como de alojamiento y sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son de menor importancia si se compara con los sectores de ganado lechero, vacuno, ovino y venado, debido al bajo número de fincas y animales criados que se requiere (Pulina *et al.*, 2018; Zucali *et al.*, 2020).

No obstante, tal como sucede con cualquier otro tipo de actividad, el procesamiento de la leche y la producción láctea son responsables de la generación de impactos ambientales significativos que pueden afectar al ambiente y a la sociedad

en general (Santos *et al.*, 2017). Por tanto, es fundamental que estos sistemas de producción reduzcan sus impactos.

A nivel internacional existe una necesidad de que los países avancen hacia una agenda integral que contempla 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); dentro de estos, los ODS 2, 12 y 13 establecen metas que incluyen aplicar prácticas agrícolas resilientes, que aumenten la producción al mismo tiempo en el que contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, promuevan un uso eficiente de los recursos, fomenten la sensibilización y educación a los consumidores y propongan adoptar medidas urgentes ante la crisis climática y sus efectos (Acuña, 2017; Naciones Unidas, 2016). Análogamente, impulsar la sostenibilidad en la cadena de suministro de productos lácteos ha llamado también la atención de los gobiernos, productores, consumidores e inversores alrededor del mundo (Dalla *et al.*, 2017). Esto ha propiciado el surgimiento de diferentes alternativas, con la visión de minimizar los efectos y repercusiones ambientales asociadas a la producción de este tipo de alimentos.

Una alternativa eficaz para reducir los impactos ambientales asociados a la producción de alimentos es cuantificar la sostenibilidad ambiental de procesos, bienes y servicios por medio del Análisis del Ciclo de Vida o ACV (Winter *et al.*, 2017). Este se refiere a una herramienta de gestión ambiental, reconocida mundialmente, que considera la vida de un

bien, servicio o proceso a partir de las materias primas utilizadas, continuando con el sistema de producción, transporte, distribución, uso o consumo, reutilización y su disposición final (Marino *et al.*, 2016).

El ACV puede brindar oportunidades de mejora no solo para la reducción de los impactos ambientales, sino también en aspectos relacionados con la eficiencia y rentabilidad de la producción de una determinada empresa u organización (Santos *et al.*, 2017). Es decir, comprende un instrumento que proporciona datos e información que pueden ser utilizados por diferentes sectores para la toma de decisiones estratégicas, ampliando de esta manera sus aplicaciones más allá del terreno ambiental.

En Costa Rica, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) constituyen una unidad productiva fundamental a nivel nacional, ya que gran cantidad de estas se encuentran asociadas al sector agroalimentario. González *et al.* (2016), señalan que, por ejemplo, la producción de leche de especies caprinas representa actualmente un segmento de un mercado muy atractivo para diferentes productores. Bajo esa perspectiva, es acuciante que este tipo de empresas establezcan una adecuada y estratégica responsabilidad social empresarial, ya que, según lo explican Campos y Bermúdez (2020), estos aspectos le permiten a la organización y al recurso humano ser más competitivos y sostenibles, así como posicionarse en el camino de la excelencia y de la calidad empresarial. Por tanto, es



Producción caprina. Fotografía: Facebook de Capra del Rodeo. <https://www.facebook.com/capradelrodeo/>

necesario concretar acciones que impulsen el crecimiento y la competitividad de las PYMES en el país.

Desde el año 2016, el Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME) de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), ha propiciado el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas mediante el desarrollo de actividades de investigación y extensión universitaria. Del mismo modo, con el propósito de alcanzar la meta país de carbono neutralidad, PROCAME también se ha dado la tarea de promover la gestión ambiental en este tipo de empresas por medio de una visión de sustentabilidad, llevada a cabo a través del intercambio de conocimientos entre la academia y el sector privado, brindando así valor agregado y acompañamientos a estas organizaciones.

Entre algunas de las principales PYMES que han participado en dichas iniciativas destaca Ganadería Capra El Rodeo, la cual, corresponde a una finca dedicada a la producción de productos lácteos, especialmente de origen caprino; en la que recientemente se efectuó una evaluación basada en un enfoque de ACV para la evaluación ambiental del proceso productivo de la leche de cabra, con el propósito de identificar puntos críticos

en su cadena de producción y la recomendación de oportunidades de mejora para la reducción de sus impactos ambientales.

El desarrollo de este estudio se basó en normas aceptadas internacionalmente tales como la ISO 14040:2006 Gestión Medioambiental/Análisis de ciclo de vida/ Principios y marco de referencia y la ISO 14044: 2006. Gestión Medioambiental/Análisis de ciclo de vida/Requisitos y directrices. En su estructura establecen que para los estudios de ACV se deben seguir cuatro pasos: (1) definición de objetivo y alcance, (2) análisis de inventario, (3) evaluación de impacto e (4) interpretación de los resultados.

Para el análisis de los datos se optó por utilizar el software *SimaPro Analyst*, versión 9.0.0.49 y en la fase de evaluación de impacto del ciclo de vida se utilizó el método *ReCiPe Endpoint (H)*, en donde se analizaron las categorías de daño a la salud

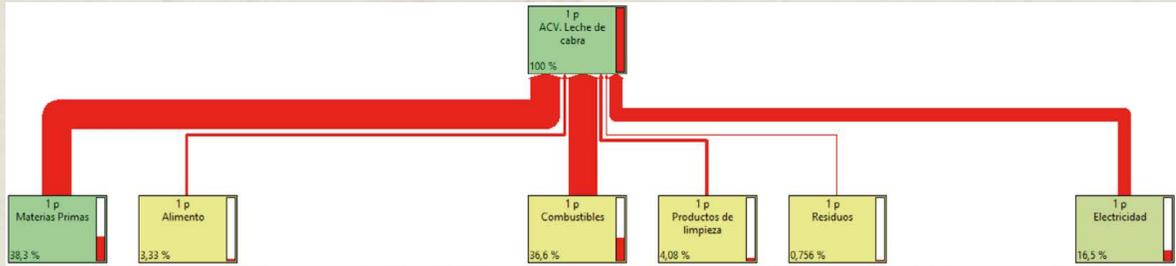


Figura 1. Diagrama del análisis del ciclo de vida ambiental para la producción de leche de cabra, en la Ganadería Capra El Rodeo, según el método IPCC 2012. Valor de corte 2.9 %.

humana, daño a los ecosistemas y daño a la disponibilidad de recursos. Simultáneamente, esta evaluación también consideró el análisis de la huella de carbono del producto, empleando para ello el método IPCC 2013, disponible también en el software.

Para la elaboración de un ACV, primeramente, se estableció como unidad funcional, es decir, como la base de referencia de los cálculos, a 25 cabras. Su alcance se establece desde el punto en el que una cabra nace hasta el momento en el que la leche es vendida en la finca, lo que significa que sigue el enfoque de la “cuna a la puerta”. Además, esta evaluación no consideró la administración de medicamentos y antibióticos. No obstante, se recomienda para futuros estudios contemplarlos. Similarmente, las fases de envasado y distribución no se incluyeron en el sistema de producción de la leche de cabra, dado que estos procesos no son realizados en la finca.

En cuanto a la etapa de análisis de inventario, el ACV requiere para su desarrollo la identificación de las entradas y salidas asociadas a cada una de

las fases del sistema productivo. En este caso en particular, se tomaron en cuenta los subsistemas: materias primas, agua, electricidad, combustibles, alimentos, productos de limpieza y residuos. Cabe destacar que todos los datos de consumo fueron obtenidos a partir de los registros e información brindada por los dueños de la finca. Los resultados obtenidos se presentan en la **Figura 1**.

Se puede determinar que los subsistemas de materias primas (38.3 %), combustibles (36.6 %) y electricidad (16.5 %) fueron los sobresalientes en todo el ciclo en términos de $\text{kg CO}_{2\text{eq}}$, los cuales son relevantes en la huella de carbono (**Figura 2**).

