

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Un nuevo empuje en la consolidación del bambú



Editorial
¿Será que ahora sí se logrará el
desarrollo de la industria del bambú en
Costa Rica?

Adelina González
El desarrollo del bambú en Costa Rica

Víctor Zúñiga Samuels
El bambú *Guadua* en Costa Rica

Gilbert Charpentier
Valores del bambú *Guadua angustifolia*
(Kunth)

Marilyn Rojas Vargas
UNA apunta hacia al desarrollo
productivo del bambú en Costa Rica

OTROS TEMAS
Narcy Villalobos Sandí
Biorrefinería fotosintética: uso de
microorganismos para una producción
amigable con el ambiente

Helven Naranjo-Madrigal
Incompetencia en el manejo de
la pesca de arrastre semi-industrial
en Costa Rica y propuesta para su
recuperación

SECCIÓN: ACTUALIDAD LEGAL
Proyecto de Ley de incentivos
y promoción para el transporte
eléctrico

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

UN NUEVO EMPUJE EN LA CONSOLIDACIÓN DEL BAMBÚ



Director y editor: Sergio A. Molina-Murillo

Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Luis Poveda

Asistencia y administración: Rebeca Bolaños

Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA

Fotografía de portada: Bicicleta de bambú.

Fotografía cortesía de Bamboocycles (www.bamboocycles.com).

Teléfono: 2277-3688. **Fax:** 2277-3289

Apartado postal: 86-3000, Costa Rica

Correo electrónico: ambientico@una.cr

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

Ambientico, revista trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense, nació en 1992 como revista impresa, pero desde hace varios años también es accesible en internet. Si bien cada volumen tiene un tema central, sobre el que escriben especialistas invitados, en todos ellos se trata también otros temas. *Ambientico* se especializa en la publicación de análisis de la problemática ambiental costarricense -y de propuestas sobre cómo enfrentarla- sustentados en información primaria y secundaria, aunque asimismo se le da cabida a ejercicios meramente especulativos. Algunos abordajes de temas que trascienden la realidad costarricense también tienen lugar.



Sumario

Editorial ¿Será que ahora sí se logrará el desarrollo de la industria del bambú en Costa Rica?	2
Adelina González El desarrollo del bambú en Costa Rica	4
Víctor Zúñiga Samuels El bambú <i>Guadua</i> en Costa Rica	10
Gilbert Charpentier Valores del bambú <i>Guadua angustifolia</i> (Kunth)	16
Marilyn Rojas Vargas UNA apunta hacia al desarrollo productivo del bambú en Costa Rica	22
OTROS TEMAS	
Narcy Villalobos Sandí Biorrefinería fotosintética: uso de microorganismos para una producción amigable con el ambiente	26
Helven Naranjo-Madrigal Incompetencia en el manejo de la pesca de arrastre semi-industrial en Costa Rica y propuesta para su recuperación	31
SECCIÓN: ACTUALIDAD LEGAL	
Proyecto de Ley de incentivos y promoción para el transporte eléctrico	40
Normas mínimas para la presentación de artículos a <i>Ambientico</i>	43

¿Será que ahora sí se logrará el desarrollo de la industria del bambú en Costa Rica?

Desde hace varias décadas, y en particular durante los años de 1990, en Costa Rica se pusieron en marcha iniciativas para el fortalecimiento de la producción e industrialización del bambú. A través de la ya extinta Fundación Costarricense del Bambú (FUNBAMBÚ) y apoyados por otros esfuerzos privados, instituciones y desde la academia, se avanzaron importantes proyectos de siembra, investigación, producción y diseño de estructuras con diferentes especies. Lamentablemente, y a pesar del trabajo realizado, el sector no terminó consolidándose.

Las buenas noticias es que un nuevo ímpetu por parte de múltiples actores parece reconocer el potencial de este versátil, fuerte y natural producto industrial, el cual es ampliamente utilizado en varios países asiáticos, y en Brasil, Colombia y México. Estos nuevos esfuerzos multisectoriales vienen desde la Asociación Costarricense de Bambú (Aco-bambú), el Programa Nacional de Bambú del Ministerio de Agricultura, el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), proyectos de investigación de bambú en la Universidad Nacional, la Universidad de Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cooperativa Bambucoop R.L., empresas como Bambú Tico, y a través de la incipiente FUNBAMBÚ, que en conjunto se espera permitan aprovechar con fines comerciales las cerca de 800 hectáreas de bambú que actualmente están disponibles en Costa Rica y la siembra de otras 5 mil en los próximos años.

El potencial de los cientos de especies de bambú, en particular guadua (*Guadua angustifolia*) hace que este producto forestal no maderable sea un candidato ideal para la consolidación de esta industria en Costa Rica. Así pues, se le

reconocen capacidades estructurales como la relación resistencia/peso que excede la de la mayoría de las maderas e incluso se compara con la del acero, así como el uso en más de mil aplicaciones variadas.

En nuestro país se ha generalizado el uso del bambú para la construcción de muebles; no obstante, el bambú tiene características que hacen de él un material conveniente y económico en la construcción de viviendas y otras estructuras constructivas. Para esto se deben integrar los diferentes procesos de la cadena productiva y comercial y así evitar su mal funcionamiento o deterioro en plazos cortos comparativos, como sucedió en el pasado con viviendas financiadas por el Banco Hipotecario de la Vivienda (BANHVI) en Esparza, San Mateo y Grecia. También se hace imperativa la investigación y el desarrollo de productos de alto valor agregado como polímeros, bioenergía, o como material estructural, usos que apenas si se empiezan a dar en Costa Rica.

Para que este nuevo ímpetu permita en definitiva la consolidación de la producción y comercialización del bambú en Costa Rica se requerirá organizar, apoyar con financiamiento, y capacitar a agricultores para que puedan producirlo efectivamente en las cantidades y calidades requeridas. Será necesario también apoyar a los industriales para que mejoren sus prácticas y desarrollen novedosos y atractivos productos tanto para el mercado nacional como internacional. Todo esto deberá estar sustentado en estudios de mercado comprensivos y actualizados. Para lograrlo, entre otras, los múltiples actores involucrados deberán de manera madura, responsable y persistente trabajar sobre una agenda que permita en el corto y mediano plazo atraer el apoyo político y técnico necesario. ¿Será que esta vez sí se logrará tan anhelada consolidación?



Consultora, ingeniera
agrónoma y máster
en Administración de
Empresas (adelina.
gonzalez@gmail.com)

El desarrollo del bambú en Costa Rica

..... || **Adelina González**

 El interés del bambú en Costa Rica nació con las primeras plantas que introdujo un costarricense de América del Sur y las sembró en su finca en Guápiles. Años después, en 1979, el arquitecto Rafael García Picado (conocido como Felo García, premio Magón), incurrió en la construcción de bambú con su proyecto presentado en la Universidad de Costa Rica, y en 1985, se inauguró la primera casa construida totalmente de bambú en Buenos Aires de Puntarenas y de aquí surgió el interés de varias instituciones de desarrollar varios proyectos de construcción como vivienda de interés social.

Más tarde, en 1983, la Lic. Mayra Montiel Longhi inició el proyecto de cultivo en esta misma institución. Como pioneros del bambú en Costa Rica, fueron quienes promovieron su uso a la comunidad costarricense contándoles y mostrándoles las maravillas y mil usos de esta planta, y es aquí, donde inicia el interés de la Misión de Taiwán, quien cooperó en la capacitación y formación de artesanías y elaboración de muebles a muchos costarricenses por más de 20 años. También se obtuvo cooperación del gobierno de



Volver al índice

Japón por medio de voluntarios de JICA que capacitaron y formaron personas en la elaboración de artesanías en varias zonas del país.

Se realizaron además varios proyectos con donaciones de la comunidad europea, Países Bajos, Inglaterra, Japón y otros. En vista del gran interés que se mostró por el bambú, se formó en 1995 la fundación “FUNBAMBU”, que realizó grandes avances e investigaciones acerca de esta noble planta. En 1998 se organizó en Costa Rica el Congreso Internacional del Bambú, dándose a conocer internacionalmente nuestro país. Lastimosamente, el Gobierno de ese entonces ordenó cerrar la fundación en ese mismo año, creándose un ambiente negativo para el desarrollo del bambú.

Pasó el tiempo, y diez años después, vuelve a renacer el interés con mucha fuerza, creándose en el 2008 la Asociación Costarricense del Bambú (ACOBAMBU), la cual se debilita por falta de compromiso, interés y de apoyo externo. Seguidamente en el 2012, se creó una Comisión Nacional del Bambú (CNB), compuesta por ACOBAMBU, Bambutico (empresa nacional) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) quien lideró el proceso durante sus primeros años. En los años siguientes se ha incorporado la Universidad de Costa Rica (UCR), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), LA Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), consultores privados y otros. Este proceso

se ve apoyado por la colaboración de la República Popular de China a través del apoyo en el desarrollo de proyectos productivos y por medio de INBAR capacita y forma a varios costarricenses. Muy lastimosamente ocurre otro cierre por parte del Gobierno de turno al recortar el presupuesto. Sin embargo, en el 2014, se creó la Cooperativa de Productores de Bambú (BAMBU COOP) que se mantiene activa y tiene varias ayudas externas para iniciar con un proyecto de madera ingenieril que la Comisión Nacional de Bambú le estuvo apoyando con estudios de factibilidad del proyecto. Esta cooperativa, formada en la zona sur, nace con paso fuerte al haber un gran interés por parte de muchas entidades públicas y privadas y además de tener un líder positivo conocedor del bambú, que trabaja en equipo y enfocado. En la **Figura 1** se presenta de manera esquemática la línea de tiempo del desarrollo del bambú en Costa Rica.

A continuación, se detallan algunos de los resultados y errores que ha dejado esta experiencia en el desarrollo de la producción y uso del bambú en Costa Rica:

Principales resultados:

1. Se crearon grupos con interés por el desarrollo del bambú,
2. Se demostró que el bambú tiene un potencial enorme, llamándosele incluso el “oro verde” o “la planta de los mil usos”,
3. Se dejó mucho recurso humano capacitado y formado por las misiones

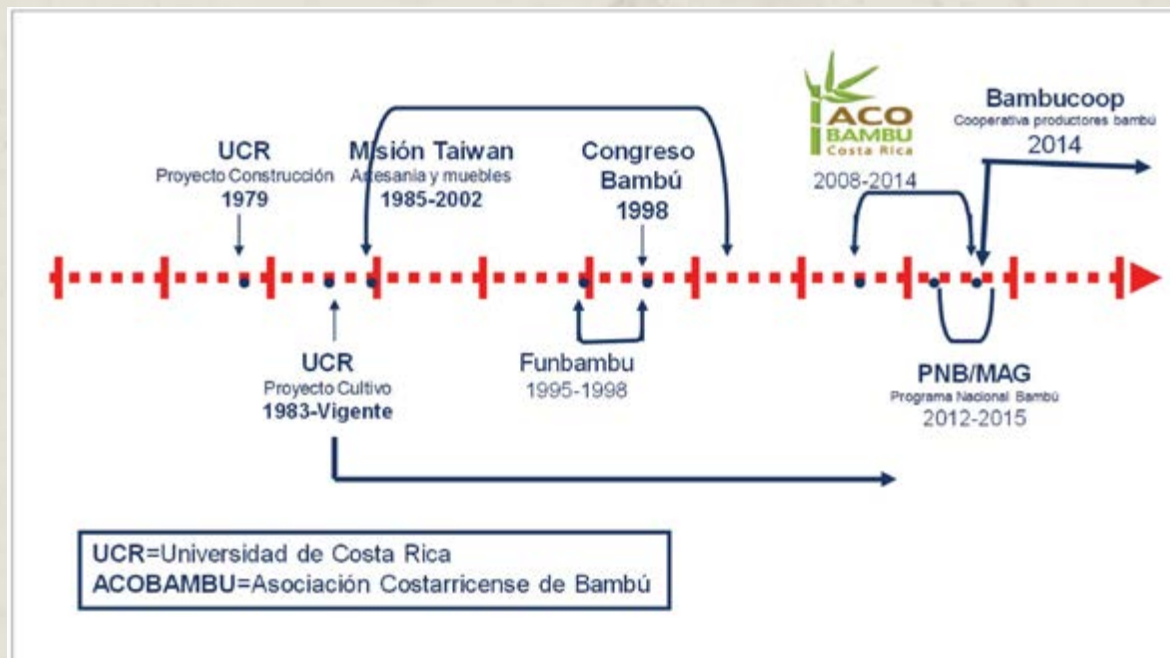


Figura 1. Esquema temporal del desarrollo del bambú en Costa Rica

de Taiwán, Japón, y China, distribuidos por el país en temas como silvicultura, artesanía, elaboración de muebles y construcción de casas.

