

XILEMA

REVISTA DE LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS FORESTALES
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



Xilema es una publicación de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), con el apoyo financiero del Vicerrectorado Académico.

Comité editorial

Comité revisor: Gianlucca Monteverde y Gider Paz

Comité de comunicaciones: Dayane Duran, Claudia Gonzales y Joannie Narvaez

Comité diseño y diagramación: Jenny Vilca, Mirella Franco y Moises Ascencio

Comité científico

MSc. Juan Lara Rivas, Dr. Christian Encina Zelada, PhD. Percy Zevallos Pollito, Bióloga. Anna Zucchetti Agosti y MSc. Miguel Canales Torres

Carátula/Contracarátula: *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Huaranhuay), dibujo de Valeria Quispe Farias

ISSN:

1997-6321 versión impresa

1997-6496 versión en línea

Contacto: xilemaforestal@lamolina.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012-13717

Xilema Año 38, Vol. 31

© 2021, XILEMA.

Universidad Nacional Agraria La Molina

Av. La Molina s/n, Lima 12, Perú.

Versión digital

Lima, Perú. Diciembre de 2021.

Xilema no se hace responsable de las opiniones y enfoques vertidos por los autores. Los artículos son propiedad intelectual de los autores y de la revista, y pueden ser utilizados por ambos, citando siempre la publicación original. Los textos pueden utilizarse libremente para usos educativos, siempre que se cite el autor y la publicación. De lo contrario, deberá comunicarse el uso y su posterior publicación en otro sitio web, a menos que se disponga de la autorización expresa de sus autores y de la revista.

Índice

3 . Editorial

Artículos Informativos

- 5 . Breve vistazo al impacto del cambio climático en el bosque amazónico - *Erick J. Lavado Esteban y Marcelle São Pedro*
- 9 . Conflictos sociales en las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana - *Jesús David Ramos Soto y José Manuel Ramos Soto*
- 13 . Conservación de especies forestales tropicales: *Dalbergia spp.* - *Alexis Domínguez Liévano*

Artículos Originales

- 20 . Impacto del efecto de borde sobre biomasa aérea almacenada en un bosque seco tropical en Cundinamarca (Colombia) - *Carolina Pachón Venegas, Yeison Vega-G y Camila Valdés Cardona*
- 32 . Estimación de la superficie cultivada de Palma Aceitera mediante interpretación visual de imágenes satelitales durante los años 2016 -2020 - *Osmar Yupanqui Carrasco, Juan Ruben Julca Torres y Erick Valerio Candia*
- 46 . Puesta en valor del fruto “Ushun” mediante la caracterización botánica, físicoquímica y fitoquímica, Cullaspampa, distrito de Caraz - Ancash - *Deysi Mendo-Ponce, Gimena Lázaro, Jorge Leyva, Deysi Guzmán y Eloy Cuellar*

Artículos de Revisión

- 57 . Percepción de la problemática de la cuenca del río Jequetepeque - *Claudia Vasquez Miñope*

Nota Científica

- 75 . Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú - *Enrique Gianluca Monteverde Calderón*

Ficha Técnica de Flora

- 84 . Huaranhuay (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth) - *Valeria Quispe Farias*

Ficha Técnica de Fauna

- 89 . Zorro Andino (*Lycalopex culpaeus* Molina) - *Jenny Vilca Portillo y Enrique Gianluca Monteverde Calderón*

Floema

- 92 . Fotos de Campo I y II

Editorial

En esta nueva edición de Xilema iniciamos con un breve vistazo al impacto del cambio climático en el bosque amazónico, tema de real importancia para la protección de nuestra Amazonía; a su vez conocemos la problemática en las áreas verdes urbanas de Lima Metropolitana ejemplificando algunos casos ocurridos en la ciudad. Por último, se resalta la importancia del conocimiento del género *Dalbergia* para su conservación por su importancia maderable y alternativa en sistemas agroforestales y de restauración en México.

Respecto a los artículos originales de este volumen son tres: el primero es sobre el impacto del efecto de borde sobre la biomasa aérea almacenada en un bosque seco tropical en Colombia. El segundo se basa en la estimación de la superficie cultivada de palma aceitera mediante la interpretación visual de imágenes satelitales durante los años 2016 -2020, siendo un tema crucial, ya que este cultivo cada vez abarca un mayor territorio en la Amazonía peruana. Por último, el tercer artículo científico hace una caracterización dendrológica, fisicoquímica y fitoquímica del fruto de “Ushun” en Caraz (Ancash) para saber su potencial económico y bromatológico. Adicionalmente, se presenta un artículo de revisión sobre la percepción de la problemática de la cuenca del río Jequetepeque, a través de un análisis sobre los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos de esta cuenca.

Finalmente, tenemos una nota científica sobre la evaluación rápida de la regeneración natural y especies asociadas de un árbol comercial comúnmente llamado “Tornillo” en la selva central del país. Así, como la elaboración de dos fichas técnicas; uno de flora que habla de un bonito árbol ornamental común en las calles de Lima llamado Huaranhuay y otro de fauna sobre el zorro andino, animal muy sonado en los últimos meses por el caso de “Run Run”. Con el objetivo de agregar secciones diversas al aporte científico de nuestros autores, presentamos la sección Floema donde exponemos imágenes fotográficas de nuestros viajes en los ciclos de Campo I y Campo II, muy significativas este último año, puesto que después de un largo tiempo volvemos al campo donde aprendemos de manera experimental los cursos de nuestra querida carrera: Ingeniería forestal.

Con mucho esfuerzo en seguir mejorando la calidad y diversidad del contenido de la revista, el Comité Editorial les presenta la trigésima primera edición de Xilema, con el objetivo que siga siendo un medio de difusión de las investigaciones y avances científicos que se desarrollan en el sector. Sin más que decir, agradecemos por la paciencia y el apoyo brindado tanto a los autores de los artículos, como a nuestros revisores, profesores e instituciones; ya que nos han apoyado en la publicación de este volumen. Esperamos que nuevamente satisfaga sus expectativas y que logre aportar con el desarrollo profesional e intelectual del ingeniero forestal.

Comité Editorial
2021

Breve vistazo al impacto del cambio climático en el bosque amazónico

Erick J. Lavado Esteban^{1,3} y Marcelle São Pedro^{2,3}

Recibido: 22 julio 2020 | Aceptado: 15 febrero 2021

En la Amazonia, la productividad de los bosques maduros está disminuyendo de la mano con un aumento en la mortalidad de los árboles (Hubau *et al.*, 2020; Sullivan *et al.*, 2020). Estas alteraciones en la dinámica del bosque pueden ocasionar grandes transformaciones tanto en su estructura como en su composición (Laurance *et al.*, 2004; Bennett *et al.*, 2015; Sande *et al.*, 2016). Como resultado, el efecto mitigador de estos ecosistemas sobre los impactos del cambio climático, a través de la absorción del carbono atmosférico, puede verse seriamente afectado, llevando a retroalimentaciones (feedbacks) negativas para el clima tanto en una escala local como global (Cox *et al.*, 2000)

Esta situación de cambios negativos en los bosques es atribuida en gran parte a las consecuencias del cambio climático global y a la ocurrencia de

eventos extremos como las sequías, inundaciones y olas de extremo calor (Hirabayashi *et al.*, 2008; IPCC, 2012; Dai, 2013; Cook *et al.*, 2014). Debido a la manera tan acelerada en que está sucediendo esta variación del clima, actualmente existe una gran preocupación sobre el destino de los diversos ecosistemas forestales (Friend *et al.*, 2014; Trumbore *et al.*, 2015; Gloor, 2019). No obstante, es importante señalar también que todavía hay mucha incertidumbre acerca de los reales efectos del cambio climático sobre los ecosistemas tropicales (Cox *et al.*, 2013), lo que a su vez dificulta la predicción de cuáles serían los impactos futuros del clima sobre el planeta (Booth *et al.*, 2012).

Temperaturas más altas, cambios en los regímenes de lluvia, y un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de sequía, están siendo considerados como los principales

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina (FCF-UNALM), Lima - Perú.

²Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (PPG-CFT / INPA), Manaus - Brasil;
elavadoesteban@gmail.com, marcellespedro.as@gmail.com

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - Brasil.

factores climáticos causantes de cambios negativos sobre la selva amazónica, siendo una mayor mortalidad y menor productividad de los bosques siempre asociados a condiciones climáticas extremas (Phillips *et al.*, 2009, Aleixo *et al.*, 2019). Estos efectos han llevado a lo largo del tiempo a una disminución constante en la absorción de carbono (Brienen *et al.*, 2015) y a cambios observados en la composición de las comunidades arbóreas tanto en el nivel taxonómico - alteración de las especies - como funcional - modificación en las características de las especies - (Esquivel-Muelbert *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2020). En este contexto, cabe mencionar que las condiciones en las que la lluvia ocurre en cantidades mucho menores a lo normal, comúnmente denominadas de sequías severas -como las originadas durante los años 2005, 2010 y 2015-2016-, son actualmente el foco principal de diversos estudios sobre el impacto del clima sobre el ecosistema amazónico, siendo consideradas como principales causantes de elevada mortalidad y baja productividad de los árboles en la región (Gatti *et al.*, 2014; Feldpausch *et al.*, 2016; Leitold *et al.*, 2018).

El cambio climático es un, sino el mayor, desafío para la sobrevivencia no solo del ser humano sino de toda la diversidad biológica del planeta. En ese contexto, los bosques maduros de la Amazonia, que conforman el ecosistema boscoso tropical más grande del planeta, cumplen un rol esencial como mitigadores del avance del cambio climático global y de sus impactos, principalmente a través de su función como sumideros de carbono atmosférico. Sin embargo, como se

evidencia en los diversos trabajos citados en este breve artículo, los árboles amazónicos -que son principales contribuidores de esta absorción- están siendo fuertemente afectados por la variación del clima, con una tendencia a lo largo de las últimas décadas a crecer menos y a morir más.

LITERATURA CITADA

Aleixo, I., Norris, D., Hemerik, L., Barbosa, A., Prata, E., Costa, F., y Poorter, L. (2019). Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. *Nature Climate Change*, 9, 384-388. doi: 10.1038/s41558-019-0458-0

Bennett, A. C., McDowell, N. G., Allen, C. D., y Anderson-Teixeira, K. J. (2015). Larger trees suffer most during drought in forests worldwide. *Nature Plants*, 1, 1-5. doi: 10.1038/NPLANTS.2015.139

Booth, B. B., Jones, C. D., Collins, M., Totterdell, I. J., Cox, P. M., Sitch, S., Lloyd, J. (2012). High sensitivity of future global warming to land carbon cycle processes. *Environmental Research Letters*, 7, 024002. doi: 10.1088/1748-9326/7/2/024002

Brienen, R. J. W., Phillips, O. L., Feldpausch, T. R., Gloor, E., Baker, T. R., Lloyd, J., Zagt, R. J. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature*, 519, 344-348. doi: 10.1038/nature14283

Cook, B. I., Smerdon, J. E., Seager, R., y Coats, S. (2014). Global warming and 21st century drying. *Climate Dynamics*, 43, 2607-2627. doi: 10.1007/s00382-014-2075-y

- Costa, F. R. C., Zuanon, J. A. S., Baccaro, F. B., Schiatti, J., Menger, J. S., Souza, J. L. P., Castilho, C. V. (2020). Effects of climate change on central Amazonian forests: a two decades synthesis of monitoring tropical biodiversity. *Oecologia Australis*, 24(2), 315-333. doi: 10.4257/oeco.2020.2402.07
- Cox, P. M., Betts, R. A., Jones, C. D., Spall, S. A., y Totterdell, I. J. (2000). Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, 408, 184-187. doi: 10.1038/35041539
- Cox, P. M., Pearson, D., Booth, B. B., Friedlingstein, P., Huntingford, C., Jones, C. D., Luke, y C. M. (2013). Sensitivity of tropical carbon to climate change constrained by carbon dioxide variability. *Nature*, 494, 341-344. doi: 10.1038/nature11882
- Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, 3, 52-58. doi: 10.1038/nclimate1633
- Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brienen, R. J. W., Feldpausch, T. R., Phillips, O. L. (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. *Global Change Biology*, 25(1), 39-56. doi: 10.1111/gcb.14413
- Feldpausch, T. R., Phillips, O. L., Brienen, R. J. W., Gloor, E., Lloyd, J., Lopez-Gonzalez, G., Vos, V. A. (2016). Amazon forest response to repeated droughts. *Global Biogeochemical Cycles*, 30, 964-982. doi: 10.1002/2015GB005133
- Friend, A. D., Lucht, W., Rademacher, T. T., Keribin, R., Betts, R., Cadule, P., Woodward, F. I. (2014). Carbon residence time dominates uncertainty in terrestrial vegetation responses to future climate and atmospheric CO₂. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(19), 3280-3285. doi: 10.1073/pnas.1222477110
- Gatti, L. V., Gloor, M., Miller, J. B., Doughty, C. E., Malhi, Y., Domingues, L. G., Lloyd, J. (2014). Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. *Nature*, 506, 76-80. doi: 10.1038/nature12957
- Gloor, E. (2019). The fate of Amazonia. *Nature Climate Change*, 9, 355-356. doi: 10.1038/s41558-019-0465-1
- Hirabayashi, Y., Kanae, S., Emori, S., Oki, T., y Kimoto, M. (2008). Global projections of changing risks of floods and droughts in a changing climate. *Hydrological Sciences Journal*, 53, 754-772. doi: 10.1623/hysj.53.4.754
- Hubau, W., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Affum-Baffoe, K., Beeckman, H., Cuní-Sánchez, A., Zemagho, L. (2020). Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. *Nature*, 579, 80-87. doi: 10.1038/s41586-020-2035-0
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Laurance, W. F., Oliveira, A. A., Laurance, S. G., Condit, R., Nascimento, H. E. M., Sanchez-Thorin, A. C., Dick, C. W. (2004). Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. *Nature*, 428, 171-175. doi: 10.1038/nature02383

Leitold, V., Morton, D. C., Longo, M., dos-Santos, M. N., Keller, M., y Scaranello, M. (2018). El Niño drought increased canopy turnover in Amazon forests. *New Phytologist*, 219, 959-971. doi: 10.1111/nph.15110

Phillips, O. L., Aragao, L. E. O. C., Lewis, S. L., Fisher, J. B., Lloyd, J., Lopez-Gonzalez, G., Torres-Lezama, A. (2009). Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, 323(5919), 1344-1347. doi: 10.1126/science.1164033

Sande, M. T., V. D., Arets, E. J. M. M., Peña-Claros, M., Avila, A. L., Roopsind, A., Poorter, L. (2016). Old-growth Neotropical forests are shifting in species and trait composition. *Ecological Monographs*, 86, 228-243. doi: 10.1890/15-1815.1

Sullivan, M. J. P., Lewis, S. L., Affum-Baffoe, K., Castilho, C., Costa, F., Sanchez, A. C., Phillips, O. L. (2020). Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests. *Science*, 368(6493), 869-874. doi: 10.1126/science.aaw7578

Trumbore, S., Brando, P., y Hartmann, H. (2015). Forest health and global change. *Science*, 349(6250), 814-818. doi: 10.1126/science.aac6759

Conflictos sociales en las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana

Jesús David Ramos Soto¹ y José Manuel Ramos Soto²

Recibido: 4 mayo 2021 | Aceptado: 6 noviembre 2021

Los espacios verdes urbanos son de vital importancia para el desarrollo sostenible de las ciudades; pero al encontrarnos en un país con un constante crecimiento demográfico en las urbes, principalmente en Lima Metropolitana, se generan conflictos sociales debido a que la población busca nuevas zonas en donde habitar o porque surgen nuevos proyectos de infraestructura pública o privada que ponen en peligro la presencia de las áreas verdes en la ciudad.

Las áreas verdes urbanas contribuyen de manera positiva a la población y según López (2013), dichos espacios están muy vinculados en el bienestar social de la comunidad. Además, como lo plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ([FAO], 2018), las áreas verdes en las zonas urbanas ofrecen beneficios necesarios para la sostenibilidad y mejorar la calidad de vida urbana, entre ellos podemos encontrar, la provisión y regulación de los flujos de agua, la mejora del microclima urbano, el almacenamiento y remoción de carbono, mejorar la calidad del aire e incrementar los servicios culturales.