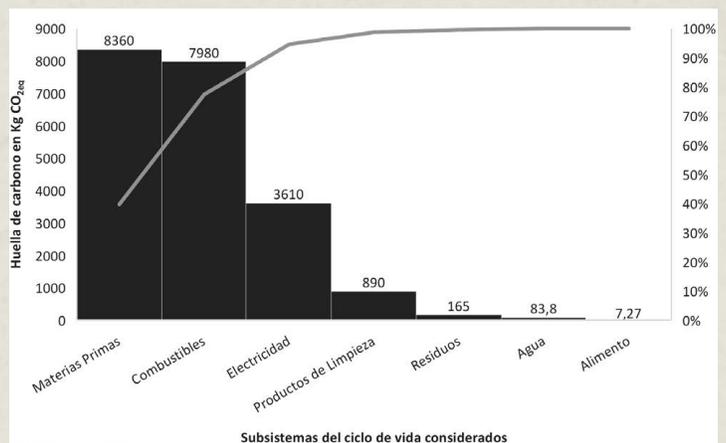


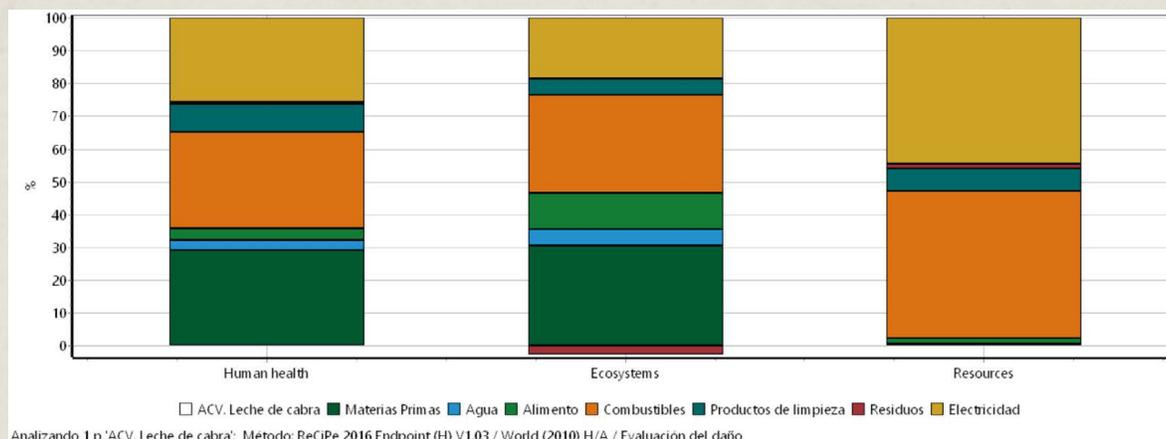
Figura 2. Representación gráfica de la huella de carbono de la producción de leche de cabra, en la Ganadería Capra El Rodeo.

Cabe mencionar que el subsistema de las materias primas considera las emisiones producidas como subproducto de la fermentación entérica por las cabras. Distintos autores señalan que los pequeños rumiantes tienen un potencial de emisión de metano (CH_4) más bajo por fermentación entérica en comparación con otros tipos de ganado (Kim *et al.*, 2013; Lima, 2013). Sin embargo, los resultados obtenidos indican la necesidad de establecer oportunidades de mejora en este aspecto. Si bien es cierto, las emisiones que tienen lugar en el aparato digestivo de los animales no se pueden eliminar completamente, estudios científicos han determinado que cambios en las dietas son opciones de mitigación valiosas, ya que incluyen estrategias que afectan directa o indirectamente el metabolismo en rumiantes y por tanto, pueden disminuir dichos efectos (Marino, 2016).

Por medio del método ReCiPe 2016 Endpoint (H) se identificó que los

subsistemas mencionados anteriormente también ocasionan una contribución importante en las categorías de impacto seleccionadas para el estudio. Especialmente, se observa que el consumo tanto de combustibles como de electricidad afecta mayoritariamente a la disponibilidad de recursos (Figura 3), lo que infiere que se debe priorizar la implementación de medidas en estas áreas.

Una vez identificados los puntos críticos del proceso productivo de la leche de cabra, se establecen las medidas y acciones en las que se deben orientar los esfuerzos para avanzar hacia la sostenibilidad. En este sentido, en cuanto a las materias primas, distintas investigaciones sugieren la sustitución de la soja o concentrados, alimentos que son brindados a las cabras de la finca de este estudio, por otros que generen menos impactos ambientales, al tiempo que no comprometan los requisitos nutricionales



Analizando 1 p 'ACV. Leche de cabra': Metodo: ReCiPe 2016 Endpoint (H) V1.03 / World (2010) H/A / Evaluación del daño

Figura 3. Evaluación del daño de impactos ambientales asociados a la producción de leche de cabra, en la Ganadería Capra El Rodeo, según el método ReCiPe 2016 Endpoint (H).

de las cabras y que no representen dificultades económicas para la finca.

Los aceites de girasol, almendra, semilla de algodón, coco y linaza son ingredientes alimenticios que, en las dietas altas en forrajes, pueden disminuir la emisión de metano hasta en un 50 %, ya que estos aceites tienen efectos sobre los parámetros de fermentación a nivel del rumen (Casasola y Villanueva, 2015). Asimismo, Soares *et al.* (2019), evaluaron el efecto del manejo ambiental y las estrategias de alimentación en la producción de leche en otro tipo de animales rumiantes y obtuvieron que la capacidad de producción aumentó al mejorar la calidad de los alimentos y el manejo de las prácticas agrícolas. Por tanto, incorporar estas acciones pueden ayudar a la PYME a disminuir sus efectos.

En cuanto al uso de los combustibles, el consumo está asociado a maquinaria como tractores, máquinas para cortar césped, cuadracillos y otros usados específicamente para operaciones de mantenimiento dentro de la finca. Se recomienda la verificación y registro constante de las condiciones y funcionamiento de estos, de manera que se controle su eficiencia periódicamente. En referencia al consumo eléctrico, actualmente la finca se encuentra valorando un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema solar fotovoltaico en sus instalaciones, con miras en mejorar la eficiencia de producción y reducir los impactos asociados.

En este estudio se demuestra el valor de la aplicación de la gestión ambiental en actividades como la producción de leche caprina. Se teoriza que la disminución de los efectos ambientales sin comprometer la competitividad y el rendimiento productivo puede promover mejoras a nivel social y económico, pero es necesario trabajar en estrategias y acciones concretas. De igual forma, se determinó que optar por herramientas como el *análisis de ciclo de vida* (ACV), es crucial para planificar estrategias de mitigación efectivas dentro de diferentes áreas y procesos de un sistema productivo, por lo que su medición en actividades comerciales como la evaluada en este artículo, es fundamental si lo que se desea es avanzar por el camino de sostenibilidad.

Referencias

- Acuña, D. (2017). *Estrategia de sustentabilidad para el sector lechero*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -ODEPA. <https://odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/2539/LecheSustentable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barłowska, J., Pastuszka, R., Rysiak, A., Król, J., Brodziak, A., & Kędzierska-Matysek, M. (2019). Physicochemical and sensory properties of goat cheeses and their fatty acid profile in relation to the geographic region of production. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 699-708
- Campos, D., & Bermúdez, L. (2020). PYMES, responsabilidad social y desarrollo sostenible. *InterSedes*, 21(43), 131-151. <https://doi.org/10.15517/isucr.v21i43.41989>
- Casasola F., Villanueva C. (2015). Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica. CATIE.