Principales errores:

1. Se quiso abarcar mucho en poco tiempo, careció enfoque,
2. No se utilizó apropiadamente el recurso humano capacitado y formado por las diferentes misiones,
3. No se desarrollaron proyectos productivos ni PYMES con estudios de factibilidad económica y de mercadeo que potencializaran su sostenibilidad,
4. Faltó un equipo de trabajo con diferentes habilidades para crear sinergias,
5. Se trataron de institucionalizar los proyectos en lugar de hacer un proyecto país, lo cual llevó a una competencia insana,
6. Faltó desarrollar un centro de documentación del bambú donde estuvieran disponibles todas las publicaciones y documentos de investigación científica e ingenieril producidos en el país. Actualmente se desconoce la ubicación de muchas investigaciones importantes.

Sobre este último punto, mucha información sobre la silvicultura y el procesamiento industrial del bambú se toma de Colombia que es el país que más investigaciones ha realizado con respecto a la especie *Guadua angustifolia*, la cual es

autóctona de América. En Costa Rica el mayor acervo bibliográfico de investigaciones locales posiblemente se encuentra en la Universidad de Costa Rica (UCR) por sus proyectos de construcción en la Facultad de Arquitectura y de cultivo en la Facultad de Agronomía. También en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) se tienen investigaciones respecto a madera ingenieril, y en la Universidad Nacional recientemente se ha trabajado en realizar estimaciones de carbono. Sin embargo; la información es poca y dispersa, por lo que se requiere articular esfuerzos para realizar investigaciones de manera eficiente, oportuna y relevante.

En primer lugar, se requiere investigar y conocer las condiciones edafo-climáticas de las especies de altura y bajura para planificar las áreas de siembra. Además, es importante conocer y promover

los atributos ambientales del bambú en la restauración de terrenos desagradados, o en su eficiencia en el secuestro de carbono que ayudaría a nuestro país con la meta de carbono neutral. A nivel industrial y gerencial el trabajo es incipiente y requiere grandes esfuerzos. Actualmente se está realizando un proyecto piloto para industrializar el bambú en la zona sur del país apoyado por entidades nacionales y extranjeras.

En Costa Rica se tienen 15 géneros y aproximadamente 75 especies de bambú, y los géneros más utilizados son *Phyllostachys*, *Guadua*, *Dendrocalamus* y *Bambusa*. Encontramos que la mayor cantidad plantada corresponde la llamada ‘guadua atlántica’ que se caracteriza por ser más gruesa, con más espinas y un color verde más intenso que la ‘guadua sur’.



Marylin Rojas. Productos elaborados con bambú.

Actualmente, se tienen dos zonas con alta producción de *Guadua*: la zona del Caribe y la zona del Sur, esta última con un empuje por desarrollarse más; no obstante, por el resto del país también se encuentran sembradas otras áreas de menor tamaño en esfuerzos aislados (**Figura 2**).

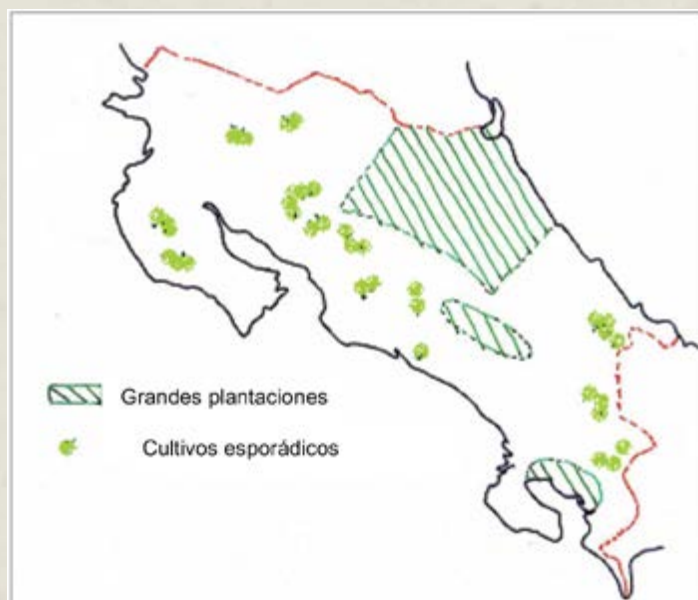


Figura 2. Aproximación a las áreas de cultivo de bambú en Costa Rica

En la actualidad el principal productor mundial de productos de bambú es China. En Latinoamérica, Colombia y Ecuador son importantes productores de bambú ingenieril, Jamaica lo es con la producción de carbón, Hawái en la construcción de casas modulares de clase alta, y en otros estados de EUA, se utiliza para la fabricación de polímeros y fibras para telas.

En Costa Rica con frecuencia se menciona el uso del bambú para la construcción de casas de bien social o muebles para la

clase media-baja, con bajo valor agregado. Sin embargo, también podemos investigar su potencial en el área farmacéutica, de biocombustibles y pellets, polímeros para múltiples usos como en carpetas viales o productos desechables biodegradables, o inclusive su utilización como forraje, considerando particularmente los potenciales efectos negativos que el cambio climático pueda tener en el abastecimiento de alimento para los animales.

Aunque con frecuencia se menciona que la competencia internacional es difícil, no es imposible si se busca el nicho de mercado apropiado, se desarrollan productos de calidad según demanda, y no se copian productos, sino se crean nuevos o mejorados; sobre esto lo importante es crear productos con nuestra personalidad, que lleve ese sello nacional que nos caracteriza.

Cada propuesta de negocio debe responder: ¿Con qué especie de bambú se cuenta? ¿Cuánto bambú se tiene sembrado? ¿Cuánto bambú se necesita? ¿Se pueden satisfacer las necesidades del mercado puntualmente? ¿Cuál es el producto que se quiere desarrollar? Por tanto, el proyecto debe estar diseñado con una idea muy clara del negocio, y contar con los estudios de factibilidad económica y de mercado, para conocer con precisión las necesidades de inversión y aumentar sus probabilidades de éxito.

Adicional a los esfuerzos empresariales, es fundamental una planificación nacional territorial a través de un Programa Nacional del Bambú. Para esto es importante contar con el apoyo firme y seguro del Gobierno. Junto con la industria, las instituciones del Estado, las universidades y otros actores clave deben reunir esfuerzos, trabajar en equipo, dividir tareas, y eliminar duplicidad de funciones, dejando de lado intereses personales, para sacar adelante la tarea, generando empleos, y mejorando los índices económicos del país.

Gerencialmente se necesita un líder positivo, con una amplia visión y

conocimiento del bambú en Costa Rica y el mundo, que tenga capacidad para realizar alianzas, que sea creativo y humilde, potencializando los diferentes grupos de trabajo para orientar y promover el desarrollo de productos de bambú con personalidad, calidad y competitividad.

Por tanto, la experiencia de las últimas décadas ofrece múltiples enseñanzas y capacidades que seriamente se deben considerar para desarrollar el potencial que el bambú ofrece a nuestro país. Esto requiere de un esfuerzo planificado, articulado, con voluntad política y capacidad gerencial.



Marylin Rojas. Plantaciones de Bambú (Bambú Tico).



Ingeniero forestal,
Programa de
Desarrollo Forestal,
FONAFIFO

El bambú Guadua en Costa Rica

..... || Víctor Zúñiga Samuels ||



La historia más conocida del bambú se remonta al comienzo de la civilización en Asia. Este ha sido descrito como producto forestal no maderable y agroforestal, para lo cual se han realizado numerosas investigaciones y se han logrado tomar decisiones muy oportunas con implicaciones socioeconómicas (Deras, 2003). Existen unas 1 250 especies de bambú, distribuidas mayormente en los continentes americano y asiático; hoy día en la China y la India, los habitantes lo utilizan en diversas formas y en diferentes fines. En América muchas de las especies existentes todavía no han sido clasificadas debidamente (Mercedes, 2006).

La guadua es originaria de América, donde existen aproximadamente 26 clases de 'guadua', pero solo en Ecuador, Colombia y parte de Venezuela existe la especie conocida por los científicos como *Guadua angustifolia* (Kunth) (Morán, 2015).

De acuerdo a Mercedes (2006), el bambú es uno de los recursos naturales renovables más importantes al proveer una gran variedad de productos para diversos usos, los



Volver al índice

cuales juegan un rol vital en la economía de ciudades y pueblos; además es fácil de cultivar, utilizar, transportar, cortar y moldear, tienen un rápido crecimiento y alcanzan la madurez en relativamente poco tiempo. Igualmente, representa una fuente de materia prima en la industria de muebles, pisos, artesanías, enseres del hogar, construcción de viviendas, invernaderos, ornato, alimento, puentes rurales, conducción de agua (Valdez, 2013).

El bambú efectúa una importante contribución al medio ambiente, para la preservación de cuencas hidrográficas, prevención y control de la erosión y brinda beneficios a corto y mediano plazo. Su alta flexibilidad y ligereza lo hace un material constructivo de alta resistencia ante eventos sísmicos (Bambú Tico, 2013).

La producción de bambú tiene importancia actual y potencial para las comunidades rurales en Costa Rica. Por un lado, ayuda a satisfacer necesidades de materia prima con un producto accesible y de menor costo (Valdez, 2013), por otro lado, genera opciones de empleo contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de sus pobladores.

Pese a este potencial, el problema central que impide impulsar su desarrollo en el mercado es la carencia de información científica en aspectos relacionados a la transformación y comercialización a lo largo de la cadena de valor (Deras, 2003).

Es considerado uno de los materiales más antiguos de la construcción en países asiáticos y partes de África donde es un

recurso complementario para los medios de vida de los pequeños productores rurales. Como elemento de ingeniería es atractivo por su alta resistencia, su capacidad de absorber esfuerzos y su durabilidad. Si se utiliza abundante material representa una reducción de costos y por razones ecológicas es un material orgánico renovable no contaminante (ARQHYS, 2012).

Desde que se cerró la Fundación Costarricense del Bambú, en la década de 1990, la pequeña industria local ha tratado de revertir la situación, logrando algunos avances. En el año 2008 se formó la Asociación Costarricense de Bambú (Aco-bambú), la cual, ha tratado de impulsar el cultivo y la fabricación de productos hechos a base de esta madera (Vindas, 2014).

Para proseguir en el desarrollo de la actividad, se debe de integrar la cadena productiva que incluye desde el productor primario hasta los proveedores de servicios o instituciones que prestan servicios a la cadena, porque los servicios técnicos, empresariales y financieros son fundamentales para alcanzar altos niveles de competitividad.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través del programa Nacional de Bambú, trata de aumentar el área cultivada. El Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad de Costa Rica (UCR), también ha apoyado en el desarrollo de varios proyectos para impulsar su cultivo, investigación, medición y en el proceso de capacitación a productores. Por su parte, el Fondo Nacional de Financiamiento



Marylin Rojas. Plantaciones bambú. Costa Rica.