Es importante mencionar que se deben respetar los espacios verdes establecidos en la ciudad y buscar que estos aumenten con la finalidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021) que el Perú se comprometió a cumplir al año 2030, especialmente con el Objetivo 3 que se centra en la salud y bienestar; el Objetivo 11, enfocado a tener ciudades y comunidades sostenibles; el Objetivo 13 cuyo fin es realizar acciones por el clima y el Objetivo 15 que vela por la vida de los ecosistemas terrestres.

Adicionalmente, es necesario reconocer que la Ordenanza Municipal N°1852-MML (2014) establece el marco normativo para contribuir con la creación, conservación, protección, valoración, manejo, mantenimiento y sostenibilidad de las áreas verdes como elementos indispensables para mejorar la calidad de vida de las personas y del ambiente en la ciudad.

Según el Instituto Nacional de

¹Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales; 20160182@lamolina.edu.pe

²Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil; jose.ramos.s@uni.pe

Estadística e Información (INEI) el Perú, al 30 de junio del 2020, cuenta con 32 625 948 habitantes y Lima Metropolitana cuenta con aproximadamente 10 millones habitantes, lo que conlleva a afirmar que cerca del tercio de la población peruana se encuentra en Lima Metropolitana. Cabe precisar que la población está expuesta a contaminantes del aire según el Informe Defensorial N° 116 elaborado en diciembre del 2006, sobre “La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes” ya que menciona que todos los estudios que se han realizado en Lima para cuantificar la calidad del aire, demuestran que la ciudad sufre un problema creciente de contaminación; es por ello que las áreas verdes son sumamente importantes para mejorar esta situación.

Respecto a la extensión de áreas verdes por habitante, en el informe Lima Como Vamos (2014), se indica que la extensión promedio en Lima Metropolitana es de 3,7 m². Adicionalmente, según la ONU (2015), indica que se requiere una extensión mínima de 9 m²/habitante; en base a eso podemos apreciar que nos encontramos muy por debajo de los estándares internacionales respecto a áreas verdes por habitante.

A lo largo de la historia han surgido numerosos conflictos que han puesto en peligro a las áreas verdes urbanas, siendo uno de los más recientes, el que suscitó en el Bosque de Caja de Agua en el distrito de San Juan de Lurigancho (SJL). Dicho conflicto surgió en base a la propuesta realizada por el Ministerio

de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) para intervenir aproximadamente 15 000 m² de las 28 639,77 m² de este bosque urbano, que cumple la función de vivero forestal y brinda diversos servicios ecosistémicos a la comunidad, para el establecimiento de 238 familias de la comunidad Shipibo-Conibo de Cantagallo.

Dicha acción causó una gran preocupación en la población, lo que conllevó a realizar protestas pacíficas en contra de la ejecución de dicho proyecto; ya que los vecinos reconocían la importancia ambiental e histórica que contribuye dicho espacio, que data de 1950, al distrito de SJL. Finalmente, el proyecto propuesto por el MVCS fue rechazado por los líderes de la comunidad Shipibo-Conibo; siendo un triunfo para la conservación de esta área verde. En base al movimiento vecinal y el de partes interesadas en defender esta área, actualmente, se ha iniciado el proceso para declarar este espacio como área de reserva ambiental y de llegar a concretarse, será de gran beneficio para la población.

Otro conflicto que ha surgido en torno a las áreas verdes ocurre en el distrito de Comas; donde se tiene contemplado realizar la ampliación del tramo norte del Metropolitano. Es importante mencionar que, según el informe Lima Como Vamos (2014), Comas cuenta con tan solo 3,9 m² de área verde por habitante; evidenciando el déficit de áreas verdes en dicho distrito, lo que debe impulsar a realizar estrategias sólidas con el fin de incrementar dicho valor con el objetivo de mejorar la calidad del ambiente en

beneficio de las personas.

Según la Municipalidad de Lima, indica que la ampliación incluirá la construcción de un corredor de 10,2 km, desde la estación Naranjal del Metropolitano hasta la intersección de las avenidas Universitaria y Chimpu Ocllo en el distrito de Carabayllo. Esta ampliación, llegaría a intervenir aproximadamente 2,25 hectáreas del Parque Zonal Sinchi Roca, lo que conlleva afectar a alrededor de 5 900 individuos arbóreos. Cabe mencionar que según el diario El Comercio (2019) dicho parque zonal ya ha sido anteriormente intervenido en el año 2009, dado que se realizaron construcciones para la implementación del patio de maniobras y cochera para los buses del Metropolitano; esta acción generó la pérdida de 7,8 hectáreas del parque zonal.

Respecto a la compensación ambiental, según la Municipalidad de Lima (2021) se tiene planificado plantar 6 000 árboles de dos metros de altura en los distritos de Independencia, Comas y Carabayllo; pero esta compensación no puede ser comparada en la actualidad, dado que según la Sociedad Internacional de Arboricultura ([ISA], 2013) menciona que los beneficios medioambientales y económicos que produce un árbol joven son mínimos en comparación con los de un ejemplar adulto y es por ello que se debe buscar prolongar la vida de los árboles más grandes y adultos con un mantenimiento rutinario para multiplicar sus beneficios.

Dichos actos despertaron la indignación y preocupación de la población, puesto que ellos reconocen que dicho espacio trae consigo beneficios ambientales a la sociedad. Esto conllevó a que los

vecinos se organicen creando la Asociación de Gestión y Defensa del Parque Zonal Sinchi Roca y Espacios Públicos, para realizar manifestaciones pacíficas buscando la protección de sus espacios verdes y ejecutar sesiones de capacitación para recibir información técnica de diversos profesionales.

En base a lo mencionado para estos dos casos, se sugiere realizar los procesos de planificación con participación ciudadana para que estos aporten de manera positiva a los proyectos a desarrollar; de esta manera, podrán recuperar la confianza en sus autoridades y sentir que realmente las obras públicas se realizan en favor de la población. Adicional a ello, se deberían realizar estudios de impacto ambiental (EIA) de manera responsable para poder identificar las consecuencias ambientales al alterar dichos ecosistemas y realizar las acciones correspondientes para poder incrementar la extensión de los espacios verdes en la urbe a fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

En conclusión, podemos evidenciar que éstos son solo dos casos de muchos que ocurren en Lima Metropolitana y en todo el país; donde se pone en manifiesto la incompatibilidad de ciertos proyectos, que, si bien nacen en la búsqueda de nuevos espacios para la población, ponen en riesgo a las áreas verdes urbanas generando conflictos sociales. Asimismo, es importante asumir el rol de ser aliados estratégicos para evitar la reducción de nuestros pocos espacios verdes y hacer respetar la Ordenanza Municipal N°1852-MML (2014) que menciona que las áreas verdes son intangibles, inalienables e imprescriptibles.

LITERATURA CITADA

Defensoría del Pueblo. (2006). Informe Defensorial N.º 116: La Calidad del Aire en Lima y su Impacto en la Salud y la vida de sus Habitantes. [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/021documentos/8B420108E4101D0705258154005B4D7F/\\$FILE/Informe_N_116.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/021documentos/8B420108E4101D0705258154005B4D7F/$FILE/Informe_N_116.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Estado de la población peruana 2020. [Archivo PDF]. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1743/Libro.pdf

Jara, J. (12 de diciembre de 2019). Sinchi Roca: así fue mutilado el parque con el paso de los años. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/obras/sinchi-roca-asi-fue-mutilado-el-parque-con-el-paso-de-los-anos-municipalidad-de-lima-metropolitano-comas-noticia/>

Lima Como Vamos (2014). ¿Cómo Vamos en Ambiente?: Áreas Verdes. Asociación UNACEM. <https://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2015/12/InformeGestion2014.pdf>

López, E. (2013). Beneficios en la implementación de áreas verdes urbanas para el desarrollo de ciudades turísticas. *Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*, 4(1). <https://xdoc.mx/documents/beneficios-en-la-implementacion-de-areas-verdes-5de2ce5e829e4>

Ordenanza 1852 de 2014 [Municipalidad Metropolitana de Lima]. Ordenanza para la conservación y gestión de áreas verdes en la provincia de lima. 23 de diciembre de 2014. https://apcvperu.gob.pe/files/Normatividad/ORDENANZA_%20Nro_1852_MML_23_1_2014.pdf

Municipalidad Metropolitana de Lima. (s.f.). Ampliación Norte del Metropolitano. <https://aplicativos.munlima.gob.pe/ampliacion-metropolitano>

Organización de las Naciones Unidas (2015). Habitat III Issue Papers. https://uploads.habitat3.org/hb3/Habitat-III-Issue-Paper-11_Public-Space-2.0.compressed.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). Bosques y ciudades sostenibles. *Unasylva. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales*, 69, 22-27. <https://www.fao.org/3/i8707es/i8707ES.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (2021). Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Sociedad Internacional de Arboricultura (2013). Beneficios de los árboles. [Archivo PDF]. <https://www.treesaregood.org/portals/0/docs/treecare/Beneficios%20de%20los%20Arboles.pdf>

Conservación de especies forestales tropicales: *Dalbergia* spp.