- http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8331/Buenas_practicas_para_la_mitigacion_al_cambio_climatico.pdf
- Catunda, K., Aguiar, E., Silva, J., & Rangel, A. (2016). Leite caprino: Características nutricionais, organolépticas e importância do consumo. *Revista Centauro*, 7, 34-55
- Dalla, A., Burek, J., Kim, D., Thoma, G., Cassandro, M., & de Marchi, M. (2017). Environmental life cycle assessment of Italian mozzarella cheese: Hotspots and improvement opportunities. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 7933–7952. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12396>
- González, G., Jara, V., Garro, J., y Quesada, R. (2016). Producción y demanda caprina en Costa Rica. El caso de la Zona Norte. ResearchGate, 1-14. https://www.researchgate.net/publication/299107659_Produccion_y_demanda_caprina_en_Costa_Rica_El_caso_de_la_Zona_Norte
- Kim, D., Thoma, G., Nutter, D., Milani, F., Ulrich, R., & Norris, G. (2013). Life cycle assessment of cheese and whey production in the US. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 1019-1035
- Lima, A. (2013). *Metabolismo Energético e Produção de Metano em Cabras da Raça Anglonubiano* Master Dissertation Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, Brazil.
- Marino, R., Atzori, A., D'Andrea, M., Iovane, G., Trabalza, M., & Rinaldi, L. (2016). Climate change: Production performance, health issues, greenhouse gas emissions and mitigation strategies in sheep and goat farming. *Small Ruminant Research*, 135, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.012>
- Naciones Unidas. (2016). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pulina, G., Milán, M., Lavín, M., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., Thomas, D., Francesconi, A., & Caja, G. (2018). Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6715-6729. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14015>
- Salum, P., Erbay, Z., & Selli, S. (2019). The compositional properties, proteolytic–lipolytic maturation parameters and volatile compositions of commercial enzyme-modified cheeses with different cheese flavours. *International Journal of Dairy Technology*, 72, 416-426
- Santos, H., Maranduba, H., de Almeida, J., & Rodrigues, L. (2017). Life cycle assessment of cheese production process in a small-sized dairy industry in Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3470-3482. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8084-0>
- Soares, B., Alves, E., Maranduba, H., Silva, F., de Albuquerque S., & de Almeida Neto, J. (2019). Effect of handling and feeding strategies in the environmental performance of buffalo milk in Northeastern Brazil. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 24, 1129-1138
- Winter, L., Lehmann, A., Finogenova, N., & Finkbeiner, M. (2017). Including biodiversity in life cycle assessment – State of the art, gaps and research needs. *Environmental Impact Assessment Review*, 67, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.08.006>
- Zucali, M., Lovarelli, D., Celozzi, S., Bacenetti, J., Sandrucci, A., & Bava, L. (2020). Management options to reduce the environmental impact of dairy goat milk production. *Livestock Science*, 231, 103888. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103888>



Ingeniera en gestión ambiental, graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (valeiton96@gmail.com)

Caracterización de la contaminación por ruido del casco central de San Rafael de Heredia, Costa Rica

Valeria Leitón Álvarez

A nivel mundial la contaminación por ruido se ha convertido en la segunda amenaza medioambiental, creciendo proporcionalmente con el incremento poblacional (Berrezueta et al., 2018). La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que aproximadamente el 5 % (o 360 millones) de los habitantes del mundo tiene una discapacidad auditiva, producto de la exposición al ruido excesivo (Śliwińska y Zaborowski, 2017). De acuerdo con Akintunde et al. (2020), el ruido es un nivel de sonido inaceptable que crea molestias, obstaculiza la paz mental y física y puede inducir un daño severo a la salud; además mencionan como fuentes: el tráfico rodado, aviones, equipos de construcción, industria, y otras actividades humanas.

Estudios realizados en varios países revelaron que la principal fuente de ruido urbano proviene del tráfico vehicular (Bostanci, 2018). Este no es un fenómeno exclusivo de los países desarrollados, sino también de aquellos que se encuentran en desarrollo, y que implica un peligro para la salud ambiental, por lo que debe atenderse (Zamorano et al., 2019). Este fenómeno acústico se considera como

contaminante dado que produce diferentes afectaciones al ser humano, causando: molestia, dificultad para conciliar el sueño, dolor de cabeza, estrés, insomnio, hipertensión, discapacidad auditiva, trastornos gastrointestinales, entre otros (Chaux y Acevedo, 2019).

El control del ruido en comparación con otros contaminantes se dificulta por no contarse, en muchos casos, con el conocimiento de los niveles de ruido en la zona de estudio (Morales, 2017). Para su solución, se utilizan mapas de ruido, que indican el estado actual de la contaminación por ruido de una ciudad. También, ayudan a visualizar la distribución del ruido y en la planificación para mitigar los efectos adversos del ruido (Bostanci, 2018; Oyedepo et al., 2019), además de determinar y catalogar los usos del suelo e implementar un plan de ordenamiento ambiental territorial sobre el ruido (Berrezueta et al., 2018).

Así, el propósito de este trabajo fue el de caracterizar el nivel de

contaminación por ruido presente en el casco central del distrito de San Rafael de Heredia, Costa Rica mediante el uso de estaciones de monitoreo acústico y la elaboración de un mapa de ruido utilizando el software de modelación CadnaA. A partir de los resultados se podrá evaluar el cumplimiento con los límites de ruido establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (Decreto No. 39428-S, 2015). Dicho proyecto se realizó en conjunto con el Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME) de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional.

Para el desarrollo de este estudio, se realizaron mediciones en total 8 puntos (Figura 1). La toma de datos se realizó del 1 al 15 de septiembre del 2020. Además, se utilizó como guía el Protocolo de Ruido Ambiental de Colombia (República de Colombia, 2006) y la ISO 1996-2 (2009), ya

que en Costa Rica no existe una metodología para la creación de mapas de ruido.

Se utilizaron cuatro estaciones de monitoreo de ruido Svantek SV 307, los cuales integran un sonómetro clase 1 según los requisitos de la IEC 61260:2002 e IEC 61672-1:2013. Los equipos se ubicaron entre 5 m a 6 m de altura en posición horizontal y el panel en dirección opuesta como se muestra en



Figura 1. Ubicación de los puntos de monitoreo en San Rafael de Heredia. Elaborado utilizando la plataforma GoogleEarth.

la **Figura 2**. La instalación de los equipos la realizó la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).

Se utilizó el software CadnaA versión 2020 MR1 bajo la licencia de la Universidad Nacional para la creación del mapa de ruido. Este software permite predecir y evaluar el ruido ambiental producido por diferentes fuentes, tales como industriales, aéreas o por tráfico vehicular (Calderón y Tacuri, 2016). El modelo de cálculo utilizado fue el modelo alemán RLS 90/DIN 1800.

Para la evaluación de los niveles de ruido diurno (6 a.m. a 8 p.m.) y nocturno (8 p.m. a 6 a.m.) en cada punto de monitoreo, se realizó la comparación de los *niveles de presión sonora continuo equivalente* en decibeles A (dBA) del **Decreto N° 39428-S (2015)** para los dos horarios en la zona receptora comercial (**Cuadro 1**). Cabe mencionar que las mediciones se realizaron bajo las restricciones sanitarias por la emergencia nacional presentada por la COVID-19.

Para obtener la incertidumbre de la medición, se siguió lo establecido en la norma INTE/ISO/IEC 98-3:2017, la cual

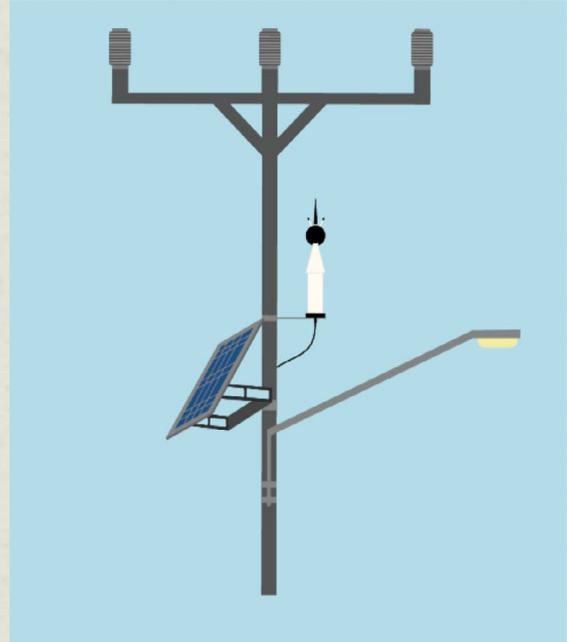


Figura 2. Esquema colocación de los equipos de monitoreo en los postes de luz.

establece los lineamientos para la evaluación de la incertidumbre por medio de la Ley de Propagación de la Incertidumbre. Una vez finalizado el monitoreo acústico ambiental en el casco central de San Rafael de Heredia, se realizó el procesamiento de los datos y el cálculo del nivel de presión sonora continua equivalente ponderados A (Leq(A)) utilizando el software estadístico

Cuadro 1. Límites de niveles de sonido en decibeles A (dBA) para cada fuente emisora según horario.

Zona receptora	Horario	
	Diurno	Nocturno
Zona Residencial	65	45
Zona Comercial	70	55
Zona Industrial o Agrícola/pecuaria	70	60
Zona Tranquila	50	45
Zona mixta	70	45

Fuente: Decreto N° 39428-S (2015).