Forestal (FONAFIFO), en su programa de crédito, ha promovido proyectos para el establecimiento de la especie.

En el 2016 se realizó el foro “Desarrollo productivo del bambú: investigaciones realizadas en Costa Rica”, con el objetivo de conocer más acerca de la producción y comercialización de este producto en el país. El Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) promueve la producción y comercialización del bambú para la construcción de viviendas, artesanías, papel

biomasa y otros. El Dr. Elemer Briceño, investigador del TEC, explica que los proyectos tratan de integrar un paquete de manejo que optimice la producción y calidad, y en conjunto con el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), se trabaja para producir biomasa seca a partir de bambú para la generación de energía. También, desde el año 2015, el TEC ha desarrollado estudios de producción de bambú guadua mediante la aplicación de técnicas silviculturales, que buscan aumentar la capacidad de almacenamiento de carbono y la cuantificación de su crecimiento en la Zona Sur de Costa Rica.

Desde la Universidad Nacional (UNA) se pretende elaborar la cadena de sub-productos de bambú, para la implementación de políticas que contribuyan a potenciar el desarrollo productivo y ambiental del sector forestal en Costa Rica (El Mundo, 2017).

El Consejo Nacional de Producción (CNP), en coordinación con otras entidades públicas, desde el año 2015, ha promovido el mejor desarrollo de las comunidades rurales; en esa ocasión había presentado un paquete de proyectos productivos donde se destaca la industrialización de madera de bambú en Pérez Zeledón (Barquero, 2015).

Cuadro 1. Cantidad de créditos, hectáreas reforestadas y monto total aprobado por región del país según distribución de MIDEPLAN

Región	Cantidad créditos	Monto aprobado	Área (has)
Brunca	16	₡192 144 294,68	94
Central	3	₡88 600 431,00	33,50
Chorotega	4	₡86 674 277,67	40
Huetar Atlántico	16	₡84 238 205,00	27,95
Huetar Norte	2	₡13 819 021,00	12
Pacífico Central	3	₡121 347 287,30	46
Pacífico Norte	1	₡27 500 000,00	10,50
TOTAL	45	₡614 323 516,65	263,95

Fuente: Base de datos de créditos de FONAFIFO, 2013-2015.

Por su parte, FONAFIFO desde el año 2013 inició un programa de créditos para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones de bambú con la especie *Guadua angustifolia*. Con estos créditos se han reforestado un total de 263,95 hectáreas, las cuales están distribuidas en 45 créditos y suman un monto total aprobado de ₡614 323 516,65 (**Cuadro 1**).

La cadena productiva en Costa Rica posee una composición simple, esta involucra a productores, intermediarios, transformadores, consumidores y prestadores de servicio. Sin embargo, el bajo volumen en el mercado no permite a otros actores dedicarse exclusivamente a la actividad, por lo que no pueden generar los ingresos suficientes y necesarios para su bienestar. Esta cadena está poco articulada y sin actores especializados (Deras et al., 2003).

El desarrollo del mercado en Costa Rica debe apuntar a diferentes segmentos (p. ej. muebles rústicos versus muebles para oficina y hotelería versus muebles de alto término) para lograr mayor valor

agregado de los productos. Se podrían reducir los costos de transacción mediante alianzas de actores de los diferentes eslabones de la cadena, una estrecha colaboración permitiría avanzar hacia una mejor cadena de valor del bambú en Costa Rica (Pérez et al., 2009).

Bambú Tico, empresa impulsadora de las siembras de bambú en el sur del país, ha emprendido una campaña de concientización a nivel nacional sobre la necesidad de preservar el medio ambiente, como factor para reforestar zonas devastadas por intromisión del hombre y en aquellas zonas donde las catástrofes naturales causan desbordamiento de ríos y derrumbes de terrenos que muchas veces cobran vidas humanas (Bambú Tico, 2013). Por esta razón como medio de evitar la erosión de suelos se recomienda sembrarlo en terrenos falseados o deforestados y a la orilla de los ríos para evitar su desbordamiento o bien minimizar el efecto negativo causado por el aumento desmedido del agua en el cauce de los ríos.



Marilyn Rojas. Plantaciones bambú. Costa Rica.

Sin embargo, esta medida para controlar zonas anegadas, trae consigo la revisión de la normativa forestal para considerar al bambú como un producto agronómico; porque en sus alcances en el artículo 2 manifiesta que “para los efectos de la aplicación de la Ley Forestal y el presente Reglamento, los términos que se mencionan tendrán los siguientes significados:

- Producto forestal: Es toda troza, madera en bloc, enchapados, aglomerados, fósforos, pulpa, paletas, palillos, astillas, muebles, puertas, marcos de ventanas y molduras.
- Árbol forestal: Planta perenne, de tronco leñoso y elevado que se ramifica a mayor o menor altura del suelo, que es fuente de materia prima que origina industrias como aserraderos, fábricas de tableros, de chapas, de fósforos, de celulosa, de aceites esenciales, de resinas y taninos...” (La Gaceta, 1997.)

Al respecto, en el contexto mundial, la academia lo clasifica como un producto forestal no maderable y agroforestal. A pesar de tener potencial como productor de biomasa y uso estructural, la especie

ha sido poco considerada para estos usos. Esta falta de conocimiento ha hecho que su silvicultura no se haya desarrollado en forma amplia y estandarizada en Costa Rica (TEC, 2015).

Referencias

- ARQHYS. (2012) Arquitectura con bambú. Revista ARQHYS.com. Recuperado de <http://www.arqhys.com/arquitectura-con-bambu.html>.
- Bambu Tico (2013). Bambú de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.bamboocostarica.com/Acerca-del-Bambu.html>.
- Barquero, M. (26 de agosto de 2015). Entidades públicas impulsan 18 proyectos para desarrollo en comunidades rurales. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/economia/agro/agro-CNP-IIICA-zonas_rurales_0_15082492_37.html
- Deras, J.E. (2003). Análisis de la cadena productiva del Bambú en Costa Rica. (Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae). Recuperada del Repositorio Institucional del CATIE.
- Deras, J.E., Dietmar, S. & Morales, D. (2003). La cadena productiva del Bambú en Costa Rica. Potencial de desarrollo de un recurso subutilizado en América Latina. *Recursos Naturales y Ambiente*. (46-47), 127-136. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3293e/A3293e.pdf>
- El Mundo (13 de febrero del 2017). UNA y TEC impulsan producción y comercialización del bambú. *El Mundo*. Recuperado de: <http://www.elmundo.cr/una-tec-impulsan-produccion-comercializacion-del-bambu/>
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (2013). Proyectos de bambú. Base de créditos de la Dirección de Fomento Forestal del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Periodo 2015-2015. Moravia, Costa Rica.
- Mercedes, J. (2006). Guía técnica cultivo del bambú. Primera edición. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF).
- Morán, J. (2015). Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de construcción. 3ª Edición. Perú: Red Internacional de Bambú y Ratan. Recuperado de: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf
- Pérez, N., Rueda, M., Rojo, G., Martínez, R., Ramírez, B. & Juárez, J. (2009). El bambú (*Bambusa spp.*) como sistema agroforestal: Una alternativa de desarrollo mediante el pago por servicios ambientales en la sierra Nororiental del estado de Puebla. *Revista Ra Ximhai* 5(3), 335 -346. Recuperada de: <http://revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/15166/14415>
- Reglamento a la Ley Forestal N° 25721. Diario Oficial La Gaceta. San José, Costa Rica, 23 de enero de 1997.
- Tecnológico de Costa Rica. (2015). Modelos de producción de bambú mediante la aplicación de técnicas silviculturales. Recuperado de: <https://www.tec.ac.cr/proyectos/modelo-produccion-bambu-guadua-aplicacion-tecnicas-silviculturales>
- Valdez, D. (2013). Manual para el cultivo de bambú experiencias en Guatemala: Investigación para el desarrollo agrícola. Guatemala: Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. Recuperado de: <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013.pdf>
- Vindas, L. (26 de enero del 2014). Industria del Bambú en Costa Rica quiere renacer con novedosas prácticas. *El Financiero*. Recuperado de: http://www.elfinancierocr.com/negocios/bambu-empresas-industria-MAG-Acobambu_0_452354805.html



Ingeniero agrónomo,
exgerente del
Programa Nacional
de Bambú del MAG,
pensionado
(jgilbertcharpentier@
hotmail.com)

Valores del bambú *Guadua angustifolia* (Kunth)

..... || **Gilbert Charpentier**

 El cultivo del bambú *Guadua angustifolia* (Kunth) en Costa Rica tiene hoy un nuevo horizonte de desarrollo, lleno de oportunidades económicas, ambientales y sociales. Estas se vislumbran para los agricultores, para las organizaciones agrícolas, para la industria transformadora de gran escala o artesanal, para los exportadores, para los empresarios de la construcción, para el sector forestal y ambiental, para los generadores de energía a partir de biomasa, para los centros de venta de materiales de construcción y para las instituciones del Sector Público Agropecuario.

La política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural 2010-2021, busca elevar las condiciones de vida e ingresos de los productores, consolidar el desarrollo sostenible, mejorar la competitividad, promover la innovación y el desarrollo tecnológico de las diversas actividades del sector. El cultivo del bambú presenta condiciones especialmente favorables para contribuir en cada uno de los objetivos y pilares de esta política.

Nuestras fincas tienen gran potencial para diversificar las actividades productivas, donde el bambú es un producto



Volver al índice

que permite incrementar los ingresos y la fijación de carbono; pero esto requiere del esfuerzo conjunto de los agricultores, organizaciones y del Gobierno, con el fin de retomar una agenda de investigación, desarrollo, promoción y fomento del cultivo de bambú a nivel nacional.

Adicionalmente, la variabilidad climática nos obliga a invertir en medidas de mitigación y reducción de los gases de efecto invernadero, demostrar la sostenibilidad ambiental del sector agropecuario, desarrollar sistemas que permitan

incrementar la fijación de carbono, la protección de fuentes de agua y la protección del suelo. Tal y como se observa en el **Recuadro 1**, son innumerables las ventajas que el cultivo del bambú Guadua puede ofrecer como una alternativa multifuncional en el campo agrícola, económico, social y ambiental.