Alexis Domínguez-Liévano¹

Recibido: 6 agosto 2021 | Aceptado: 10 noviembre 2021

Los bosques tropicales, desde un contexto general, son comunidades que se encuentran distribuidas en regiones dominadas por árboles y arbustos, con temporadas de seca y lluvias definidas (Bullock *et al.*, 1995), espacios con buenos atributos visuales y, además, no en todas, pero en su mayoría, conservan una condición decidua de al menos una parte de la vegetación leñosa (40 al 100 %). La región tropical es considerada mundialmente como una de las formaciones más importantes por la diversidad de especies de flora y fauna que albergan (Murphy y Lugo, 1995), principio básico de la gestión forestal sostenible, tanto para la conservación como para el aprovechamiento. Por lo tanto, la variabilidad genética presente en estas regiones, es producto de la constante adaptación de las especies frente a factores bióticos y abióticos, que, en la mayoría de los casos, son extremos (Alía, 2003).

En las últimas dos décadas, se ha perdido cerca del 19 % de estos bosques y, de no cambiar, para el 2040 se proyecta una reducción más severa, y con ello, la pérdida de

muchas especies forestales tropicales (Rodríguez *et al.*, 2010). Las consecuencias de reducir y fragmentar las zonas tropicales, trae consigo la pérdida de diversidad genética (Keyghobadi, 2007), la capacidad de carga del área ocupada por la especie y el tamaño de la población efectiva (Andren, 1994).

Otro aspecto importante que no se debe pasar por alto, es la fragmentación de estas zonas por el crecimiento demográfico de la población humana, lo cual está directamente relacionado con la crisis actual en el área forestal. Por consiguiente, la aplicación de la genética en estudios de transmisión y variabilidad de los caracteres biológicos de las poblaciones aún existentes, ayudará en las actividades de conservación de especies tropicales (Ellis *et al.*, 2017; Gómez y Beltrán, 2018; Montero y García, 2017).

En el género *Dalbergia* se encuentran tres tipos de estructuras vegetales, desde árboles y arbustos, hasta enredaderas. Es un género botánico muy amplio, se conoce

¹PROAGRO CHIAPAS S.P.R. de R.L. de C.V. Entronque Carretera Costera y Huehuetán Pueblo, Huehuetán, Chiapas, México. CP. 30660. ORCID ID: 0000-0002-4812-5836; adlievano@gmail.com

aproximadamente más de 250 especies en los trópicos (Mabberley, 2008) y 304 nombres de especies aceptadas en todo el mundo (The Plant List, 2013). *Dalbergia* sp. es conocida comúnmente con el nombre de granadillo (Mc Vaugh, 1987). En México, se encuentra en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Oaxaca (CONABIO, 2017). Llegando a ser considerada como una especie tropical preciosa y, especialmente valiosa por la calidad de madera de quince de veinte especies presentes

en territorio mexicano (Cervantes, 2016); seis son endémicas de México (Linares y Sousa, 2007; Ricker *et al.*, 2013; Sousa *et al.*, 2001), y los nueve restantes nativos de México y Centroamérica. Sin embargo, algunas de las especies de este género están catalogadas y enlistadas en un estatus de peligro de extinción, tanto en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies - CITES (CITES, 2013) y la lista roja de la UICN (IUCN, 2016) (Figura 1).



Figura 1.
Artículos elaborados con madera de Dalbergia sp. Fuente: maderame.com; Khiem, 2017.

Ante tal situación, la determinación de la diversidad genética dentro de una especie y su patrón de distribución entre y dentro de las poblaciones, es importante para la conservación y el manejo de los recursos genéticos; al establecer prioridades para la conservación y el establecimiento de estrategias de muestreo apropiadas para mantener la diversidad genética de la especie en investigación (Brown y Hardner, 2000). Dentro de las acciones que han propuesto para la conservación de *Dalbergia* sp. se encuentran; incrementar la producción sustentable

mediante plantaciones forestales mixtas, certificación forestal, conservación en áreas naturales protegidas, comunicación y difusión para su conservación (CCA, 2017). Actualmente no se tienen datos numéricos del estado de las poblaciones de las especies de *Dalbergia* en México, sin embargo, en términos generales y con base en el estado de conservación de los hábitats de distribución, infieren que las poblaciones de las especies maderables de *Dalbergia* han disminuido (Cuadro 1) (CITES, 2016).

Especie mexicana	Corriente NOM-059- Semarnat- 2010	Categorías propuestas para especies maderables NOM-059- Semarnat-2010	IUCN	CITES
<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Urb.	*	*	*	
<i>Dalbergia calderonii</i> Standl.	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia calycina</i> Benth.	*	A	LC	Ap. II
<i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	P	*	*	Ap. II
<i>Dalbergia cubilquitzensis</i> (Donn.Sm.) Pittier	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub.	*	*	*	*
<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	*	*	*	*
<i>Dalbergia glomerata</i> Hemsl.	*	Pr	Vu	Ap. II
<i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	P	*	*	Ap. II
<i>Dalbergia longepedunculata</i> J. Linares y M. Sousa	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia luteola</i> J. Linares y M. Sousa	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia melanocardium</i> Pittier	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia modesta</i> J. Linares y M. Sousa	*	*	*	Ap. II
<i>Dalbergia monetaria</i> L.f.	*	*	LC	*
<i>Dalbergia palo-escrito</i> Rzed.	*	A	*	Ap. II
<i>Dalbergia rhachiflexa</i> J. Linares y M. Sousa	*	A	*	Ap. II
<i>Dalbergia ruddiae</i> J. Linares y M. Sousa	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia stevensonii</i> Standl.	*	P	*	Ap. II
<i>Dalbergia tabascanana</i> Pittier	*	*	*	*
<i>Dalbergia tucurensis</i> Donn.Sm.	*	P	*	Ap. II

Tabla 1.

Especies de Dalbergia incluidas en Listas Rojas y Apéndices de CITES en México. A (amenazado), Ap. II (Apéndice II), LC (preocupación menor), P (en peligro), Pr (protección especial), Vu (vulnerable); * (no enlistado).

Fuente: Cervantes et al., 2019.

A pesar de que México solo cuenta con siete especies endémicas del número total de especies del género *Dalbergia*, tienen una contribución importante al bien de la humanidad mexicana y en general, en el mundo. Las contribuciones de estas especies están encaminadas al uso de la madera y, aunadas a su rareza en el medio silvestre, se han ido posicionando con un alto valor monetario, igual que el de otras maderas preciosas como *Swietenia macrophylla* King o *Cedrela odorata* L. La madera de *Dalbergia* sp. es dura, mientras que la cantidad de albura va en función de la edad del árbol, así como las condiciones ambientales en la zona en la que se encuentren (CITES, 2013). Los trabajos que se pueden realizar con la madera van desde muebles, artesanías, hasta instrumentos musicales de calidad por el atractivo color del duramen; de amarillo a anaranjado y de rojo a tonalidades café (Meier, 2016). Otro de los atractivos de la madera es su olor, un aroma fresco que se mantiene al terminar de trabajar la madera.

Las talas selectivas y la fragmentación de su hábitat, hay puesto a *Dalbergia* sp. en un entorno de sobreexplotación no compensada con trabajos de diversidad genética y reproducción. Las poblaciones naturales se reducen rápidamente debido su lento crecimiento y baja conservación, colocando a la especie en una situación altamente vulnerable (Cervantes, 2016).

De igual forma, los esfuerzos realizados para la conservación de estas especies han sido superados en gran parte por la velocidad del deterioro de las áreas de distribución,

existiendo la necesidad urgente de una base programada y científica a las actividades de conservación (Alderete *et al.*, 2005).