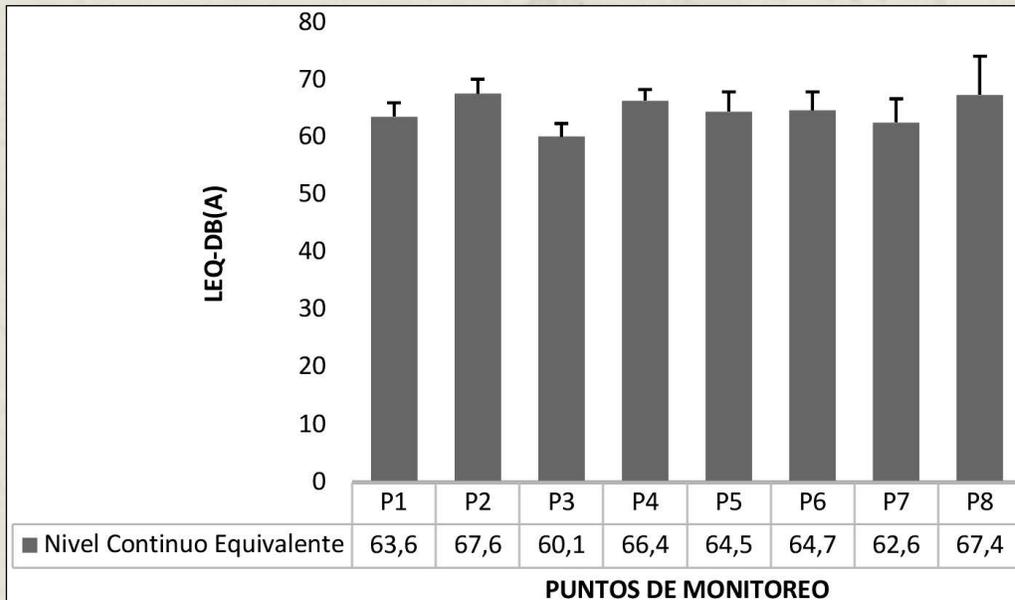


Figura 3. Nivel continuo equivalente durante el periodo diurno.

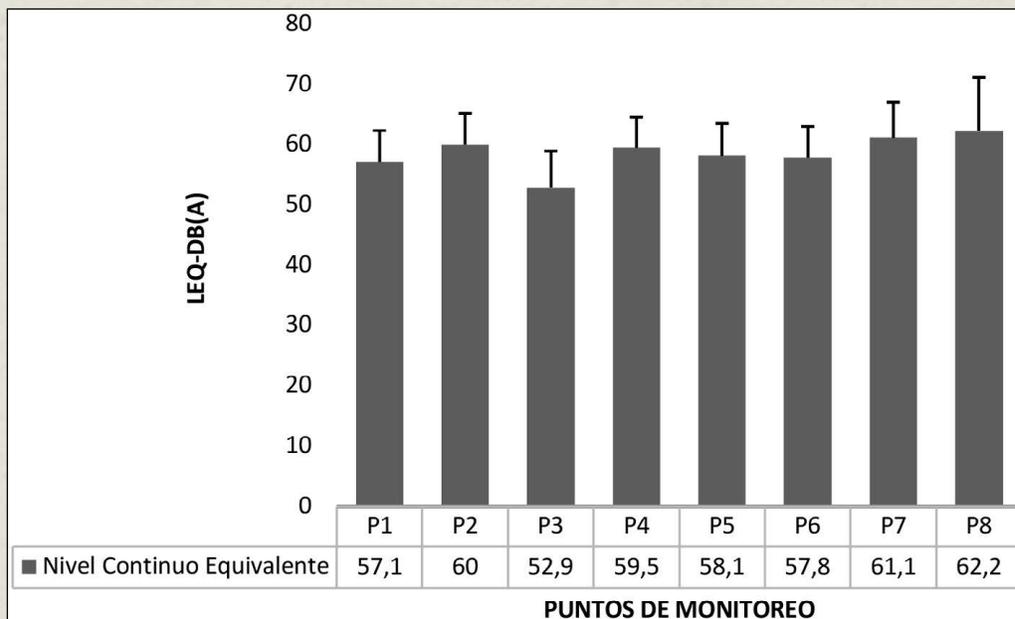


Figura 4. Nivel continuo equivalente durante el periodo nocturno.

Excel. Los resultados se muestran en las Figuras 3 y 4 y se puede observar que el P3 presenta en los dos horarios los menores niveles de ruido, caso contrario al P8,

el cual presentó los niveles de ruido más altos a lo largo del monitoreo. Respecto al P8, este corresponde al punto ubicado cercano a la escuela Pedro María Bonilla y se

registraron niveles de 67.4 ± 6.7 dBA para el horario diurno y 62.2 ± 8.9 dBA para el horario nocturno. [Lozano y Figueroa \(2020\)](#) indican que el ruido del tráfico vehicular y del comercio, a partir de los 35 dBA en las aulas escolares, generan interferencia en la comunicación oral de los alumnos y produce efectos negativos sobre el rendimiento académico.

La INTE/ISO/IEC 98-3:2017 menciona que el resultado de una medición es sólo una estimación del valor del mensurando, y únicamente se halla completo cuando está acompañado de la incertidumbre de dicha estimación. Por ejemplo, en la **Figura 3** el P8, a pesar de que el L_{eqA} obtenido fue de 67.4 dBA, con el cálculo de la incertidumbre en su límite superior sobrepasa los 70 dBA, lo cual incumpliría con el límite nacional establecido; lo mismo sucede con el P2 en el mismo periodo mientras que los demás puntos sí cumplen con el límite para horario diurno en la zona comercial (**Cuadro 1**). Por su parte, los resultados de las mediciones en horario nocturno no cumplen con el límite nacional en ningún punto (**Figura 4**); aun considerando la existencia de restricciones vehiculares sanitarias. Sumado a lo anterior, el valor guía de la OMS en el tráfico durante el día se fija en 70 dBA, mientras que el valor durante la noche se fija en 45 dBA, evidenciando que la proporción de personas expuestas a los niveles de ruido que superan los valores de referencia de la OMS son mayor durante la noche que durante el día ([Paschalidou et al., 2019](#)).

Adicionalmente, los puntos 2, 4 y 6 se encontraban ubicados a lo largo de la calle 39, la cual es una carretera nacional, en donde se registraron mayores valores de ruido en comparación al punto 5 de la avenida 35, en donde se concentra la mayor cantidad de comercios de la zona, siendo las vías de mayor aforo vehicular las que presentan mayores niveles de presión sonora. Las vías de la avenida 35 y un trayecto de la calle 39 son de un solo sentido, mientras que las de la avenida 33 son de doble sentido, por tanto, los sitios con doble vía registraron los mayores niveles de L_{eqA} . [Mier \(2017\)](#) menciona que, en términos generales, el 80 % del nivel de ruido es debido a vehículos a motor, el 10 % a las industrias, el 6 % a ferrocarriles y el 4 % a bares, locales públicos, discotecas y talleres industriales. Aunque los niveles de sonido en el entorno no son tan altos para causar daño a la audición, el sonido puede ser molesto y causar estrés, alteraciones del sueño y disminución del rendimiento ([Mier, 2017](#)). [Morales \(2017\)](#) señala que una de las fuentes predominantes de contaminación sonora es la congestión del parque automotor seguido de los locales comerciales, coincidiendo que ambos factores se suscitan en la zona. Según [Ramazani et al. \(2018\)](#), en zonas comerciales, la mayoría de las actividades son realizadas en un horario establecido; sin embargo, para algunas áreas, hay una carga de tráfico constante durante todo el día.

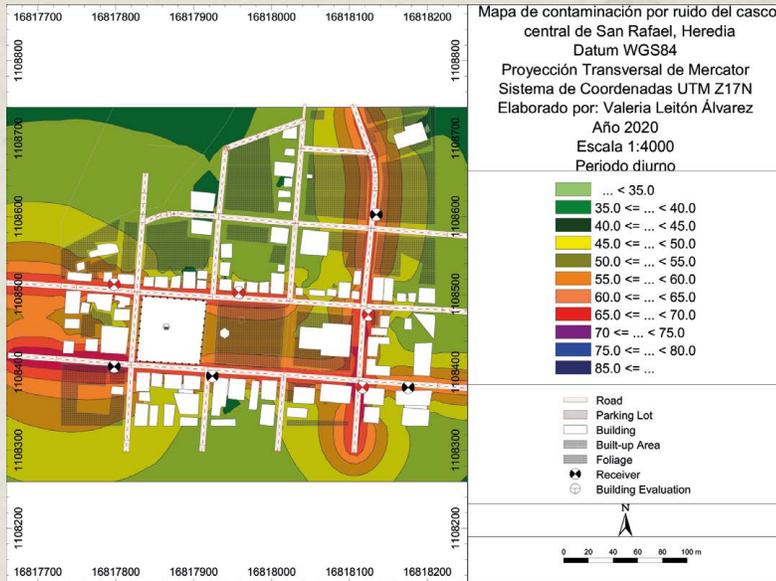


Figura 5. Mapa de contaminación por ruido del casco central de San Rafael para el periodo diurno.