Desde el punto de vista ambiental el bambú tiene múltiples ventajas: estabilización de suelos, mejoramiento del recurso hídrico, protección de flora y fauna,

Recuadro 1. Ventajas del cultivo del bambú Guadua

- Es la planta de crecimiento más rápido del planeta. Mientras un árbol maderable demora en crecer 15 o 20 años, un bambú apenas necesita cinco años.
- Permite preservar y restaurar el ambiente, ya que genera más oxígeno que las especies leñosas, y debido a su sistema radicular sirve eficientemente en la retención y acumulación de agua en los suelos.
- Se puede utilizar como materia prima para la producción de papel, celulosa y para producir alcohol.
- Se puede utilizar como estructuras de bajo costo de invernaderos agrícolas, así como infraestructura de finca (bodegas, portones, corrales para animales, lecherías, saladeros, etc.)
- El bambú ha sido utilizado para todo durante miles de años, desde uso comestible hasta la construcción.
- Es un excelente material de construcción, con una favorable fuerza de tensión en relación a su peso. Se ha utilizado en la construcción de puentes y casas en pisos, paredes, tabiques, puertas, ventanas, artesanías y otros.
- Es un recurso natural renovable que se reproduce por sí solo, sin necesidad de ser plantado nuevamente, pudiéndose cosechar en forma anual.
- La versatilidad del bambú como sustituto para las maderas duras u otros materiales, ofrece la posibilidad de reducir drásticamente la deforestación y proteger bosques en riesgo.
- En el ambiente el bambú es un gran captador de dióxido de carbono y liberador de oxígeno. Según algunos estudios realizados, una hectárea de bambú es capaz de capturar 62 toneladas de CO₂/año, a diferencia de una hectárea de plantaciones de eucalipto o pino que capturan alrededor de 15 toneladas de CO₂/año.
- En las plantaciones de bambú no es necesario utilizar pesticidas o herbicidas.
- Es una excelente opción para la preservación de cuencas hidrográficas, prevención y control de la erosión, siendo un potencial estabilizador de zonas de alto riesgo de deslizamientos, ya que actúa como barrera de control natural debido a su sistema de raíces fibrosas, extensas y proliferantes.
- En los países subdesarrollados, donde el desempleo conduce a problemas económicos y sociales, la producción de bambú y la fabricación de productos basados en este material, ofrece oportunidades de empleo en áreas que se necesita dar estabilidad social y económica.
- Aporta al mejoramiento paisajístico de su entorno, brindando color, armonía y purificación ambiental, constituyen también recursos florísticos de gran importancia ecológica por propiciar condiciones de humedad, luz y temperatura a un sinnúmero de especies naturales.

y fijación de carbono. La *Guadua angustifolia* (Kunth) es una planta que aporta múltiples beneficios para el ambiente (flora, fauna, suelo y atmósfera) y el hombre. Sus productos cuando son empleados como elementos integrales de la construcción de viviendas funcionan como reguladores térmicos y de acústica, el rápido crecimiento de la guadua permite según el “*estudio aportes de biomasa aérea realizado en el Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua*”, produce y aporta al suelo entre 2 y 4 ton/ha/año de biomasa, volumen que varía según el grado de intervención del guadual; esta biomasa constituye entre el 10 y el 14% de la totalidad de material vegetal que se genera en un guadual.

El agua proveniente de la lluvia que cae sobre el guadual, permanece mucho tiempo en él, toma diversos caminos y contribuye a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo. El aporte anual de biomasa general de un guadual en pleno desarrollo oscila entre 30 y 35 ton/ha/año.

Los rizomas y hojas en descomposición conforman en los suelos símiles de



Figura 1. Flora presente en plantaciones de *Guadua angustifolia* (Kunth), Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Costa Rica.

esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión. El sistema entretelado de rizomas y raicillas origina una malla, que les permite comportarse como eficientes muros biológicos de contención que controlan la socavación lateral y amarran fuertemente el suelo (**Figura**



Figura 2. Las raíces del bambú forman una malla que impide que el agua erosione los suelos

2), previniendo la erosión y haciendo de la *Guadua angustifolia* (Kunth) una especie con función protectora, especial para ser usada en suelos de ladera de cuencas hidrográficas. Adicionalmente el dosel o bóveda que se conforma por el follaje en riberas de fuentes de agua impiden las pérdidas por altas y rápidas tasas de evaporación (súbita) contribuyendo así a la mencionada regulación (**Figura 3**).

En cuanto a reservorios de agua uno de los aportes más valiosos de la especie es su comportamiento como una bomba de almacenamiento,

cuyo funcionamiento es bajo el principio de “vasos capilares” donde en épocas húmedas absorbe importantes volúmenes de agua que almacena tanto en su sistema radical, como en el tallo. Se ha determinado, según estudios realizados en la hacienda Nápoles, Municipio de Montenegro (Sabogal, 1983) y en el Centro Nacional para el estudio del Bambú-Guadua (Giraldo, 1996) que una hectárea de guadua puede almacenar 30 375

litros de agua, es decir, el agua para 150 personas por día (se asume un consumo promedio de 200 litros/día/persona). En época seca cuando se percibe la necesidad de agua en el suelo, esta es aportada de

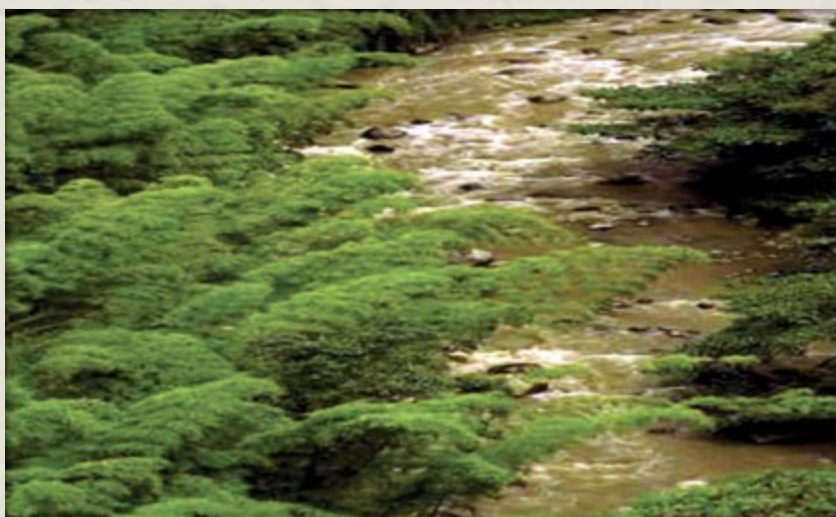


Figura 3. *Guadua angustifolia* (Kunth) establecida en las riberas de los ríos



Figura 4. El bambú incrementa la retención de agua y mejora caudales de fuentes de agua

manera paulatina al suelo por la planta (esponja que suelta líquido) (Ver **Figuras 4 y 5**).

Se resalta que en estos nichos ecológicos o comunidades es la especie dominante y a ella se asocia vegetación muy variada y numerosa que le permite conformar una estructura vertical triestratofítica, característica de las sociedades vegetales altamente desarrolladas y evolucionadas que tolera una amplia interrelación entre los diferentes componentes del sistema.

El cultivo y uso del bambú también es relevante desde el punto de vista socio-cultural.

Durante muchos años esta planta ha formado parte del legado cultural y social de muchas civilizaciones, en la fabricación de utensilios básicos y cotidianos de cocina y en la elaboración de instrumentos musicales que aún hoy en día son utilizados. En sociedades antiguas fue utilizado en la construcción de puentes, canaletas, acueductos de ciudades y construcción de viviendas, de ahí la importancia de retomar su utilización en la actualidad y promover su inclusión en la vida coti-

diana de la sociedad (**Figura 6**).

Económicamente también es una planta que ofrece muchas ventajas. Por sus excelentes propiedades físico-mecánicas, por su resistencia al ataque de insectos, por



Figura 5. La hojarasca que cae al suelo, mejora la humedad y la estructura del suelo

su belleza escénica —y tal vez por lo más importante— por su diversidad de aplicaciones no igualadas por ninguna especie forestal, representa una alternativa económica que coadyuva a mitigar la problemática socio-económica en zonas rurales con frecuencia marginadas (Figura xx). Por ejemplo, en forma de comprimidos, un kilo de bambú seco genera 7 000 kilocalorías, lo que favorece la sustitución de fuentes tradicionales de energía (como

las derivadas de productos fósiles), cada vez más escasas, y de gran contaminación ambiental (**Figura 7**). El bambú-guadua además de ser materia prima de uso local y de bajo costo, puede convertirse en una fuente de industrialización con reconocimiento internacional. En este sentido, para que el guadual se considere bien manejado es necesario que cumpla tres condiciones fundamentales: sostenibilidad, máxima productividad y rentabilidad.



Figura 6. Casas construidas en Pérez Zeledón utilizando bambú



Figura 7. Pellets de bambú para la producción energética



Coordinadora del
proyecto Desarrollo
productivo del
Bambú en Costa
Rica, EDECA-UNA
(marilyn.rojas.vargas@
una.cr)

UNA apunta hacia al desarrollo productivo del bambú en Costa Rica

..... || **Marilyn Rojas Vargas**

 El bambú es un valioso recurso natural muy reconocido a nivel mundial por su versatilidad y por ser un material cien por ciento renovable. Los bambúes son plantas de uso ancestral y son catalogados como la principal fuente de productos forestales no maderables.

Debido a la necesidad de dinamizar el sector forestal productivo en Costa Rica, es indispensable la búsqueda de alternativas de producción diversificadas que le permitan al pequeño productor aumentar la rentabilidad de su propiedad y a su vez brindar beneficios ambientales a la sociedad. Además, considerando la problemática sobre el cambio climático, existe un panorama favorable para el sector, ya que las plantaciones forestales son reconocidas como reguladoras por su capacidad de secuestrar y acumular carbono en la biomasa. En este sentido, el país posee grandes posibilidades de participar en mercados de carbono, así como de generar información y transferir tecnología en este ámbito.

En la actualidad cerca del 30% de la madera que se consume en Costa Rica es importada y este rubro sigue en crecimiento. La causa de esta importación se debe a muchos



[Volver al índice](#)



M. Rojas. Participación del proyecto en Feria Vive la Madera y la C-Neutralidad

factores entre los que destaca la falta de eficiencia de un sector industrial en suplir las necesidades de los consumidores. Esto ha provocado que la madera proveniente de plantaciones forestales sea utilizada en la fabricación de tarimas, producto de poco valor agregado. La madera producida con bambúes puede suplir la demanda provocada por la poca disponibilidad de materia prima local en usos como la construcción civil o en productos de mayor valor agregado.

El establecimiento de plantaciones de bambú en Costa Rica podría posicionarse en el sector forestal e industrial. Una ventaja de las plantaciones de bambúes es que si se compara con las principales especies forestales plantadas en Costa Rica (teca y melina), el bambú posee ciclos de aprovechamiento significativamente más cortos (hasta en un 50%).

Con el fin de contribuir a satisfacer de la demanda con productos locales renovables

y fortalecer el desarrollo en zonas rurales de Costa Rica, en el 2015 se presentó ante la Vicerrectoría de Investigación el proyecto titulado: “*Desarrollo productivo del bambú en Costa Rica*”, el cual tiene como objetivo primordial fortalecer la cadena productiva de sub-productos de *Guadua angustifolia* (Kunth) e impulsar políticas públicas para plantar y transformar la guadua, de manera que contribuyan a potenciar el desarrollo productivo y ambiental del sector forestal en Costa Rica. Específicamente se espera evaluar los servicios ambientales de agua, suelo

y fijación de carbono, una fracción de los beneficios ambientales de esta especie.

Este proyecto interdisciplinario se trabaja conjuntamente entre la Escuela de Ciencias Ambientales, la Escuela de Ciencias Agrarias y la Escuela de Economía de la UNA. Aprobado para el periodo 2016-2018, este proyecto de investigación y extensión, se espera continúe siendo punta de lanza en las investigaciones con bambúes en Costa Rica. Durante el 2016 se realizaron actividades de divulgación en coordinación con la Oficina de Vinculación de la UNA, dentro de ellas se



M. Rojas. Participación del proyecto en Feria Vive la Madera y la C-Neutralidad

encuentran: I Feria Nacional de Bambú, Foro: Desarrollo productivo del bambú en Costa Rica, participación en la Feria Vive la Madera y la C-neutralidad, organizada por la Oficina Nacional Forestal, FONAFIFO y MINAE.

Hasta el momento se han involucrado más de 10 estudiantes asistentes, los cuales han trabajado activamente en actividades de investigación y vinculación; además, se han realizado alianzas con profesores de la carrera ingeniería en ciencias forestales con el fin de que los estudiantes puedan realizar investigaciones en torno a los bambúes. Este es el caso de los cursos: dasometría, economía forestal, semillas y viveros forestales, y actualidad forestal.