La situación en la que se encuentra *Dalbergia* sp. es preocupante, ya que, dentro del ecosistema, cumplen funciones importantes en asociación con otras especies, además, brindan beneficios a la sociedad como planta medicinal. Dentro de las bondades que brinda una especie del género *Dalbergia* (*Dalbergia sissoo* y *Dalbergia odorifera*), se encuentran: antipirético y analgésico, antilarvicida, antiinflamatorio, antidiarreico, antimoluscida hasta utilizarse como cosmético. Aún se necesitan investigaciones detalladas y sistemáticas para la identificación, catalogación y documentación de las plantas para promover los conocimientos locales tradicionales de la planta con uso medicinal (Kumar *et al.*, 2017).

En la parte ecológica, las especies de *Dalbergia* son pieza importante en el dosel de los bosques y la interacción con otras especies, permitiéndoles desarrollar adaptaciones morfológicas anatómicas y fisiológicas muy específicas, por ejemplo, simbiosis mutualista con bacterias del género *Rhizobium*, permitiendo enriquecer el suelo en las selvas, teniendo un valor importante en lo biológico y ecológico (Christie *et al.*, 2006). Asimismo, hay un gran número de especies de árboles asociados a *Dalbergia*, entre las que destacan: *Muntingia calabura* L., *Hampea trilobata* Standl., *Cecropia peltata* L., *Aspidosperma megalocarpum* Müll. Arg., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Bourreria oxyphylla* Standl. y

Metopium brownei (Jacq.) Urb.
(OIMT-CITES, 2014).

Los esfuerzos realizados para documentar el valor ecológico, genético, social y económico de las especies del género *Dalbergia*, no han sido suficientes, no obstante, con la información disponible, se conoce que las especies que forman parte del género *Dalbergia* son fundamentales en el medio natural. A pesar de esto, no se cuenta con información sobre las implicaciones que se tendría si estas especies desaparecen, pudiendo perjudicar a la vegetación que se encuentra en simbiosis con estas especies, además de los hongos; trayendo consigo un desequilibrio en el mantenimiento y salud de los ecosistemas tropicales. En consecuencia, son especies que vale la pena investigar, conservar y aprovechar de manera sostenible, sin poner en riesgo su permanencia dentro del ecosistema.

Finalmente, con lo anterior mencionado, una de las propuestas para conservar las especies del género *Dalbergia* es en sistemas de producción locales como alternativa de recuperación, estos sistemas de oportunidad son los “agroforestales”. Es una opción con posibilidad de aplicación prometedora, además de las ya existentes (áreas naturales protegidas, plantaciones forestales, ensayos de progenie y bancos de germoplasma forestal). Las zonas de distribución de las especies de *Dalbergia* al estar en zonas tropicales, dan pauta para ser considerados en los Sistemas Agroforestales en las comunidades con producción de cultivos locales; se establece en un sistema de cultivo y se posibilita la permanencia *Dalbergia* en la región de dispersión.

LITERATURA CITADA

Alderete, A., De la Cruz Landero, N., y González de la Torre, J. E. (2005). Variación en semillas de *Cedrela odorata* L. procedentes de los estados de Campeche y tabasco, México. *Foresta Veracruzana* 7(2), 41-44.

Alía, R., Agúndez, D., Alba, N., González Martínez, S. C., y Soto, A. (2003). Variabilidad genética y gestión forestal. *Ecosistemas* 8(3), 1-7.

Andren, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscape with different proportion of suitable habitat - a review. *Oikos* 71, 355-366.

Brown and Hardner, C. M. (2000). *Muestreo de las reservas de genes de los árboles forestales para la conservación ex situ*. Forest Conservation Genetics: Principios y práctica. CSIRO.

CCA. (2017). *Plan de acción de América del Norte para un comercio sustentable de especies maderables, Comisión para la Cooperación Ambiental*. Montreal.

Cervantes, A. (2016). La conservación del granadillo en México: una carrera contra el tiempo. *CONABIO. Biodiversitas* 128, 6-11.

Cervantes, A., Linares, J., y Quintero, E. (2019). An updated checklist of the Mexican species of *Dalbergia* (Leguminosae) to aid in its conservation efforts. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90, e902528 <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2528>

- Christie, M., Hanley, N., Warren, J., Murphy, K., Wright, R. and Hyde, T. (2006). Valuing the diversity of biodiversity. *Ecological economics* 58(2), 304-317.
- CITES. (2013). "CoP16 Prop. 62: Incluir la *Dalbergia stevensonii* en el Apéndice II de la CITES de conformidad con el párrafo 2 a) del Artículo II de la Convención y Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP15) Anexo 2(a), párrafo B". Secretaría de la CITES, Ginebra. Recuperado de <https://cites.org/sites/default/files/esp/cop/16/prop/S-CoP16-Prop-62.pdf>
- CITES. (2016). *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Examen de las propuestas de enmienda a los apéndices i y ii.* CoP17 Prop. 54. Recuperado de <https://cites.org/sites/default/files/esp/cop/17/prop/S-CoP17-Prop-54.pdf>
- CONABIO. (2017). *La diversidad biológica forestal en México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- IUCN. (2016). *Análisis de las Propuestas de Enmienda a los Apéndices de CITES de UICN/TRAFFIC para la 17 e Reunión de la Conferencia de las Partes.* CITES. Recuperado de <https://www.iucn.org/sites/dev/files/sp-analyses-cop17.pdf>
- Keyghobadi, N. (2007). The genetic implications of habitat fragmentation for animals. *Canadian Journal of Zoology* 85, 1049-1064.
- Kumar, R., Jain, S. K., Shashi Alok, V. K., Devender, S., and Man, S. (2017). *Dalbergia sissoo* Linn. *Morphology, PCrahytochemistry and pharmacology* 8(4), 1522-1533.
- Linares, J., y Sousa, M. 2007. *Ceiba* 48(1-2), 64-65.
- Mabberley, D. J. (2008). *Mabberley's plant book. A portable dictionary of plants, their classifications and uses.* 3rd Edition, University of Washington Botanic Gardens. Seattle.
- Mc Vaugh. (1987). *Flora novogaliciana. V. Leguminosae.* *Ann arbor.* The University of Michigan.
- Meier. (2016). "Cocobolo". The Wood Database. Recuperado de www.wood-database.com/cocobolo/
- Murphy, P. G., y Lugo, A. E. (1995). *Dry forest of Central America and the Caribbean. Seasonally Dry Tropical Forests.* Cambridge University Press.
- Oimt, C. (2014). *Inventario de la Población y Abundancia de las Especies de Dalbergia Retusa y Dalbergia stevensonii en las Áreas de Ocurrencia Natural de Guatemala.* Gobierno de República de Guatemala.
- Ricker, M., Hernández, M., Sousa, M. y Ochoterena, H., 2013. Tree and tree-like species of Mexico: Asteraceae, Leguminosae, and Rubiaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84, 439-470.
- Rodríguez, J. P., Rojas, S. F., y Hernández, D. G. (2010). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela.* Provita, Shell Venezuela, Lenovo.

Sousa, S. M., Ricker, M., y Hernández, H. M. (2001). Tree Species of the Family Leguminosae in México. *Botany* 6, 339-365.

The Plant List. 2013. *Dalbergia*. Recuperado de: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Dalbergia>

Impacto del efecto de borde sobre biomasa aérea almacenada en un bosque seco tropical en Cundinamarca (Colombia)

Carolina Pachón-Venegas¹, Yeison Vega-G¹ y Camila Valdés-Cardona¹

Recibido: 23 mayo 2020 | Aceptado: 10 abril 2021

RESUMEN

El efecto de borde es una de las consecuencias de la fragmentación a la cual se exponen varios parches de bosque nativo y secundario, este genera cambios en las condiciones microclimáticas y en la estructura del bosque, viéndose reflejado en diferentes factores biológicos como la biomasa aérea. Por lo tanto, se hipotetiza que a medida que se incrementa la distancia desde el borde hacia el interior del bosque, cambian las condiciones microclimáticas, siendo estas más favorables para el almacenamiento de mayor biomasa, aumento de altura y diámetro. Así, se establecieron cuatro transectos de 50 m, donde se ubicaron cada 25 m parcelas de 25m², dando un total de 12. En cada parcela, se tomaron datos de altura, diámetro a la altura del pecho para todas las plantas leñosas con alturas superiores a 1,30 m y se registraron datos de humedad relativa y temperatura del aire. Se encontraron diferencias en la biomasa entre las parcelas, atribuible principalmente entre la zona del medio con las zonas de borde y del interior del bosque, contrario a lo reportado en la literatura. Similarmente, hay una segregación de las clases altimétricas y diamétricas entre las zonas, ubicándose los árboles con mayor altura y grosor al interior. No obstante, las variables microclimáticas no reflejaron un efecto sobre los atributos de la vegetación, contrario a lo que se reporta en la literatura. Además, se resalta que la zona media poseía menores valores de biomasa, explicados por factores locales del fragmento.