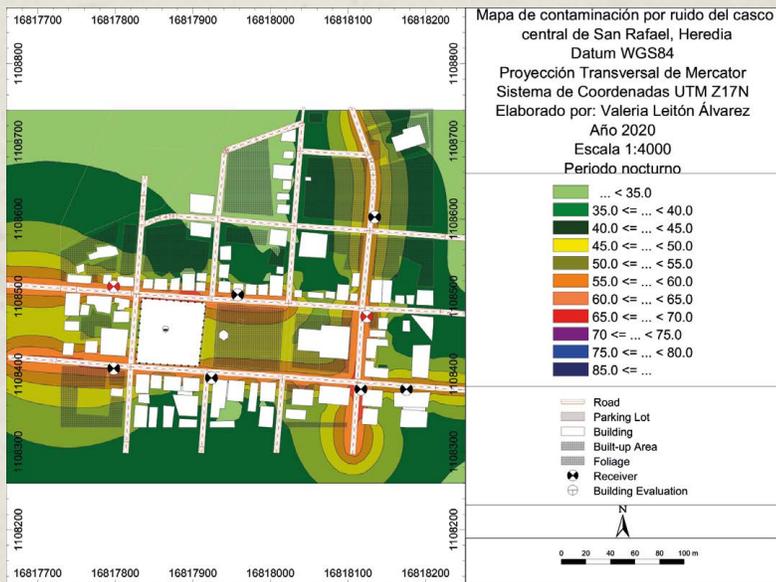


Figura 6. Mapa de contaminación por ruido del casco central de San Rafael para el periodo nocturno.

Para un mejor entendimiento y visualización de la distribución del ruido en la zona de estudio, en las **Figuras 5 y 6** se presentan los mapas según los horarios

evaluados utilizando el software CadnaA.

En el mapa presentado para el periodo diurno (**Figura 5**), se puede observar que los niveles de presión sonora son más elevados, y que la distribución del ruido cambia según las edificaciones o la presencia del parque central. También, se denota que las carreteras son las principales fuentes de emisión, diferenciándose las vías que emiten mayores niveles de ruido. Durante el periodo nocturno (**Figura 6**) los niveles de presión sonora son más bajos debido a la variación del flujo vehicular y actividad comercial con respecto al periodo diurno, amplificado por las restricciones sanitarias vehiculares.

A nivel nacional, en el 2018 se realizaron tres mapas de contaminación por ruido en los cascos urbanos de Heredia, Alajuela y Belén. Para el caso de Heredia, se obtuvieron valores desde 65 dBA hasta los 104

dBA; Belén presentó niveles de 41.6 dBA y 74.8 dBA, finalmente en Alajuela se registraron valores desde 65 dBA hasta los 70 dBA (Bermúdez et al., 2018); caso similar

presentó Moya y Monge (2015), quienes desarrollaron un mapa de ruido para el casco central de San José, en donde se obtuvo que todos los sitios muestreados presentaron niveles de ruido superiores a los que establece la legislación. Es importante recalcar que dichos resultados se obtuvieron antes de la emergencia sanitaria provocada por la COVID-19 y sin la presencia de restricciones; sin embargo, da una idea de la contaminación por ruido a nivel país.

La generación de mapas de ruido contribuye a la planificación urbana y al desarrollo sostenible. No obstante, la mayoría de los estudios sobre los efectos del uso del suelo tienen limitaciones metodológicas debido a que no han investigado los niveles de ruido. Así, es necesario innovar la gestión del paisaje sonoro como una tarea holística (Lercher, 2019), ya que la evaluación de este indicador aportará a las políticas públicas, planificación y acciones que tienen que gestionar y desarrollar los gobiernos e instituciones relacionadas con el desarrollo territorial, que mitiguen el ruido a niveles de aceptabilidad (Calero et al., 2017).

En conclusión, existe contaminación por ruido en San Rafael de Heredia aun considerando las restricciones vehiculares sanitarias consecuencia de la COVID-19. Se insta a crear un protocolo de generación de mapas de ruido en Costa Rica, siendo estos instrumentos fundamentales para la generación de planes de mitigación sonora y el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de la población.

Referencias

- Akintunde, E. A., Bayei, J. Y. y Akintunde, J. A. (2020). Noise level mapping in University of Jos, Nigeria. *GeoJournal*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10135-w>
- Bermúdez Hidalgo, L., Castro Solís, J., Vetrani Chavarria, K., Murrell Blanco, M., Barraza, D. y Méndez Flores, M. (2019). Creación de mapas acústicos en los cantones de Heredia, Alajuela y Belén, como indicadores de la contaminación sónica. *Revista Geográfica de América Central*, 4(61E), 175-195. <https://doi.org/10.15359/rgac.61-4.9>
- Berrezueta Berrezueta, J., Berrú Cabrera, J., Oyola Estrada, E. y Zambrano Zambrano, W. (2018). Metodología para la elaboración de mapas de ruido urbano en la ciudad de Machala. In *Conference Proceedings*, 2(2), 157-165. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index>
- Bostanci, B. (2018). Accuracy assessment of noise mapping on the main street. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3343-z>
- Calero, M., Calero, L. y Andrade, M. (2017). Indicador ambiental-acústico en la calidad de vida urbana de Guayaquil. *Revista científica Yachana*, 6 (3), 93-100.
- Calderón Peralvo, F. y Tacurri Ortega, C. (2016). *Modelación de ruido por tráfico vehicular en la calle Mariscal Lamar en la Ciudad de Cuenca*. Universidad de Azuay. [Trabajo Final de Graduación, Universidad del Azuay, Ecuador] <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5477>
- Chaux Álvarez, L.M. y Acevedo Buitrago, B. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista científica*, (35), 234-246. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>
- Decreto N°39428-S. Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. 23 de noviembre del 2015. D.O. No. 20 (Costa Rica)
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2017). INTE/ISO/IEC guía 98-3:2017. Incertidumbre de medida. Parte 3: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida

- Lercher P. (2019) Noise in Cities: Urban and Transport Planning Determinants and Health in Cities. In: Nieuwenhuijsen M., Khreis H. (eds) Integrating Human Health into Urban and Transport Planning. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74983-9_22
- Lozano Becerra, E. y Figueroa Llaxa, F. (2020). *Niveles de ruido y percepción de sus efectos en los estudiantes de la institución educativa Rafael Olascoaga, Cajamarca, 2019*. [Trabajo de graduación, Universidad Privada del Norte, Perú.] <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23859/Lozano%20Becerra%20Elida%20-%20Figueroa%20Llaxa%20Flor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mier Tapia, F. (2017). *Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: centro histórico de Quito*. [Tesis de Bachillerato, Quito, Universidad de las Américas, Ecuador]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8315>
- Morales Jiménez, L. (2017). *Evaluación de los niveles de ruido para la elaboración de un mapa acústico diurno del Centro Histórico de Trujillo, 2017*. [Tesis, Universidad César Vallejo, Perú] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22494>
- Moya Bonilla, J. y Monge Monge, E. (2015). *Caracterización de la distribución de los niveles de presión sonora para el casco central del cantón de San José*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6379/Ruido%20San%20Jos%C3%A9.%20Jos%C3%A9%20Moya-%20Evandry%20Monge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oyedepo, S., Adeyemi, G., Olawole, O., Ohijeagbon, O., Fagbemi, O., Solomon, R., Ongbali, S., Babalola, O., Dirisu, J., Efemwenkikie, U. y Adekeye, T. (2019). A GIS-based method for assessment and mapping of noise pollution in Ota metropolis, Nigeria. *MethodsX*, (6), 447-457. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.02.027>.
- Organización Internacional de Normalización (ISO) (2009). UNE-ISO 1996-2:2007. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Paschalidou, A., Kassomenos, P., Chonianaki, F. y Valkouma, T. (2019). 3-year noise monitoring and strategic noise mapping in an extended motorway. *Environmental Science and Pollution Research*, (26), 15608–15616. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04966-w>
- Ramazani, M., Mosaferi, M., Rasoulzadeh, Y., Pourakbar, M., Jafarabadi, M. y Amini, H. (2018). Temporal and spatial evaluation of environmental noise in urban area: a case study in Iran. *Int. J. Environ. Sci. Technol*, (15), 1179–1192. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1462-4>
- República de Colombia. (2006). *Protocolo para la medición de emisión de ruido, ruido ambiental y realización de mapas de ruido*. Resolución 627 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Normas%20ambientales/2001-2010/2009/Protocolo%20de%20ruido%20ambiental.pdf>
- Śliwińska Kowalska, M. y Zaborowski, K. (2017). WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1139. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14101139>
- Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Velázquez Narváez, Y., Vargas Martínez, J.I. y Parra Sierra, V. (2019). Contaminación por ruido y el tráfico vehicular en la frontera de México. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 7(19), 27-35. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67506>