Durante el año 2016 el proyecto desarrolló las siguientes iniciativas de investigación:

- Guía silvicultural para el productor de *Guadua angustifolia*. Este trabajo se realizó en coordinación con la empresa BAMBUTICO.
- Metodología para la evaluación de la calidad en plantaciones iniciales de *Guadua angustifolia*.
- Análisis comparativo de competencia según precio-calidad para el tablero de bambú *Guadua angustifolia* en Costa Rica.
- Comparación de las Propiedades físico-mecánicas en culmos de Bambú (*Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia*) en Costa Rica
- Crecimiento de plantaciones de *Dendrocalamus asper* y *Guadua angustifolia* en la zona sur de Costa Rica” Estos dos últimos trabajos se realizan en conjunto con la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

Paralelamente a estas actividades académicas, se ha participado activamente en la consolidación de la Fundación para el Desarrollo del Bambú en Costa Rica (FUNDEBAMBÚ), en la cual sus miembros participan activamente con el fin de generar un desarrollo productivo en torno a los bambúes en Costa Rica. Estos y otros documentos estarán colgados en la página de FUNDEBAMBÚ.

A futuro se espera continuar fortaleciendo a FUNDEBAMBÚ con el fin de dinamizar la utilización y producción de bambúes en Costa Rica. También continuar involucrando la docencia dentro de esta temática para buscar nuevas oportunidades de negocio para los profesionales de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (FCTM). Adicionalmente se espera que la UNA participe activamente en el desarrollo de núcleos productivos con bambúes, principalmente en comunidades más alejadas y con menos desarrollo social, ofrecer diferentes capacitaciones en el tema de construcción y emprendedurismo utilizando bambúes, y además realizar para el año 2018 el primer Congreso Nacional de Bambú.



Académica del
Laboratorio de
Biotecnología
de Microalgas,
Universidad Nacional
narcy.villalobos.
sandi@una.cr

Biorrefinería fotosintética: uso de microorganismos para una producción amigable con el ambiente

..... || **Narcy Villalobos Sandí**



A lo largo de los años, Costa Rica se ha desempeñado como un país con grandes avances en el campo de la conservación de los recursos naturales; sin embargo, hace falta afinar el camino relacionado con la utilización sostenible de estos recursos, el uso de la tierra y la disminución del impacto ambiental por las actividades humanas (Programa Estado de La Nación, 2015). En este sentido, la bioprospección, entendida como una actividad responsable en donde se buscan y utilizan los recursos naturales en beneficio de la sociedad, es útil para poder atender este desafío.

Considerando el creciente impacto de las personas sobre el ambiente, hace necesario buscar formas alternativas de desarrollo que sean más amigables con la naturaleza y permitan un desarrollo más sustentable. Bajo este panorama, el concepto de biorrefinería, entendida como una industria que utiliza la biomasa para producir sustancias químicas, materia prima, alimento y/o productos que puedan ser útiles en el campo de la bioenergética (Zhu, 2015), podría ser una alternativa viable que favorezca a nuestra sociedad y además que genere productos ambientalmente preferibles.



Volver al índice

Actualmente esta actividad es empleada alrededor del mundo en industrias de alimentos, de salud, de energía, de agricultura, y en la producción de materiales y sustancias para el cuidado personal (Rasala & Mayfield, 2015). La fuente de biomasa para este tipo de industrias puede ser muy diversa, desde plantas, hongos y hasta microorganismos. Estos últimos pueden ser de gran variedad, por ejemplo: bacterias, levaduras, cianobacterias y microalgas. En particular, las cianobacterias y las microalgas comprenden organismos fotosintéticos con características muy peculiares, capaces de utilizar la energía del sol en forma directa y además de fijar carbono inorgánico gaseoso, por lo que contribuyen con la limpieza de la atmósfera. Estos organismos también sintetizan una serie de compuestos en su metabolismo primario y secundario con reconocidos beneficios. Por ejemplo, tienen la capacidad de utilizar elementos contaminantes en las aguas residuales que a su vez son imprescindibles para su crecimiento, producen hidrógeno gaseoso y su biomasa también puede ser usada como piensos o para la obtención de productos como el biodiesel.

Las células de estos microorganismos se pueden considerar «microfábricas» donde a través de la fotosíntesis logran elaborar todo lo necesario para crecer y de paso, producen metabolitos de interés, que pueden ser útiles de diversas formas. Históricamente, su cultivo se llevó a cabo con fines de producción de alimento para animales e incluso para el ser humano (Milledge,

2011); sin embargo, por su perfil bioquímico en la actualidad también se utilizan como aditivo a nutrientes básicos como agentes probióticos para la alimentación de peces, camarones, bivalvos y otros (Becker, 2007; Hemaiswarya, Raja, Ravi, Ganesan & Anbazhagan 2011), y para producir pigmentos como clorofila, astaxantina y B-caroteno, los cuales son de gran comercialización a nivel mundial (**Figura 1**).

En términos ambientales, su capacidad de fijar carbono las convierte en microorganismos que, en sistemas de cultivo abiertos, desempeñan una función muy importante en lo que respecta al cambio climático pues su cultivo podría llegar a disminuir la cantidad de CO₂ en el aire. Este gas es imprescindible para el metabolismo de estos organismos, por lo que también el cultivo de estas se ha considerado en sitios en donde las concentraciones de este gas son muy altas y las emisiones del mismo podrían ser inyectadas directamente a un cultivo y ser usada como fuente de carbono.

Diversas compañías a lo largo del mundo están contribuyendo al mercado con productos obtenidos a partir de las microalgas y cianobacterias, sobre todo como suplemento alimenticio animal o como alimentos saludables. Tal es el caso de Cyanotech Corporation, quien tiene su sede en Hawaii y cuenta con 21 años de experiencia. Uno de los principales productos de esta empresa es BioAstin®, una astaxantina natural extraída a partir de la microalga *Haematococcus*. Para

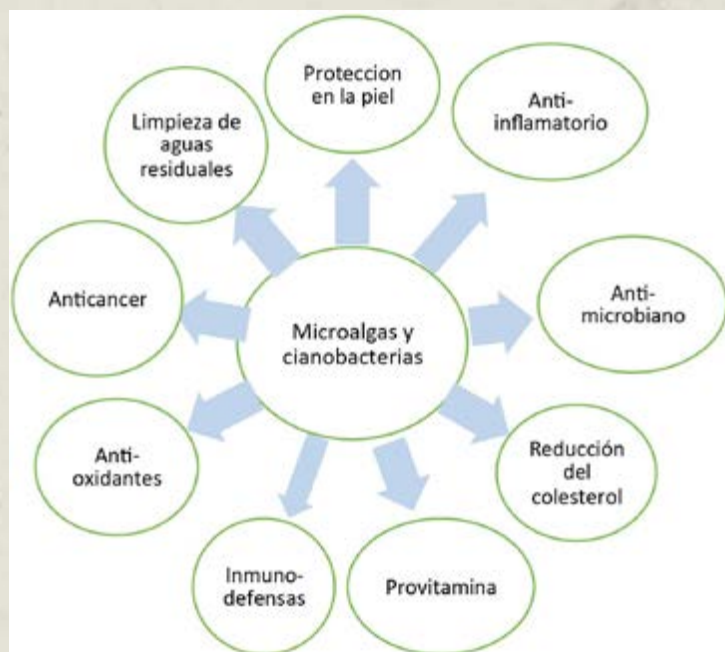


Figura 1. Algunos de los usos de los compuestos producidos por la biomasa microalgal en una biorrefinería

esto la empresa cuenta con una biorrefinería que inicia con una producción en sistemas cerrados de hasta 40 mil litros durante 7 días, la cual luego es llevada a sistemas abiertos de hasta 500 litros de capacidad. Otro de sus valiosos productos es *Spirulina*, una cianobacteria que la venden envasada como una fuente de nutrientes, vitaminas y aminoácidos esenciales valiosos, sobre todo por ser un suplemento alimenticio de origen vegetal. Su valor nutricional no solo está centrado en los antioxidantes que contiene sino que también en su contenido de ácidos grasos saludables.

Seambiotic es otra compañía con sede en Ashkelon, Israel, que utiliza la biomasa de varias microalgas crecidas en pozas abiertas de cultivo para obtener

bioetanol, aceites como Omega 3 y suplementos alimenticios. Fue fundada en el 2003 y en el 2007 se unió con la Corporación Eléctrica de Israel para llevar a cabo la producción de microalgas utilizando el CO₂ remanente de las chimeneas de esta compañía e inyectarlo en los cultivos, contribuyendo con la captura de carbono al tiempo que producen aditivos alimenticios. Otra compañía que incursionó en el mercado de los Estados Unidos en el 2008 es Algal Scientific Corporation, la cual tiene dos productos con marcas registradas denominadas ProGlucan™ y

PureAlgal™, ambas basadas en la biomasa pura de la microalga *Euglena gracilis*, la cual contiene betaglucanos que ayudan al sistema inmune de animales y humanos respectivamente. Una característica en particular de esta empresa es que además de generar este tipo de productos, han creado y patentado una tecnología para el tratamiento de aguas residuales de industrias por medio de cultivos biológicos, generando finalmente un tipo de fertilizante que también comercializan.

El mercado de los productos generados en biorrefinerías a partir de microalgas también está lleno de patentes. Quien encabeza la lista es China con un 50% más en los últimos 20 años que Estados Unidos, quien aumentó un 13% en el periodo del 2009 al 2013, y posteriormente sigue

Japón, Korea y Europa, en donde Francia representa el país de esta región que más patentes registra con un 3% del total de patentes en el mundo (World Intellectual Property Organization [WIPO], 2016). América Latina no se queda atrás, y más bien los ojos están puestos sobre países como México, Chile, Argentina, en donde a pesar que sí se cuentan con algunas patentes, las mismas no han tenido mayor proyección fuera de sus propias fronteras.

El origen y finalidad de estas patentes ha sido diferente en cada país. Por ejemplo, en Asia y Europa, las patentes han sido generadas principalmente debido a la investigación académica mientras que en Estados Unidos, la empresa privada ha sido muy fuerte en este campo y ha logrado desarrollar investigación propia. En cuanto al fin de las mismas, tal y como se observa en la **Figura 1**, la gran diversidad de usos de compuestos extraídos a partir de microalgas pueden tener múltiples aplicaciones. Sin embargo, de acuerdo con las patentes mencionadas, China por ejemplo, es un mercado que se enfoca en aplicaciones de tipo nutricional y médica, mientras que en Estados Unidos se han enfocado en la producción de biocombustibles y en Korea y Japón en aplicaciones farmacéuticas.

Ahora bien, la pregunta clave sería: ¿Cuál es el panorama de Costa Rica para la implementación de una biorrefinería a partir de microalgas? En primer lugar, es necesario incentivar un mayor desarrollo de la investigación sobre de la diversidad microalgal del país y sus posibles usos.

Esto con el fin de buscar nuevos productos que el mercado necesite y así cubrir nuevas expectativas y productos de valor agregado de diversa índole. Por otro lado, es necesario evaluar el marco jurídico, pues la Ley de Biodiversidad N° 7788 del 30 de abril de 1998, establece que, para la búsqueda y utilización de la biodiversidad de Costa Rica, es necesario solicitar los permisos respectivos ante la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO). Si lo que se busca es la generación de biocombustibles a partir de biomasa microalgal, entonces va a ser necesario consultar la nueva Ley de Biocombustibles, la cual se encuentra en estos momentos siendo analizada en la Comisión de ambiente en la Asamblea Legislativa.

Por otro lado, el papel de las universidades públicas debe ser determinante. La Universidad Nacional, la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico se encuentran haciendo investigación valiosa en donde se utiliza la biomasa de las microalgas para fines como biorremediación, producción de hidrógeno y otros compuestos útiles, por lo que fortalecer este tipo de investigación científica, que además se enmarca dentro de los planes estratégicos establecidos por las mismas, puede trazar la línea para la implementación de un tipo de desarrollo más adecuado a las necesidades de la sociedad. Es importante mencionar que ya hay empresas interesadas en formular convenios con las universidades para desarrollar proyectos en conjunto que lleven a

una aplicación práctica de estos productos. Sin embargo, para que todo esto sea posible de ejecutar, es necesario que las universidades, a través de las oficinas de Cooperación Técnica, generen instrumentos en donde se especifiquen los derechos y deberes de cada uno de los participantes en estos proyectos.