Palabras clave: altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), humedad, temperatura del aire.

¹Estudiante de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Cr. 45 #26-85, Bogotá, Colombia; cpachonv@unal.edu.co

ABSTRACT

The edge effect is one of the consequences of the fragmentation to which various patches of native and secondary forest are exposed, causing changes in the microclimatic conditions and the structure of the forest, which are in turn reflected in different biological variables such as aerial biomass. Therefore, it is hypothesized that as the distance from the edge to the interior of the forest increases, the microclimatic conditions change, becoming more favorable for the storage of greater biomass, as well as increases in tree height and diameter. Thus, four 50m transects were established, where 25m² plots were located every 25m. In each plot, data on height, diameter at breast height were taken for all woody plants with heights above 1.30 m and data on relative humidity and air temperature were recorded. While the interior plot had the highest biomass, as expected, the intermediate zone was found to have the lowest biomass, instead of the pattern of a linear increase in biomass away from the edge described in the literature. The lower than expected biomass of the intermediate zone can be explained by local factors proper to the study area. Similarly, there is a segregation of the height and diameter classes between the zones, with the trees with the greatest height and thickness being located in the forest interior. However, the microclimatic variables were not reflected in the attributes of the vegetation, contrary to what is reported in the literature.

Key words: height, microclimatic conditions, DBH, humidity, air temperature

INTRODUCCIÓN

La fragmentación consiste en el reemplazo de grandes áreas de bosque nativo por otro tipo de cobertura vegetal dejando parches de bosque aislados (Murcia, 1995). Este proceso expone a los organismos del parche a las condiciones del hábitat contrastante en el ecotono, generando cambios en la abundancia de las especies, en la estructura y en las interacciones comunitarias, lo que se conoce como efecto de borde. Este efecto de borde implica alteraciones microclimáticas que se hacen evidentes en un gradiente perpendicular al borde en la temperatura, humedad, luz y velocidad del viento (Astiani *et al.*, 2018; Murcia, 1995; Zurita *et al.*, 2012; Saeed *et al.*, 2019; Wekesa *et al.*, 2019).

El efecto de borde puede tener también implicaciones sobre la producción de biomasa y, por ende, en la capacidad de almacenamiento de carbono de los bosques, lo que afecta también la provisión de algunos servicios ecosistémicos como la regulación climática por captura de dióxido de carbono (Astiani *et al.*, 2018; Razafindratsima *et al.*, 2017; Saeed *et al.*, 2019; Wekesa *et al.*, 2019). Varios autores han reportado un mayor almacenamiento de carbono en biomasa aérea en el interior de los parches que en el borde y se presume que esto se debe, como se mencionó previamente, a los cambios en la estructura del bosque y composición de especies en el borde (Razafindratsima *et al.*, 2017; Wekesa *et al.*, 2019). Algunos de estos cambios

están relacionados con modificaciones en la alometría de los árboles como respuesta a las alteraciones microclimáticas, o a rasgos propios de las especies que pueden establecerse en el borde y son resistentes, por ejemplo, a condiciones de alta luminosidad y velocidad de viento (Razafindratsima *et al.*, 2017; Wekesa *et al.*, 2019).

Para la región tropical, dichas afecciones son de particular preocupación, debido a que los bosques tropicales almacenan alrededor del 50% de carbono en su biomasa aérea, manteniendo el ciclo de este elemento a escalas de paisaje y global, además de proveer hábitats que promueven la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Corona-Núñez *et al.*, 2018; Saeed *et al.*, 2019; Wekesa *et al.*, 2019). Pese a que las investigaciones se han concentrado en los bosques húmedos, se sabe que los bosques secos son reservorios de altas densidades de carbono en vegetación y suelos (Corona-Núñez *et al.*, 2018). En Colombia, dadas las condiciones edafológicas, geomorfológicas y climáticas del bosque seco tropical, gran parte de este ha sido reemplazado por cultivos, pasturas para ganado y asentamientos humanos, quedando remanente el 8% de la cobertura original en un estado de alta fragmentación y sólo el 4% correspondiente a bosques maduros (González-M *et al.*, 2018; Portillo-Quintero y Sánchez Azofeifa, 2014).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto del efecto de borde sobre la biomasa aérea almacenada en un bosque seco tropical en Cundinamarca (Colombia).

Se hipotetiza que la producción de biomasa incrementa conforme se aumenta la distancia desde el borde del parche, debido a que las condiciones microclimáticas como humedad y temperatura son más adversas en el borde, generando árboles con menor DAP y altura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Natural de la Sociedad Civil / VI área protegida con recursos administrados Maná Dulce está ubicada en los municipios de Nilo y Agua de Dios (4° 21'03.4"N; 74° 39'05.4"W; Fig. 1), en el suroccidente del departamento de Cundinamarca (Colombia) (MADS, 2018). Su área comprende 71,0590 hectáreas de bosque seco tropical del valle interandino del río Magdalena, con predominancia de plantas leñosas de hoja ancha, con una altitud media de 450 msnm (MADS, 2018; Martín-Reyes, 2019). Se encuentra en una zona con clima cálido seco, con temperatura promedio de 26°C, precipitación anual entre 1000 y 1500 mm³ repartida en un régimen bimodal, siendo los meses de mayo y septiembre los más lluviosos, y una humedad relativa media de 70% (Martín-Reyes, 2019). Las actividades y usos a los que está dedicada la Reserva Maná Dulce son de conservación, preservación, regeneración y restauración de los ecosistemas, incluyendo su fauna y flora. Similarmente, el aprovechamiento sostenible de productos maderables, no maderables, educación ambiental, ecoturismo, la investigación básica, aplicada, como también la generación de bienes y servicios ambientales hacen parte de la gama de usos a los que está destinada la reserva (MADS, 2018).

El muestreo se llevó a cabo entre el 11 y 13 de noviembre de 2019.

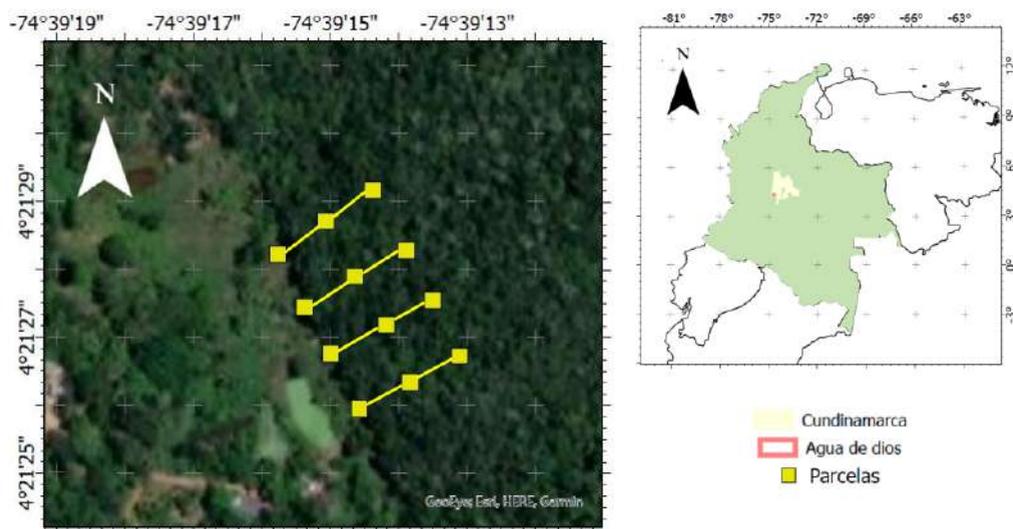


Figura 1.
Mapa de ubicación de los sitios de muestreo, Reserva Maná Dulce, Agua de dios, Cundinamarca (Colombia).