Ingeniera en gestión ambiental, graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (diana.alvfdz@gmail.com)

Propuesta de manual de procedimientos sobre delitos ambientales para el Ministerio de Seguridad Pública

..... | **Diana Paola Alvarado Fernández** |



Los delitos ambientales, son todos aquellos daños al ambiente que constituyen también un delito de carácter social, económico, cultural y ético ([Decreto N° 34136, 2008](#)).

En nuestro país, el Ministerio de Seguridad Pública (MSP) es el que tiene por función preservar y mantener la soberanía nacional, además de contribuir con el cumplimiento del principio de legalidad, haciendo valer lo estipulado en nuestra Constitución Política y las leyes, velando así por la seguridad y orden público del país ([Ley N° 5482, 1973](#)). En materia ambiental, el MSP cuenta con un departamento de gestión ambiental, el cual lleva alrededor de cinco años impulsando acciones en esta materia, tanto en la parte administrativa, como en los diferentes cuerpos policiales de la organización. Este trabajo ha sido exitoso, reflejado así en las excelentes calificaciones obtenidas en su Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI).

Es sabido que el quehacer policial es constantemente riesgoso ([Garriga y Maglia, 2018](#)). No obstante, cuando se atienden delitos ambientales se puede incurrir en situaciones

particulares como contacto con sustancias peligrosas, exposición a aguas contaminadas e incendios forestales o situaciones de crimen organizado y corrupción.

La creación de un manual de procedimientos sobre delitos cometidos contra el ambiente es necesario porque con frecuencia la Fuerza Pública y otros cuerpos policiales como Guardacostas o Policía de Fronteras y Vigilancia Aérea, atienden delitos de naturaleza ambiental; sin embargo, en la mayoría de los casos, estas entidades no son las principales responsables de hacerlo y existe un desconocimiento del proceso para abordar esta clase de denuncias.

Para el desarrollo del manual, se procedió a investigar sobre los delitos ambientales más frecuentes a nivel nacional, conocer el actuar de los cuerpos policiales en la atención de estos e indagar en el marco nacional vigente para especificar sobre cómo debería ser tal abordaje. Aunque se evidenció una gran cantidad de tipos de delitos ambientales, para el desarrollo del manual se tomaron en cuenta los siguientes dada su mayor frecuencia de atención por parte del MSP:

1. Disposición ilegal de residuos sólidos.
2. Contaminación del recurso hídrico y usurpación de aguas.
3. Tala ilegal.
4. Extracción ilegal de huevos de tortuga.
5. Maltrato animal.

En cuanto a residuos sólidos, se conoce que diariamente se disponen ilegalmente alrededor de 1 000 toneladas en lugares no aptos como lotes baldíos o ríos; lo que genera daños al ambiente y a la salud pública (Rojas y Garita, 2017).

Respecto a la contaminación del recurso hídrico y usurpación de aguas, se sabe que los problemas por desabastecimiento en el país son recurrentes y que aún existe alrededor de 426 000 personas sin acceso a agua potable, a pesar de que esta es considerada como un bien de utilidad pública (Valverde, 2013).

Adicionalmente, se ha evidenciado que los árboles son altamente importantes para hacerle frente a problemáticas ambientales graves como el cambio climático, el cual es reconocido por ser una amenaza para el planeta y sus ecosistemas; por lo que es urgente atender su tala ilegal (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, 2011).

Los huevos de tortugas tienen un alto valor ecológico, ya que estos animales son indicadores de la salud de los océanos y mantienen el equilibrio de los ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Energía, 2018); sin embargo, ellas se han visto amenazadas por el consumo insostenible de su carne, la extracción ilegal de sus huevos, caparazón y aceites (González y Melero, 2014).

Finalmente, existe evidencia de que el maltrato y crueldad animal son cometidos con frecuencia en el país, aunque dichos delitos son aún poco denunciados (Pintor, 2012).



Contaminación de playas con residuos sólidos. Fotografía: Sergio Molina-Murillo.

Para cada delito, se tomó en cuenta el marco legal, siguiendo la jerarquización del derecho, en la cual van primeramente los acuerdos, tratados y convenios internacionales, seguido de la constitución política, de leyes, decretos y finalmente, jurisprudencias. Se identificaron las

acciones consideradas como delitos y sus respectivas penas y sanciones, así como también los responsables de la atención de cada delito. En el **Cuadro 1** se muestran algunos ejemplos.

Específicamente la tipificación de los delitos considerados proviene de diversas

Cuadro 1. Ejemplos de delitos y su consecuencia según cada marco legal costarricense.

Delito	Consecuencia
Quema de residuos ordinarios.	Multa de cien a doscientos salarios base.
Contaminación de aguas de dominio público.	Prisión de uno a tres años.
Explotación ilegal de un bosque nacional.	Prisión de seis meses a cuatro años o sanción con quince a cien días multa.
Destrucción de nidos de tortugas marinas.	Multa de cinco a quince salarios base.
Causar daño a un animal doméstico.	Prisión de tres meses a un año.

Nota. Tomado de: Ley N° 8839 (2010), Ley N° 7317 (1992), Ley N° 4573 (1970), Ley N° 8436 (2005).



Ejemplo de delito ambiental. Fotografía: Ministerio de Seguridad Pública.

fuentes. Así, la explotación ilegal de un bosque nacional y el causar daño a un animal doméstico se estipula como delito en el Código Penal ([Ley N° 4573, 1970](#)), mientras que las demás infracciones en la Ley para la Gestión Integral de Residuos ([Ley N° 8839, 2010](#)), Ley de Conservación de la Vida Silvestre ([Ley N° 7317, 1992](#)) y Ley de Pesca y Acuicultura ([Ley N° 8436, 2005](#)). Por su parte, el salario base para el año 2020 se estimó en $\text{¢}450\,200$ ([Circular 227, 2019](#)) y los días multa se deben interpretar como que cada día tiene un valor, el cual se estima en alrededor de

un 20 % a 50 % respecto a los ingresos diarios de la persona condenada.

Para especificar la institución encargada de atender respectivamente cada delito, se establecieron otros cuadros con la información respectiva. En el **Cuadro 2** se presentan algunos ejemplos. Como es posible notar ahí, que solo dos de los cinco delitos ejemplificados deberían ser atendidos por cuerpos policiales del MSP, evidenciando que en la mayoría de los casos no son ellos los primeros responsables en atender muchas de las infracciones ambientales que se cometen diariamente en el territorio nacional.

Cuadro 2. Ejemplos de institución responsable de la atención de un delito ambiental.

Delito	Responsable
Quema de residuos ordinarios.	Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), municipalidades o autoridades policiales.
Contaminación de aguas de dominio público.	Ministerio de Salud o Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).
Explotación ilegal de un bosque nacional.	Ministerio Público.
Destrucción de nidos de tortugas marinas.	Servicio Nacional de Guardacostas o Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INCOPECA).
Causar daño a un animal doméstico.	Ministerio Público.

Nota. Tomado de: Ley N° 8839 (2010), Ley N° 7317 (199), Ley N° 4573 (1970), Ley N° 8436 (2005).