El país necesita mayor inversión en desarrollo e investigación, mayor contacto academia-empresa, mayores oportunidades para establecer trabajos en conjunto, entre instituciones que realmente deseen generar productos, que además de hacer crecer sus finanzas, logren tener un verdadero impacto en el mercado nacional, para posteriormente incursionar en el mercado internacional.

En conclusión, Costa Rica a pesar de ser un país con muchas necesidades, cuenta con una gran riqueza natural de la cual podemos hacer uso racional, y así generar productos útiles para la sociedad que nos permitan resolver problemas fundamentales. La ciencia está llamada a esto, y tanto las microalgas como las cianobacterias tienen gran potencial. En esta línea, el concepto de biorrefinería es posible de implementar debido a que estos microorganismos pueden hacer uso de la energía lumínica para la fabricación de compuestos orgánicos y además, tienen un costo mucho más bajo que su fabricación alternativa en forma sintética. Estamos en el momento oportuno para la fabricación e implementación de sistemas comerciales que utilicen biotecnologías

para la producción industrial de estos compuestos.

Referencias

- Becker W. (2007). Microalgae in Human and Animal Nutritio. In: A. Richmond (Ed.), *Handbook of Microalgal Culture Biotechnology and Applied Phycology* (Chapter 18, pp. 312-351). Oxford, UK: Blackwell Publishing. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470995280.ch18>
- Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravi Kumar, R., Ganesan, V. & Anbazhagan, V. (2011). Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. *World J Microbiol Biotechnol* 27(8), 1737–1746. doi: <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0632-z>
- Rasala, B.A. & Mayfield, S.P. (2015). Photosynthetic biomanufacturing in green algae; production of recombinant proteins for industrial, nutritional, and medical uses. *Photosynth Res.* 123(3), 227-239. doi: <https://doi.org/10.1007/s11120-014-9994-7>
- Milledge, J. (2011). Commercial application of microalgae otherthan as biofuels: a brief review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 10(1), 31–41. doi: <https://doi.org/10.1007/s11157-010-9214-7>
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2015). Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica: PEN.
- World Intellectual Property Organization. (2016). Patent Landscape Report: Microalgae-Related Technologies. Consultado en http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_947_5.pdf
- Zhu, L. (2015). Biorefinery as a promising approach to promote microalgae industry: An innovative framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41, 1376–1384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.040>



Doctor en Ciencias
Marinas con
énfasis en Ciencia
Pesquera. Consultor
e investigador en
ALNA S.A. (helvenn@
hotmail.com)

Incompetencia en el manejo de la pesca de arrastre semi-industrial en Costa Rica y propuesta para su recuperación

..... || **Helven Naranjo-Madrigal**



Los sistemas biofísicos marinos se encuentran bajo la influencia constante de condiciones ambientales y factores antropogénicos. Estos factores incluyen la variabilidad climática, procesos físicos que controlan la circulación, propiedades del medio acuático y procesos biológicos relacionados con dinámicas poblacionales, redes tróficas y procesos ecosistémicos. Factores antropogénicos incluyen la pesca, contaminantes, alteraciones de hábitat, entre otros. Particularmente las prácticas de pesca no sostenibles pueden disminuir la capacidad de resiliencia de los sistemas biofísicos marinos al afrontar cambios globales como el clima, con consecuencias nefastas en los servicios ecosistémicos que aprovechamos de los océanos (Perry et al., 2010).

No toda actividad pesquera produce el mismo efecto sobre los ecosistemas marinos. Las pesquerías industriales y semi-industriales que presentan altos niveles de esfuerzo, gran poder de pesca y utilizan artes de pesca masivos-activos (p.ej. redes de cerco y arrastre), tienden a afectar más rápidamente las poblaciones de especies marinas y sus hábitats, en contraste a las pesquerías de pequeña escala. Es



Volver al índice

por esta razón que las medidas de control para las pesquerías industriales y semi-industriales deben ser muy estrictas y variadas, tal como son aplicadas en países desarrollados (Dichmont et al., 2008).

En países desarrollados existe alta inversión económica para investigación de sistemas pesqueros que asegura la obtención y el análisis de datos de distinta índole mediante monitoreos continuos, prospecciones de investigación pesquera a través de buques oceanográficos, programas de observadores a bordo de embarcaciones comerciales, utilización de tecnología de punta como ecosondas cuantitativas para estimación de biomasa, entre otros. Desde esta alta capacidad científico-técnica se evalúa y da seguimiento constante a la dinámica compleja de las pesquerías, se implementan estrategias de manejo que integran múltiples herramientas como controles en los niveles de esfuerzo, sistemas de seguimiento satelital, certificación y trazabilidad de la post-captura, implementación de programas de mejoramiento de poblaciones objetivo, etc. Todo esto con el fin de mantener el rendimiento de las poblaciones objetivo de pesca y la rentabilidad de las flotas, y a la vez, responder adecuadamente a cambios imprevistos (p.ej. variabilidad climática).

En este sentido, la calidad en la información científica es un factor crítico para asegurar las mejores decisiones de manejo. Sin embargo, cuando esta información científica es deficiente o está ausente, lo cual es común en países en vías de desarrollo, se deben tomar las decisiones

de forma más prudente de conformidad con el principio precautorio con el fin de enfrentar apropiadamente las incertidumbres en el sistema pesquero (FAO, 1996). Estas decisiones no solo deben estar dirigidas a la protección y restauración de los recursos pesqueros y hábitats asociados, sino también a la protección de los medios de subsistencia de las comunidades que dependen de ellos (Hilborn et al., 2001), mediante programas de desarrollo integral comunitario, reactivación de la economía y generación empleos alternativos.

Queda claro que manejar pesquerías industriales y semi-industriales marino-costeras quizás no es tan simple y económico como manejar sistemas de producción en tierra, dada las relaciones no lineales inherentes en estos sistemas socio-ecológicos marinos. Por otra parte, los efectos de la pesca de arrastre industrial y semi-industrial en los ecosistemas marinos han sido ampliamente documentados en artículos científicos (Olsgard et al., 2008; Thurstan et al., 2010). Sus múltiples impactos varían desde la destrucción de hábitats bentónicos hasta perturbaciones en la biota residente, alteraciones en los patrones de distribución de sedimentos y producción primaria (ver Dounas et al., 2007). Otros efectos negativos conllevan la captura de especies vulnerables presentes en la fauna de acompañamiento (ej. tiburones, tortugas) y el mundialmente reconocido daño a fondos marinos debido al proceso mecánico de las estructuras de gran peso que son remolcadas y ayudan a mantener abierta la red de arrastre (Olsgard et al., 2008).

En el mundo, la pesca de arrastre industrial y semi-industrial es la que contribuye con los mayores niveles de afectación a la fauna de acompañamiento en comparación a otras artes de pesca. Los radios oscilan de 3:1 a 15:1 y la cantidad de pesca incidental varía en relación a la especie objetivo, estaciones, y áreas (EJF, 2003). En aguas tropicales la industria de pesca de arrastre de camarón lidera las estadísticas de captura incidental con el 27% de los registros globales, dada la alta biodiversidad marina presente en estas zonas tropicales (Eayrs, 2005). En Costa Rica en el año 2003 cada barco de arrastre semi-industrial arrojó al mar 68.5 toneladas de fauna de acompañamiento (Chávez & García, 2004).

Los altos niveles de descarte¹ que se dan en los viajes de pesca de flotas de arrastre representan serios problemas ecosistémicos y al manejo mismo de la pesquería. En 1992, Andrew & Pepperell estimaron un total de 16.7 millones de toneladas de descartes realizado por las flotas de arrastre que capturan camarón en el mundo. Desde el punto de vista biológico, el descarte puede ser un problema para algunas especies, debido a que la mayoría de los peces descartados mueren como resultado del estrés u otras lesiones ocasionadas en la operación de pesca (Rudershausen & Buckel, 2007). Además, la mortalidad de especies no reportadas puede tener consecuencia en las estimaciones

de abundancia de stocks. Otras preocupaciones que surgen de los descartes son la ruptura ecosistémica (Khattabi & Jobbins, 2011) y la presión social por pérdidas generadas por las prácticas de pesca (Harrington et al., 2005). Los factores que influyen en la decisión de descartar son: la especie capturada no es la especie objetivo de pesca; el pescado presenta alguna lesión, el pescado está por debajo de la talla mínima oficial de captura, alguna especie capturada se descompone rápidamente causando problemas al resto de la captura, ausencia de espacio en la embarcación, las cuotas de captura se han alcanzado, y regulaciones de manejo (Hilborn & Walters, 1992).

Las buenas prácticas en el manejo de pesquerías de arrastre industrial y semi-industrial a escala mundial tienen en cuenta la detección de puntos de referencia que ayudan a mantener los rendimientos de captura a niveles que no pongan en riesgo la capacidad de renovación del recurso. Otras medidas indispensables están asociadas a la identificación de hábitats no aptos para el arrastre y disminución de la fauna de acompañamiento. Por ejemplo, en el Mar Mediterráneo, ante la disminución de capturas y señales de sobre-explotación provocada por flotas de arrastre industriales en 1990 (Arculeo et al., 1990), los manejadores pesqueros decidieron cerrar la pesquería por un lapso de cuatro años, después de los cuales implementaron estudios de dinámica de flotas pesqueras para identificar zonas de exclusión pesquera, en las cuales se prohibieron

¹ El descarte es la acción de desechar una porción o la totalidad de especies que se capturan durante un viaje de pesca

las operaciones de la flota de arrastre. Esto promovió la recuperación de poblaciones de distintas especies de interés comercial, lo que representó un beneficio directo para otras flotas de mediana y pequeña escala (Pipitone et al, 2000).

El intento en manejar la pesca de arrastre semi-industrial en Costa Rica muestra un panorama muy contrastante a las medidas que se han tomado en países desarrollados. Es limitada una visión técnico-científica y hay insuficientes herramientas de manejo provocando efectos ecológicos y socio-económicos como por ejemplo: disminución de capturas y biodiversidad, disminución en la composición de especies, degradación de fondos marinos y deterioro en la función de estos ecosistemas, así como disipación de la renta, subsidios mal aplicados que enmascaran la sobreexplotación del recurso y la sobrecapacidad de las flotas (Elizondo, 2016).

Varios documentos reflejan los efectos de la pesca de arrastre semi-industrial en Costa Rica (Tabash, 2007; Marviva, 2010; Naranjo-Madrigal, 2016b) en los cuales se confirma que la flota de arrastre nacional es la mayor fuente de mortalidad por pesca de nuestros ecosistemas marinos (Trujillo et al. 2012). Además, se destaca la ausencia de manejo espacial y el impacto de la flota arrastrera en caladeros de pesca de pescadores de pequeña escala (Naranjo-Madrigal, 2016b), áreas marinas protegidas (ver Bitácora de Campo, 2017), así como el cambio de la asignación del esfuerzo de esta flota hacia zonas más profundas (Wehrtmann & Nielsen-Muñoz,

2009) como reacción a la disminución de capturas en áreas menos profundas.