Diseño de muestreo y recolección de datos de vegetación

Se seleccionó aleatoriamente un parche de bosque sobre el cual se trazaron cuatro transectos perpendiculares al borde (ecotono con pastizal para pastoreo) de 50m de longitud. En cada transecto se establecieron tres parcelas de 25m², separadas 25m entre ellas (Fig. 1). Para cada una de las parcelas se midió la altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos que presentaron más de 1,30 m de altura. Estas medidas fueron tomadas con un clinómetro para calcular la altura y con una cinta métrica para la circunferencia a la altura del pecho; con este dato se calculó posteriormente el DAP.

En cada parcela se tomaron datos de humedad relativa y temperatura del

aire con un higrómetro SILVA ADC Pro en un período de tiempo menor a 30 minutos para evitar un sesgo en dichos datos por la hora del día en la que fueran tomados. Estas mediciones fueron registradas antes del mediodía y fueron tomadas en el centro de cada parcela.

Cálculo de biomasa aérea

Se utilizó la ecuación propuesta por Yepes *et al* (2011), para calcular la biomasa aérea únicamente con el valor del DAP.

$$\ln [BA] = a + B1 \ln [D]$$

Yepes *et al* (2011)

Donde, BA es biomasa aérea (kg), a (-2,235) y B1 (2,37) constantes correspondientes al bosque seco tropical y D es DAP (cm). Además,

se estimó la biomasa por cuadrante por medio de la ecuación descrita por Yepes *et al* (2011).

$$BA (t/ha) = BA (kg/par) \times (1t/1000 kg) \times FC$$

Donde, BA es biomasa aérea y FC es el factor de conversión que se debe emplear según el tamaño de la parcela utilizado. En este caso, para una parcela de 5 x 5 m corresponde al valor de 200.

Análisis de datos

Para evaluar si existen diferencias significativas en la biomasa acumulada ocasionada por el efecto de borde, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis entre las diferentes parcelas. Para determinar qué parcelas presentaron diferencias significativas en su biomasa almacenada, se realizó un análisis de comparación múltiple post hoc de Dunn aplicando la corrección de Bonferroni.

Respecto a la influencia de las variables microclimáticas (humedad y temperatura) sobre la biomasa, el DAP y la altura, se realizó un Modelo Lineal Generalizado (GLM), debido a la poca colección de variables microclimáticas y a la no normalidad de los datos. El tratamiento de datos fue realizado por medio de los programas Past 3 (Hammer *et al*, 2001) y Excel ®.

RESULTADOS

Las diferentes variables ambientales y biológicas medidas (Tabla 1), mostraron una alta desviación estándar o alta dispersión de datos. Se destacan los datos de la parte media del bosque, siendo estos los más bajos de los tres puntos en todas las variables. Además, el valor de biomasa de la parte interior del bosque presenta una alta desviación estándar, indicando una alta variabilidad en los tamaños de los árboles medidos en esta zona.

Variables	Promedio (desviación estándar)			
	Borde	Medio	Interior	p-value
Temperatura (°C)	23,875 (± 0,340)	23,800 (± 0,230)	23,900 (± 0,244)	0,68
Humedad (%)	87,225 (± 2,134)	88,000 (± 1,756)	89,000 (± 1,587)	0,47
Biomasa (t/ha)	30,417 (± 19,719)	10,066 (± 5,221)	52,873 (± 52,348)	0,016*
DAP (cm)	5,017 (± 3,832)	3,829 (± 2,103)	5,743 (± 4,652)	0,016*
Altura (m)	4,611 (± 1,919)	4,320 (± 1,287)	5,685 (± 1,914)	1,71*10 ^{-5**}

Nota: La biomasa reportada corresponde a los valores calculados por el método de Yepes *et al* (2011). * Diferencias significativas según la prueba Kruskal-Wallis con $\alpha=0,05$; ** $\alpha=0,01$.

Tabla 1.

Valores promedio y desviación estándar de todas las variables medidas y obtenidos, según su ubicación en un bosque seco tropical, Reserva Maná Dulce, Colombia.

La biomasa calculada según la ecuación de Yepes *et al.* (2011) osciló entre 3,57 t/ha y 127,60 t/ha. Se presentaron diferencias significativas en el cálculo de biomasa almacenada (Kruskal Wallis: $H(\chi^2) = 8,303$; $p = 0,016$), donde el análisis de comparación múltiple post hoc de Dunn indica que las diferencias en el aporte de biomasa se encuentran entre la zona media y

del interior del bosque (Medio-Interior: $p\text{-value} = 0,003$), siendo el interior del bosque la zona que presenta un mayor valor. Por otro lado, las zonas de borde no presentan diferencias significativas con respecto a las zonas medias y del interior del bosque (Borde-Medio: $p\text{-value} = 0,28$; Borde-Interior: $p\text{-value} = 0,12$; Fig. 2).

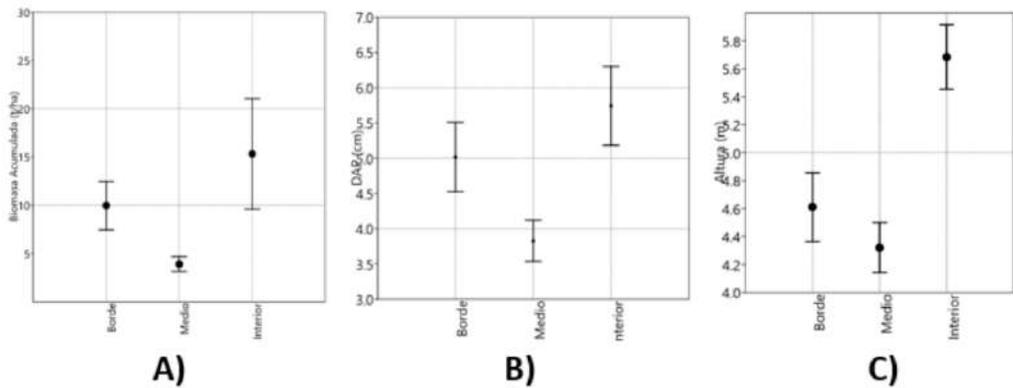


Figura 2.

Boxplot de (a) biomasa acumulada, (b) DAP y (c) altura de los árboles medidos en un bosque seco tropical, Reserva Maná Dulce, Colombia. Los datos se encuentran clasificados según su ubicación en el bosque: en el borde (0m), en el medio (25m) y en el interior (50m).

Este patrón de la biomasa se evidencia en la estructura diamétrica, donde la distribución del DAP presentó diferencias significativas entre las zonas del bosque (Tabla 1), especialmente entre las zonas media y del interior (Medio-Interior: $p\text{-value} = 0,013$). Así mismo, se evidenció en las clases diamétricas (Fig. 3A) que los árboles con mayores DAP (valores superiores a 7,4 cm) son poco frecuentes en las zonas de borde y media del transecto. Por otro lado, a pesar de

que la altura presentó diferencias entre las zonas (Tabla 1), no se siguió el mismo patrón descrito anteriormente, en cambio se observó que el interior del bosque es significativamente diferente de las otras dos zonas del transecto (Borde-Interior: $p\text{-value} = 7,5 \cdot 10^{-4}$; Medio-Interior: $p\text{-value} = 6,24 \cdot 10^{-5}$; Fig. 4C). Al analizar las clases altimétricas (Fig. 3B) evidentemente los árboles más altos tienden a agruparse en las zonas del interior del bosque.

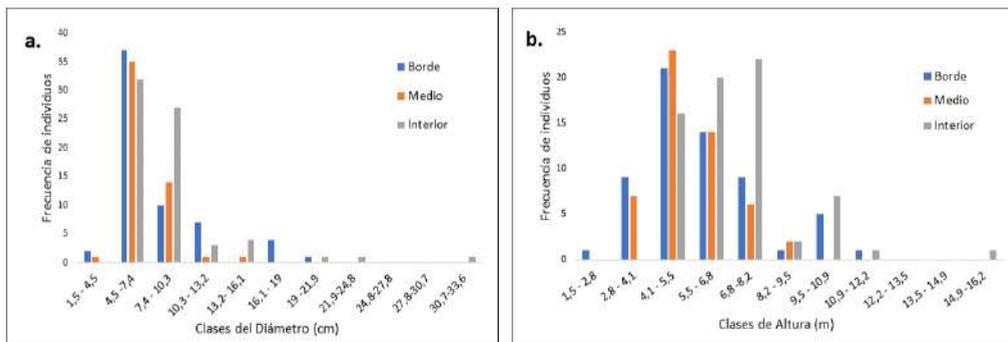


Figura 3. Clases diamétricas (a) y altimétricas (b) de los árboles medidos en un bosque seco tropical, Reserva Maná Dulce, Colombia. Los datos se encuentran clasificados según su ubicación en el bosque: en el borde (0m), en el medio (25m) y en el interior (50m); y a la clase en la que se agrupan, siendo 10 clases en total.