La propuesta de manual además de contener información específica para cada acto delictivo, incluye aspectos generales como el contenido de la denuncia en relación con lo establecido en la Ley General de la Administración Pública (Ley N° 6227, 1978), Reglamento de Procedimientos del Tribunal Ambiental Administrativo (Decreto N° 34136, 2008) y Reglamento del Tribunal de Procedimiento Administrativo Sancionador del Servicio Nacional de Salud Animal (Decreto N° 36475, 2011). Específicamente se incluye:

1. Nombre completo y número de cédula del denunciante.
2. Nombre completo y número de cédula del denunciado (de ser posible).
3. Dirección exacta del lugar de los hechos.
4. Descripción detallada de los actos cometidos contra el ambiente.
5. Pruebas (de ser posible).
6. Correo electrónico, número de fax o dirección del denunciante, para recibir futuras notificaciones.

Finalmente se incluyó el procedimiento de atención del delito. Este se inicia verificando que se tengan los datos necesarios para proceder con la denuncia, seguido de identificar la infracción cometida, lo que permite determinar la institución o cuerpo policial responsable de continuar con la denuncia, y también cuál sería el tribunal correspondiente para iniciar la etapa de investigación y luego la resolución respectiva.

En conclusión, existe un marco legal robusto para cada delito ambiental investigado, que permite hacer frente a estos, e inclusive cuando se hallan vacíos en las leyes, se cuenta con jurisprudencias en temas varios relacionados que tienen carácter de ley. En su mayoría, el abordaje de los delitos ambientales tiene un procedimiento común y la mayoría de los delitos tienen consecuencias congruentes con las infracciones cometidas, que pueden ayudar a su cumplimiento y goce de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Para que dicho manual sea utilizado, además de su ratificación, requiere de divulgación y capacitaciones dirigidas a

la Comisión Ambiental del Ministerio de Seguridad Pública y otros cuerpos policiales para su correcto uso. La población en general también requiere una sensibilización continua para que en primer lugar se eviten dichos delitos.

Referencias

- Circular 227. Salario base sobre el cual se definen las penas a aplicar por la comisión de diversas figuras delictivas contenidas en el Código Penal y demás normativa durante el año 2020. Boletín Judicial N° 4, San José, Costa Rica, 18 de diciembre de 2019.
- Decreto N° 34136. Reglamento de Procedimientos del Tribunal Ambiental Administrativo. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 05 de febrero de 2008.
- Decreto N° 36475. Reglamento del Tribunal de Procedimiento Administrativo Sancionador del Servicio Nacional de Salud Animal. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 13 de enero de 2011.
- Garriga, J. y Maglia, E. (2018). ¿Qué es un policía? Un estudio sobre las representaciones del trabajo policial. *Trabajo y Sociedad*, 31, 15-31.
- González, D. y Melero, D. (2014). El valor de la tortuga marina. Impacto social y económico del programa de conservación e investigación de tortugas marinas de la Fundación Corcovado en Bahía Drake. *Chronica naturae*, 4, 51-65.
- Ley N° 4573. Código Penal. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 15 de noviembre de 1970.
- Ley N° 5482. Ley Orgánica del Ministerio de Seguridad Pública. Colección de Leyes y Decretos, San José, Costa Rica, 24 de diciembre de 1973.
- Ley N° 6227. Ley General de la Administración Pública. San José, Costa Rica, 02 de mayo de 1978.
- Ley N° 7317. Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 30 de octubre de 1992.
- Ley N° 8436. Ley de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 25 de abril de 2005.
- Ley N° 8839. Ley para la Gestión Integral de Residuos. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 13 de julio de 2010.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011 - 2020*. (1ª ed.). Comunicaciones Milenio.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2018). *Estrategia Nacional para la Conservación y Protección de las Tortugas Marinas*. 1 edición. San José, Costa Rica. Pág 56.
- Pintor, Y. (2012). Maltrato animal en Costa Rica y necesario cambio en la legislación. *Ambientico*, 225, 25-26.
- Rojas, J. y Garita, N. (2017). Gestión integral de residuos sólidos aprovechables: experiencia participativa de la comunidad universitaria. *Ambientico*, 264, 45-49.
- Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Ambientales*, 45, 5-12.



Abogada ambiental,
académica en la Escuela
de Ciencias Ambientales,
Universidad Nacional
(maria.cajiao.jimenez@una.
ac.cr)

Parques Naturales Urbanos: Nueva categoría de manejo de áreas silvestres protegidas en Costa Rica

..... || **María Virginia Cajiao** ||

La Ley Orgánica del Ambiente (No. 7554 del 4 de octubre de 1995), enlista en su artículo 32 las categorías de manejo de áreas silvestres protegidas que hasta ese momento existían, estableciendo la posibilidad de crear otras en el futuro. Con el reglamento de la Ley de Biodiversidad, decreto ejecutivo No. 34433 del 11 de marzo del 2008, además de las 7 categorías ya establecidas, se crean dos categorías adicionales, en esta ocasión estrictamente marinas. Hasta entonces el país contaba con 9 categorías de manejo: reservas forestales, zonas protectoras, parques nacionales, reservas biológicas, refugios de vida silvestre, humedales, monumentos naturales, reserva marina y área marina de manejo.

Con el avanzado desarrollo urbano y crecimiento desordenado de la Gran Área Metropolitana, surgió la necesidad de crear una décima categoría con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan en espacios urbanos. Así, el pasado 24 de febrero 2021, el Ministerio de Ambiente y Energía emitió el Decreto Ejecutivo No. 42742-MINAE “Creación y regulación de la categoría de manejo denominada Parques Naturales Urbanos (PANU) y



Los parques urbanos naturales pretenden combinar protección de la biodiversidad y facilidades para el disfrute y recreación de las personas (Fotografía: Sergio Molina-Murillo)

de un Programa Nacional para su promoción e implementación”, vigente desde el 17 de marzo del 2021.

En este sentido surge el concepto de *ciudad verde*, que tiene por objeto valorar, conservar y promover los servicios ecosistémicos que son fundamentales para el bienestar de las personas y para el desarrollo sostenible. Según los considerandos

del Decreto Ejecutivo, *ciudad verde* es aquella ciudad accesible e inclusiva que se gestiona con participación de sus habitantes donde abundan los espacios naturales y la biodiversidad, que impactan de manera directa en su capacidad de resiliencia, siendo su fin último, el máximo bienestar de las personas con bajos niveles de contaminación, mejora en la apropiación del espacio urbano, propicias interacciones positivas para la recreación, salud física y mental, todo bajo un enfoque ecosistémico.

Esta nueva categoría de manejo permitirá la protección, conservación, restauración y disfrute de espacios naturales urbanos y periurbanos, cercanos a áreas de alta densidad poblacional, donde se aprovechen los múltiples beneficios que brindan los espacios

verdes en las ciudades, para la salud física y mental, permitiendo a su vez gestionar espacios más resilientes ante el cambio climático.

Los *parques naturales urbanos* son áreas geográficas ubicadas dentro de zonas urbanas, que poseen ecosistemas terrestres y costeros de valor escénico, biológico, recreativo y ecoturístico, cuya

importancia radica en la necesidad de proteger y conservar su biodiversidad. Los objetivos principales de estos espacios según el artículo primero del Decreto Ejecutivo son:

- a. preservación de ecosistemas naturales remanentes, especialmente aquellos poco representados en otras categorías de manejo;
- b. captura de carbono;
- c. recreación y ecoturismo;
- d. propiciar conectividad biológica con la trama verde de la ciudad, así como con ríos urbanos;
- e. restauración, conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos para el disfrute de habitantes y visitantes;
- f. investigación científica de la biodiversidad y ecosistemas premontanos;
- g. investigación científica para la adaptación de las ciudades a los efectos del cambio climático;
- h. prevención del riesgo de desastres naturales en zonas urbanas;
- i. dinamizar la economía local mediante la promoción de actividades productivas de bajo impacto, enmarcadas dentro de la economía verde, que promuevan la conservación, la primacía de la biodiversidad y el desarrollo local.

Con un esquema de propiedad pública, privada o mixta, esta categoría de manejo tiene, entre otros, el fin de promover en las comunidades locales el uso

responsable de los recursos naturales y el desarrollo de empleos verdes vinculados al área protegida, de la mano con la rehabilitación de los ecosistemas como el bosque húmedo premontano. El Plan General de Manejo de cada área que se establezca bajo esta nueva categoría contendrá la zonificación e indicación de las actividades permitidas y no permitidas.