Históricamente se han reportado indicios científicos de sobreexplotación de varias especies de camarón en Costa Rica capturados por la flota de arrastre semi-industrial. Entre las especies sobreexplotadas se destacan el camarón blanco (*Litopenaeus occidentalis*, *L. stylirostris*, *L. vannamei*) en 1980, camarón fidel (*S. agassizi*) en 1993, y el camarón rosado (*F. brevirostris*) en 1995 (Tabash, 2007). Otros efectos negativos han sido los cambios secuenciales en la composición de especies, altos niveles de fauna de acompañamiento y disminución en la producción de caladeros de pesca frecuentados por los pescadores de pequeña escala (Palacios, 2013; Naranjo-Madrigal, 2016b).

En la década pasada, biólogos pesqueros de la Universidad Nacional propusieron directrices dirigidas a la disminución del esfuerzo de pesca, implementación de cuotas de captura, y otras medidas tendientes a revertir el proceso de sobreexplotación (Palacios, 2013). A pesar de la advertencia, estas medidas no se pusieron en práctica. Hoy en día la situación es aún más compleja, dadas las consecuencias socio-económicas que sufren los pescadores que directa o indirectamente dependen de esta actividad.

A pesar de esto, el presente Gobierno en lugar de afrontar y reconocer la incompetencia e incapacidad que ha habido en cuanto a este tema y elevar una luz de alerta para fortalecer la capacidad

de manejo de INCOPESCA, de forma indignante ha victimizado la imagen de los más afectados por su incompetencia: los pescadores², y así promover un viciado (Naranjo-Madrigal, 2016b) Proyecto de Ley de supuesto Desarrollo y Aprovechamiento Sostenible de Camarón³ (PLDASC). Varios aspectos preocupantes resaltan al analizar el PLDASC:

1. Esta iniciativa ha nacido desde el gremio de la flota semi-industrial como reacción al voto de inconstitucionalidad a la pesca de arrastre semi-industrial emitido por la Sala Constitucional (Sentencia N° 2013-10540) y no desde la supuesta capacidad técnica del INCOPESCA, institución que desde muchos años atrás sabía de los problemas de sobre-explotación y sobrecapacidad que presentaba la flota.
2. Dentro de los “Criterios de Sostenibilidad” presentes en el PLDASC, se dan serias inconsistencias. Por ejemplo, no se han incluido las cuotas de captura previamente estimadas, los mecanismos para su implementación y el ajuste en el nivel de esfuerzo recomendado años atrás.
3. No se establecen cuotas de captura, ni tallas mínimas para las especies incidentales que son aprovechadas.

4. Para ninguna de las especies objetivo e incidentales se determina la estacionalidad reproductiva con el fin de proteger esta etapa crítica de las especies.
5. No se establecen cuotas de captura para las especies incidentales que son aprovechadas.
6. No se planifica *a priori* la indispensable delimitación, localización y caracterización de fondos blandos mediante pescas exploratorias de investigación con tecnología correspondiente (p.ej. video sondas), que permitiría definir el hábitat y el rango de distribución de las especies de camarón que son explotadas por esta flota, así como los sitios de mayor ocurrencia de pesca incidental.
7. No se construyeron escenarios basados en datos de captura y esfuerzo históricos, mediante técnicas de modelación cuantitativas, que permitieran proyectar y constatar el nivel de recuperación que mostraría las poblaciones explotadas de camarón en la escala temporal.
8. No se plantean proyectos de conversión tecnológica hacia artes de pesca alternativas, de pequeña escala y de menor impacto como la “*suri-pera*” (INAPESCA, 2009), la cual, bajo un buen manejo pesquero, ha demostrado beneficios económicos a comunidades vulnerables en México (Amuezca et al., 2006).
9. No se propone la implementación de proyectos de extensión comunitaria

2 <http://www.sectorpesquero.go.cr/2017/02/02/600-personas-perderan-trabajo-la-imposibilidad-renovar-licencias-artesanales-arrastre-camaron/>

3 http://www.sectorpesquero.go.cr/wp-content/uploads/2015/12/Proyecto-de-Ley-Desarrollo-y-Aprovechamiento-Sostenible-Camaron_Dic2015.pdf

para el cultivo de camarón como alternativa viable para los pescadores que dependen de esa actividad. En países como Vietnam e India se ha demostrado como a través de apropiadas herramientas de manejo es posible el mejoramiento de la economía rural comunitaria basado en granjas acuícolas de camarón de baja intensidad e integrando a la vez medidas de protección de los sistemas de manglar asociados (Remoney & Vasudevan, 2009).

En resumen, el PLDASC resulta ser un compendio de “intenciones”, verborrea que hace alusión al término de “aprovechamiento sostenible” para intentar justificar la continuidad indefinida de la pesca de arrastre semi-industrial, y peor aún, corrobora la inexistencia de alguna flota pesquera nacional sobre la cual se hayan practicado estas “intenciones”. ¡Una vez más se manifiesta la incompetencia en la administración de nuestros recursos pesqueros, recursos de propiedad común que nos pertenecen a todos los costarricenses! Al respecto, se ofrecen algunas recomendaciones:

1. Fortalecer la capacidad de manejo que conlleve una reestructuración profunda de INCOPECA.
2. Establecer un centro de investigación integrativa para informar la toma de decisiones (ver Naranjo-Madrigal, 2016a) y desarrollar políticas pesqueras y de sistemas dulceacuícolas basadas en la mejor evidencia científica.
3. Una vez detenida la actividad de la flota de arrastre semi-industrial en respuesta al voto de inconstitucionalidad de la Sala Cuarta (Sentencia N° 2013-10540, 2013), es necesario que las instituciones gubernamentales correspondientes interioricen responsablemente los costos que representará esta medida para las personas que dependen directa o indirectamente de la actividad, así como la búsqueda de soluciones a corto plazo.
4. Explorar la viabilidad de proyectos de extensión comunitaria enfocados al desarrollo de granjas de cultivo de camarón, que estén basados en casos de manejo sostenible de otros países.
5. Iniciar una campaña de investigación científica en los tres años sucesivos al cierre de la pesquería, basada en los siguientes ejes: a) En el primer año, identificar y caracterizar los fondos blandos no consolidados mediante el uso de video-sondas, monitoreo de las condiciones del sustrato, de comunidades bentónicas y establecimiento de tasas de recuperación de estos hábitats después del cese de la actividad de pesca por arrastre (ver NRS, 2002). b) En el segundo y tercer año identificar y caracterizar los sitios de mayor abundancia relativa de las distintas especies de camarón de interés comercial. c) Implementar planes piloto para la conversión tecnológica hacia el uso de *Suripera*

- para captura de camarón y *Green stick* (POP, 2015) para la captura de atún. d) Establecimiento de la estacionalidad reproductiva de las distintas especies de camarón de interés comercial. e) Determinación de porcentajes y cuotas de captura de pesca incidental capturados con distintos tipos redes, artes y de sistemas de exclusión de peces y fauna de acompañamiento. f) Integrar dentro de esta campaña de investigación ejes presentes en los Criterios de Sostenibilidad del Proyecto de Ley de Desarrollo y Aprovechamiento Sostenible de Camarón.
6. Los puestos de alto cargo en INCOPESCA deben estar ocupados por profesionales con demostrada formación interdisciplinar en ciencias pesqueras, ciencias marinas, ciencias sociales y experiencia comprobada (artículos científicos, congresos internacionales, etc.) en el manejo, evaluación de pesquerías y sistemas acuícolas y/o manejo ambiental y recursos naturales.
 7. Desarrollar un plan de manejo pesquero integral (PMPI) para la captura de camarón basado en una Estrategia de Evaluación de Manejo (Holland, 2010) como proceso formal en el cual las medidas de manejo son propuestas, simuladas y probadas en contraste a incertidumbres y desviaciones del modelo operativo. Además, este procedimiento de gestión tendrá en cuenta el efecto de como las medidas de ordenación afectan el estado y la variabilidad de la pesquería. De esta manera, la efectividad de las medidas de manejo es simulada y probada en el contexto de los objetivos de manejo, monitoreo y estado actual.
 8. Como resultado de los planes piloto de conversión tecnológica y compendio de información científica, desarrollar el PMPI, en el cual se proponga la captura de camarón con *Suripera* por el plazo de un año y a niveles de esfuerzo preestablecidos según criterio técnico desarrollado durante la campaña de investigación.
 9. Como resultado del compendio de información científica generada durante tres años de campaña de investigación y el PMPI, proponer la captura de camarón de zonas profundas mediante pesca de arrastre semi-industrial por el plazo de un año y a niveles de esfuerzo preestablecidos, zonificación (fondos blandos y de menor incidencia de pesca incidental), cuotas de captura y respetando estacionalidad reproductiva de las especies entre otras sugerencias presentes en los Criterios de Sostenibilidad del PLDASC.
 10. Volver a monitorear los fondos blandos durante un año (con base al punto 5a) en ausencia de actividad de pesca de arrastre y a partir de los datos arrojados por las tasas de recuperación, reactivar la pesca de arrastre semi-industrial por un año

más y así para los años siguientes. Este proceso cíclico de pesca, no pesca, toma de datos y análisis deberá estar reflejado en el PMPI, y será guiado mediante la aproximación de manejo adaptativo que asegure la recuperación de los recursos marinos con base a la comprensión de la dinámica de elementos bio-físicos y perturbaciones causadas por la pesca (Williams, 2011).

Referencias

- Amuezca, F., Madrid-Vera, J., Aguirre-Villaseñor, H. (2006). Efecto de la pesca artesanal de camarón sobre la ictiofauna en el sistema lagunar de Santa María la Reforma, suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas*. 32(1B): 97–109.
- Andrew, N. & Pepperell, J. (1992). The by-catch of shrimp trawl fisheries. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 30, 527–565.
- Arculeo, M., Bairo, R., Riggio, S. (1990). Caratterizzazione delle faune demersali e delle marinerie del Golfo di Castellammare (Sicilia N/O) attraverso una analisi triennale degli sbarchi di pesca. *Natur. Sicil. Ser. IV XIV* (3/4), 57–69.
- Bitácora de Campo. (2017). Pesquerías costarricenses e insostenibilidades ecológicas-económicas: a propósito del manejo de bienes de uso público. Disponible en <http://sergio-elizondo.tumblr.com/post/157065975938/manejopescaarrastrera>
- Chávez, L., & García Rodríguez. (2004). Diagnóstico y evaluación de las posibilidades de aprovechamiento de la fauna de acompañamiento de la pesquería de camarón en Costa Rica In: Reduction of environmental impact from tropical shrimp trawling, through the introduction of by-catch reduction technologies and change of management. Habana, Cuba: FAO/UNEP. 10p.
- Dichmont, C., Deng, A., Punt, A., Venables, W and Haddon, M. (2006). Management Strategies for Short-Lived Species: The Case of Australia's Northern Prawn Fishery 1. Accounting for Multiple Species, Spatial Structure and Implementation Uncertainty When Evaluating Risk. *Fisheries Research*. 82, 204–220.
- Dounas, C., Davies, I., Triantafyllou, G., Koulouri, P., Petihakis, G., Arvanitidis, C., Sourlatzis, G., Eleftheriou, A., (2007). Large-scale impacts of bottom trawling on shelf primary productivity. *Continental Shelf Research*. 27, 2198–2210.
- Eayrs, S. (2005). A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries, Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations, Roma.
- EJF. (2003). Squandering the seas: How shrimp trawling is threatening ecological integrity and food security around the world. Report of the Environmental Justice Foundation. London. p. 45.
- Elizondo, S. (2016). Pesquerías Costarricenses, Subsidios Estatales y Sobrepesca, Trenzado de Imágenes, Datos y Relatos Sobre la Voracidad de la Pesca Semi-industrial Arrastrera. <https://es.slideshare.net/SergioElizondoMora>
- FAO. (1996). Precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the technical consultation on the Precautionary Approach to capture fisheries (including species introductions), 6–13. Lysekil, Sweden. FAO Tech. Guidelines Responsible Fish. No 2.
- Harrington, J., Myers, R., Rosenberg, A. (2005). Wasted fishery resources: discarded by catch in U.S.A. *Fish and Fisheries*. 6:350-361.
- Hilborn, R & Walters, C. (1992). Quantitative Fisheries Stock Assessment; Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Hilborn, R., Maguire, J., Parma, A., Rosenberg, A. (2001). The precautionary approach and risk management: can they increase the probability of success in fisheries management? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 58: 99–107.
- Holland, D. S. (2010). "Management Strategy Evaluation and Management Procedures: Tools for Rebuilding and Sustaining Fisheries", OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 25, OECD Publishing.