El artículo 8 de este Decreto Ejecutivo designa en las Municipalidades la posibilidad de establecer esquemas de incentivos conforme a sus competencias y el marco legal, con el fin de promover la adhesión voluntaria de los propietarios a la iniciativa.

Por su parte el Sistema Nacional de Áreas de Conservación será el coordinador del Programa Nacional de Parques Naturales Urbanos. El Decreto Ejecutivo se puede acceder en el siguiente link: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=93919&nValor3=124840&strTipM=TC

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Acerca de la revista *Ambientico*

La revista *Ambientico* es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica.

2. Equipo editorial:

Editor en jefe: Dr. Sergio A. Molina-Murillo
Dr. Manuel Arguello Rodríguez
M.Sc. Wilbert Jiménez Marín
Lic. Luis Poveda Álvarez

3. Público meta

Nuestro público meta está constituido por la sociedad costarricense interesada en conocer sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. De manera específica los artículos de la revista *Ambientico* están dirigidos a personas tomadoras de decisiones de los Poderes de la República, gobiernos locales, docentes de todos los niveles, estudiantes, personas profesionales y aquellas que lideran grupos y comunidades locales.

4. Política de acceso abierto

La revista *Ambientico* ofrece acceso abierto, libre e inmediato de su contenido bajo

el principio de que hacer disponible de manera abierta y gratuita la investigación a la sociedad, fomenta un mayor intercambio de conocimiento local y global. Por tanto, no existe costo por acceso a los artículos por parte de las personas lectoras (usuarios individuales o instituciones), ni por el procesamiento, revisión, envío y publicación de los artículos por parte de las personas autoras.

Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que las personas lectores (usuarios individuales o instituciones) puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

No es necesario solicitar permisos a la persona editora o autora, siempre y cuando el contenido se utilice de acuerdo con la licencia CC BY NC SA 4.0 Internacional, tal y como se explica arriba.

5. Propiedad intelectual

Los artículos publicados se distribuyen bajo una *Creative Commons* Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

basada en una obra en <http://www.ambientico.una.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra. Las personas autoras se comprometen a enviar firmada —junto con el escrito— la Carta de Originalidad y Cesión de derechos.

6. Política sobre plagio

La Revista penaliza el plagio en todas sus formas. La detección del plagio implica la conclusión del proceso editorial en cualquiera de sus etapas. En el caso de artículos ya publicados, estos serán eliminados del acervo y se contactará a las instituciones empleadoras para informar de este tipo de conducta. La Revista velará para que tanto el equipo editorial como el de revisión y autoría cumplan con las normas éticas en el proceso de revisión y publicación de un artículo a través de proceso transparente y libre de plagio. Para más información se recomienda consultar la norma *International Standards for editors and authors* del Comité de Ética en la Publicación (COPE) y las del *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE). Para detectar plagio la revista utiliza el programa Turnitin.

7. Declaración de privacidad

De conformidad con la Ley N° 8968 de Cosa Rica, ley de protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales, la(s) PERSONA(S) AUTORA(S) consienten en facilitarle a la Revista un correo electrónico de contacto, así como los datos personales

necesarios para la identificación de la autoría del artículo. A su vez, autorizan a la Revista a publicar junto con el artículo, los datos personales necesarios (nombre y apellidos, puesto, especialidad, institución, ciudad/país, correo).

8. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de los artículos de la revista *Ambientico* son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas (usar bibliografía en los casos necesarios). De manera general, se reciben artículos cortos (2 000 palabras), claros (entendibles e informativos para una audiencia general no científica), rigurosos (con sustento científico) y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

9. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado al correo ambientico@una.ac.cr

10. Tamaño, formato, elementos gráficos y separaciones internas

- El artículo no excede las 2 000 palabras.
- Escribir a espacio sencillo en letra Calibre tamaño 11.
- **Secciones:** En *Ambientico* no se usan subtítulos para separar secciones (apartados). Para separar secciones, dejar un renglón entre ellas.
- **Párrafos:** Dentro de cada sección, los párrafos inician solamente con una sangría y no requiere agregar renglones entre párrafos.

- Incluir los **Cuadros** en formato Word y no como imágenes o capturas de pantalla.
- **Figuras:** Favor ilustrar el artículo con fotografías, figuras, ilustraciones, mapas, gráficos, etc. Incluir todas estas figuras en el mismo documento de Word *cerca de donde se espera ser presentadas*, pero asegurarse de que sean en alta resolución (300 dpi o mayor a 2Mb). Enviar en Excel los gráficos elaborados en ese programa para su más fácil edición. Incluir debajo de cada fotografía un título descriptivo. Si las figuras —incluyendo fotografías— no son propiedad del autor, deben indicar el nombre de la persona autora.

11. Sobre las personas autoras

- Se requiere enviar aparte, una fotografía del rostro de la persona autora en alta resolución (300 dpi o mínimo 2Mb).
- Solamente incluir el puesto (p. ej. Consultor independiente, Ministro de Ambiente, Profesor de economía), la organización para la que labora, y el correo electrónico.
- En caso de varias personas autoras, la anterior información debe ser provista para cada una de ellas.

12. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas —nunca negritas ni subrayado— para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos

publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

13. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un espacio para separar los grupos de tres dígitos (p.ej., 1 320). Para los decimales ha de usarse punto (p.ej., 1.5 ¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas, y separadas por un espacio del número (p.ej., 50 % o 18.3 mm)

14. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo), se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

15. Palabras clave

Si bien *Ambientico* no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.

16. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 40 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

17. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”. Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

18. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

19. Citas bibliográficas

A partir de la 7ma versión original del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2019), seguimos los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, la persona autora citada es el sujeto de la oración; en la otra, la persona autora citada, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por ella. Ejemplo del primer caso: “... Acuña (2008) asegura que

el sistema de áreas protegidas...”. Ejemplo del segundo: “... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Morales, 2009)...”.

Obra con un autor

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: “... (Pacheco, 1989) ...”.

Obra con más de un autor

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: “... (Núñez y Calvo, 2004) ...”.

Cuando la obra es de más de dos autores, se cita solamente el apellido del primer autor seguido de “*et al.*” en cursiva y con punto después de la contracción “al.”. Ejemplo: “... (Pérez *et al.*, 2009) ...”.

Obra con autor desconocido o anónimo

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: “... (“Onu inquieta”, 2011) ...”; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: “... *La Nación* (2011) ...”.

Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la/s página/s. Ejemplo: “... (Pérez, 1999, p. 83) ...”.

20. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo **Referencias**, habrá de consignarse todas las obras referenciadas en orden alfabético.

Libro

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999). *La ficción de las áreas silvestres*. Barcelona: Anagrama.

Artículo contenido en un libro

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición “En”, y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis “Ed.” o “Comp.”, como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura “p.” o “pp.” seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.) *Cuentos fantásticos* (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

Artículo contenido en una revista

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de

un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008). Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. *Fauna prehistórica*, 39, 26-29.

Artículo contenido en un periódico

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura “p.” o “pp.”. Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. *La Nación*, p. 3A.

Material en línea

(Note que ya no se utiliza el “Disponible en:” o “Recuperado de:” antes del link)

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y luego se coloca la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental: dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. *La Nación*. http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

Para artículos con DOI, al final de la referencia no se debe incluir la palabra DOI como se acostumbraba, sino incluir

únicamente el link completo. Ejemplo: Molina-Murillo, S., Perez, J.P. y Herrera, M.E. (2014). Assessment of environmental payments on indigenous territories: The case of Cabecar-Talamanca, Costa Rica. *Journal of Ecosystems Services*, (8), 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.02.003>

Autores múltiples

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción “y”. Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). *La enfermedad principal de las vacas*. San José: EUNED.

Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor media una coma. Antes del último autor se coloca la conjunción “y”. Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). *Las migraciones internacionales*. Madrid: Síntesis.

Sin autor ni editor ni fecha

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster’s (ed. 11). <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic>. Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad*, 185. http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44

Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure], [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambrotero, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. <http://www.fusildechispas.com>

AMBIENTICO

Web: www.ambientico.una.ac.cr

Email: ambientico@una.ac.cr

Tel: (506) 2277 3688 | Fax: (506) 2277-3689

Redes Sociales: Facebook | Twitter