- INAPESCA. (2009). Evaluación de las atarrayas "Suri-peras" como opción para la captura comercial de camarón en el Alto Golfo de California. Informe Técnico Final. INAPESCA. México, 34 p.
- Khattabi, A & Jobbins, G. (2011). Vulnerability and Adaption of Traditional Fisheries to Climate Change. In: Chuenpagdee Chuenpagdee, R. (Ed) Contemporary Visions for World Small-Scale Fisheries. Amsterdam: Eburon. 400 p.
- Lindholm, J., Gleason, M., Kline, D., Clary, L., Riencke, S., Cramer, A., Huertos, M. (2015). Ecological effects of bottom trawling on the structural attributes of fish habitat in unconsolidated sediments along the central California outer continental shelf. *Fishery Bulletin*. 113.1.
- MarViva. (2010). La pesca de arrastre en Costa Rica. (pp. 36-42). San José: Fundación MarViva.
- Naranjo-Madrigal, H. (2016a). La urgente necesidad de un Centro de Investigación Integrativa en Pesquerías. *Ambientico*. 259. Artículo 8.
- Naranjo-Madrigal, H. (2016b). "Bajos Pesqueros" en el Pacífico Norte de Costa Rica: Importancia ecológica e implicaciones socio-económicas y de manejo. ver versión previa en: https://www.researchgate.net/publication/305222538_Bajos_Pesqueros_en_el_Pacifico_Norte_de_Costa_Rica_Importancia_ecologica_e_implicaciones_socio-economicas_y_de_manejo
- NRS. (2002). Effects of Trawling and Dredging on Sea-floor Habitat. National Academy Press. p. 47.
- Olsgard, F., Schaanning, T., Widdicombe, S., Kendall, M y Austen, M. (2008). Effects of bottom trawling on ecosystem functioning. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 366: 123–133.
- Palacios A. (2013). Evaluación de las pesquerías en la zona media y externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. San José-Costa Rica. BIOMARCC-SINAC-GIZ. 54 pp.
- Perry, I., Barange, M., Ommer, R. (2010). Global changes in marine systems: A social–ecological approach. *Progress in Oceanography* 57:331–337.
- Pipitone C, Badalamenti F, D'Anna G, Patti B (2000). Fish biomass increase after a four-year trawl ban in the Gulf of Castellammare (NW Sicily, Mediterranean Sea). *Fisheries Research*. 48:23–30.
- POP (2015). The Hamaguchi Greenstick. Honolulu. Hawaii. USA. 19p. Disponible en <http://pop-hawaii.com/departments/greenstick-fishing/>
- Remoney & Vasudevan. (2009). Functional Options for Sustainable Shrimp Aquaculture in India. *Reviews in Fisheries Science*. 17(3):336–347.
- Rudershausen, P & Buckel, J. (2007). Discard composition and release fate in the snapper and grouper commercial hook and line fishery in North Carolina, USA. *Fisheries Management and Ecology*. 14: 103-113.
- Sentencia N° 2013-10540 (2013). Sala Constitucional prohíbe el uso de redes de arrastre para la pesca de camarón. Disponible en <http://sitios.poder-judicial.go.cr/salaconstitucional/comunicados/COMUNICADOS%202013/SC-CP-30-13.htm>
- Sector Pesquero. (2017). Disponible en <http://www.sectorpesquero.go.cr/2017/02/02/600-personas-perderan-trabajo-la-imposibilidad-renovar-licencias-artesanales-arrastre-camaron/>
- Tabash-Blanco, F.A. (2007). Explotación de la pesquería de arrastre de camarón durante el período 1991-1999 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 55(1): 207-218.
- Trujillo, P., Cisneros, A., Harper, S., Zeller, D. (2012). Reconstruction of Costa Rica's marine fisheries catches (1950-2008). Working paper # 2012-03. UBC.
- Thurstan, R., Brockington, S., Roberts, C. (2010) The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. *Nature Communications*. 1:1.
- Wehrtmann, I.S. & Nielsen-Muñoz, V. (2009). The deepwater fishery along the Pacific Costa Rica, Central America. En: P. Arana, J.A.A. Pérez y P.R. Pezzutto (eds.). Deep-sea fisheries off Latin America. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 37 (3): 543-554.
- Williams, B. (2011). Adaptive management of natural resources: framework and issues. *Journal of Environmental Management*. 92, 1346–1353.

Proyecto de Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico



Presentado por los diputados oficialistas Franklin Corrella y Marcela Guerrero en el año 2015, el proyecto de Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico —Expediente N° 19744— tiene por objetivo *crear el marco normativo para regular la promoción del transporte eléctrico en el país y fortalecer las políticas públicas para incentivar su uso dentro del sector público y en la ciudadanía en general.*

Tal y como se especifica en la iniciativa, no se trata nada más de promover el uso de vehículos eléctricos e híbridos recargables con incentivos fiscales, sino de crear las condiciones financieras y estructurales para iniciar la transición hacia una movilidad automotor tanto pública como privada basada en vehículos con mínimas emisiones. Esto tiene sentido no solamente en términos de reducción de emisiones para alcanzar la meta carbono neutralidad, sino, de manera prominente, tiene sentido por la reducción significativa en pago de divisas por importación de petróleo, y por los efectos negativos de las múltiples externalidades ambientales negativas que caracteriza el uso de los



Volver al índice

combustibles fósiles de la flota vehicular nacional.

Con dicho proyecto se pretende apoyar esta transición a través un apoyo fiscal a los primeros 100 mil vehículos que participen del programa o si este número no se alcanza, a la compra de todos aquellos vehículos con estas tecnologías limpias, durante los primeros cinco años después de promulgada la Ley. Estos vehículos representan cerca del 7% de la flota vehicular actual, con el cual se espera ayude a convencer a otros usuarios de hacer también la transición, y además, ayudar de manera paulatina al desarrollo de la infraestructura necesaria para su funcionamiento.

Los incentivos fiscales incluirían exoneración del impuesto selectivo de consumo, del impuesto de ventas, y del impuesto sobre el valor aduanero, de los vehículos híbridos recargables y vehículos eléctricos importados nuevos, ensamblados o producidos en territorio nacional. También existen diferentes exoneraciones tributarias a las partes o repuestos para dichos vehículos. Adicionalmente, se exonera a los vehículos nuevos durante los primeros cinco años al pago de derechos de circulación, al pago de parquímetros, y además no estarán sujetos a la restricción vehicular.

Adicionalmente, el proyecto de Ley pretende dotar al país de una estructura que permita de manera eficiente la transición. En el artículo 19 se especifica *que la Administración Pública, empresas públicas*

y municipalidades realizarán la inversión necesaria para aquellas obras de infraestructura dirigidas al fortalecimiento y la promoción del transporte eléctrico, tales como centros de recarga, carriles exclusivos, parqueos preferenciales para vehículos eléctricos, redes ferroviarias y otras. También estas instancias deberán realizar campañas educativas para educar sobre los beneficios del transporte eléctrico y otras modalidades de transporte eficiente.

Al Gobierno además de obligarle a crear dichas inversiones, se les obliga en todas sus instituciones a dar preferencia de manera competitiva al reemplazo de sus propias flotas con nuevos vehículos menos contaminantes que utilizan estas tecnologías. Igualmente, se establece como prioridad nacional la utilización de la energía eléctrica en el transporte público nacional, tanto en las modalidades de ferrocarril, trenes, buses, taxis, como cualquier otro medio público de movilización. Para esto, y cuando la viabilidad técnica y financiera lo permita, las concesiones de buses, taxis, y los permisos para transporte turístico y escolar serán otorgados de manera preferencial a los vehículos híbridos recargables y eléctricos.

En términos de financiamiento, los bancos del Sistema Bancario Nacional quedan autorizados para utilizar fondos de inversión para el financiamiento de obra pública dirigida al fortalecimiento y la promoción del transporte eléctrico, así como para implementar líneas de financiamiento del transporte eléctrico.

También, proyectos de esta naturaleza formarán parte de las opciones a desarrollar por la Banca de Desarrollo.

Debido a los intereses y dudas planteadas principalmente por algunos políticos y empresarios, el proyecto aún sigue sin aprobarse. Dentro de los principales cuestionamientos figuran: a) que los vehículos aún seguirían siendo de un precio elevado exclusivo para cierta clase social; b) que con esta iniciativa no se disminuiría el número de vehículos de la flota vehicular; c) que aún no se tiene claro cómo se

proveería la electricidad necesaria para suplir dichos vehículos. Estos y posiblemente otros cuestionamientos seguirán entabando el camino, no obstante, se espera no sean razones paralizantes, sino oportunidades para buscar soluciones que provean el mayor bienestar social, económico y ambiental para la mayoría de la población costarricense. Para informarse más al respecto puede revisar el texto completo en: http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_Informacion/Consultas_SIL/Pginas/Detalle%20Proyectos%20de%20Ley.aspx?Numero_Proyecto=19744



Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de 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), y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

2. Modo de entrega

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

3. Tamaño, elementos gráficos y separaciones internas

El artículo no debiera exceder las 2 000 palabras (se considera excepciones).

Cada figura e ilustración que contenga debe ser entregada en alta resolución. Es importante que en el texto se señale, entre corchetes, los lugares en que deben aparecer.

Asimismo, se requiere una fotografía del rostro del autor.

Los cuadros sí pueden ser incluidos en el mismo archivo del texto en Word.

Ambientico no usa subtítulos para destacar apartados, sino que, donde claramente se cierra o suspende un tema para pasar a otro, se deja un doble espacio antes del párrafo siguiente.

4. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 60 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

5. Referencias bibliográficas

A partir del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2010), 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, el autor/a citado es el sujeto de la oración; en la otra, el autor citado, en tanto tal, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por él. 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 a todos en la primera referencia pero, posteriormente, solo se coloca el apellido del primer autor seguido de "et al.", sin cursiva y con punto después de la contracción "al.". Ejemplo: "... (Pérez, Chacón, López y Jiménez, 2009) ..." y, luego: "... (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) ...".

6. Presentación de las obras referenciadas

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

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



Volver al índice

constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008, enero) 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

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y, al final, se coloca la frase “Disponible en” seguido de 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*. Disponible en: http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

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). Disponible en <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic>. Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad, 185*. Disponible en 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: Cambroner, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. Disponible en <http://www.fusildechispas.com>

7. 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.

8. 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.

9. 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 entrecorillados.

10. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un punto para separar los grupos de tres dígitos en la parte entera del número. Antes de los decimales ha de usarse coma (¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas.

11. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados (convertidos en palabra) y devenidos nombres propios (como Unesco y Minae, por ejemplo) se escriben con solo la letra inicial en mayúscula. Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenagé 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.

12. Información del autor

En la página de apertura de cada artículo hay una muy breve presentación del autor con la siguiente información: campo de formación académica, especialidad dentro de ella, institución o entidad donde se labora o con la que se colabora y cargo que se ejerce. Además, el articulista debe adjuntar una fotografía de su rostro (o de cara y hombros) en soporte digital y en buena resolución, y su correo electrónico. En caso de varios autores, la anterior información debe ser provista para cada uno de ellos. Cuando el autor es institucional, en vez de fotografía se envía el logotipo.

13. 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.