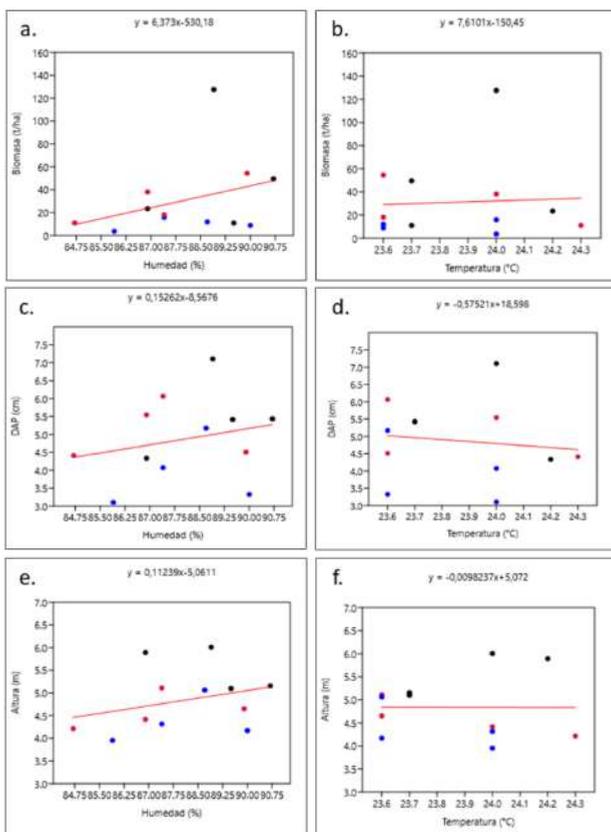


Figura 4. Modelo Lineal Generalizado (GLM) para las diferentes variables microclimáticas versus las variables biológicas medidas. Los puntos rojos corresponden a los valores del borde del bosque, los azules a la parte media y los negros a la parte interna. Valores R^2 para cada GLM: a. 0,114; b. 0,003; c. 0,059; d. 0,016; e. 0,095; f. 0,00001.

Respecto a las variables microclimáticas y su relación con las variables biológicas (Fig. 4) se obtuvo, que solo la humedad posee una relación positiva sobre estas sin importar la ubicación en el bosque, ya que los valores en los diferentes puntos se mantuvieron cercanos o casi iguales entre sí. Respecto a la temperatura, no se observa una relación clara con las variables y al igual que con la humedad, no hay cambios de ésta entre los puntos muestreados.

DISCUSIÓN

El bosque seco tropical de la Reserva Maná Dulce no posee diferencias en la biomasa de los individuos cercanos al borde con respecto a los que se encuentran en la parte interna, es decir, no se evidencia un efecto de este sobre el almacenamiento de carbono, contrario a lo reportado por Magnago *et al.* (2017), donde sí hay un efecto del borde del bosque sobre la biomasa. Adicionalmente, no se demostró una variación de los factores microclimáticos medidos, lo cual no concuerda con lo reportado en la bibliografía, donde las variables microclimáticas de temperatura y humedad son más adversas en el borde (Bernaschini *et al.*, 2019).

Con respecto a la altura y el DAP, Reinmann y Hutyra (2016) reportan que el crecimiento de los árboles ubicados cerca al borde es tres veces menor con respecto a los árboles del interior del bosque, hecho que se refleja parcialmente en la Reserva Maná Dulce donde los árboles más altos tienden a ubicarse en la zona más lejana al borde (Fig. 3B). No obstante, se encontró que esta segregación altimétrica en la reserva,

no responde a la misma causa reportada por Reinmann y Hutyra (2016), los cuales enfatizan que la temperatura es el principal agente que limita el crecimiento en los bordes debido a que causan estrés en el período de crecimiento. De esta manera, se propone que esta diferenciación en las clases altimétricas en la reserva responde a variables ambientales asociadas a la humedad, la cantidad de agua, propiedad del suelo para retener agua, topografía del terreno, entre otras; como se ha reportado para los bosques secos alrededor del mundo (Allen *et al.*, 2016; Chaturvedi y Raghubanshi, 2018; Pizano y García, 2014; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2016).

De forma similar, las clases diamétricas reflejan que los árboles con mayores DAP solo se ubican al interior del bosque, hecho que concuerda con lo reportado por Harper *et al.* (2005) y Astiani *et al.* (2018), donde se describe una relación negativa entre el DAP y la distancia desde el borde; es decir, en los bordes los DAP decrecen significativamente y estos restringen el crecimiento de biomasa aérea por unidad de área.

Cabe resaltar, los datos de la parte media del bosque presentaron diferencias con las otras dos zonas, siendo estos los más bajos en todas las categorías. Aunque no es clara la razón por las variables medidas, se hipotetiza que estas variaciones en la biomasa y, consecuentemente, en el DAP son causadas por factores locales de ese fragmento, como la topografía y la edad del bosque (Fagan *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2011; Lertzman *et al.*, 1996; Thomas *et al.*, 1979).

Por lo tanto, se recomienda que las principales variables microclimáticas a tener en cuenta en un estudio de influencia del efecto de borde sean: la temperatura, la humedad, la velocidad del viento; incluyendo otras como la topografía, el tiempo de desarrollo del borde y la densidad del follaje (Davies-Colley *et al.*, 2000; Razafindratsima *et al.*, 2017). Además, la influencia del efecto de borde es menor a medida que madura el borde del bosque, en bosques húmedos tropicales la influencia ocurre en los primeros 40 m desde el borde y va decreciendo a medida que el bosque madura (Davies-Colley *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

En conclusión, la hipótesis principal es descartada, contrario a lo reportado en otros estudios. De esta manera, es necesario mejorar los métodos de toma de datos microclimáticos, aumentar las variables y el tamaño del transecto (Magnago *et al.*, 2015). Por otro lado, se demostraron algunas de las predicciones hechas; la altura sí aumenta a lo largo del bosque, es decir desde el borde hacia el interior, y el DAP exhibe una relación inversa a medida que aumenta la distancia desde el borde. Además, se reporta que los datos de la parte media del bosque son más bajos que los de las otras dos zonas, lo que plantea nuevas hipótesis para futuros estudios a realizar en la zona.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Colombia y al Departamento de

Biología por permitir la realización de la salida de campo y abrir espacios para la investigación de los bosques del país. A la profesora Beatriz Salgado por la corrección del manuscrito, su apoyo en campo y en las sugerencias para el presente estudio. A Thibaud Aronson por su colaboración en correcciones de estilo y su lectura crítica. Agradecimientos especiales a la Dra. Andrea Martínez por su apoyo continuo.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, K., Dupuy, J.M., Gei, M., Hulshof, C., Medvigy, D., Pizano, C., et al. (2017). Will seasonally dry tropical forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes? *Environmental Research Letters*, 12, 1-15. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5968>.

Astiani, D., Curran, L.M., Mujiman, Ratnasari, D., Salim, R., Lisnawati, N. (2018). Edge effects on biomass, growth, and tree diversity of a degraded peatland in West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 19, 272-278. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190137>

Bernaschini, M.L., Trumper, E., Valladares, G., Salvo, A. (2019). Are all edges equal? Microclimatic conditions, geographical orientation and biological implications in a fragmented forest. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 280, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.035>

Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., ter Steege, H., Webb, C.O. (2006). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. *Ecological Applications*, 16(6), 2356-2367. <https://doi.org/10.1890/1051-0761>

Corona-Núñez, R.O., Campo, J., Williams, M. (2018). Aboveground carbon storage in tropical dry forest plots in Oaxaca, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 409, 202-214. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.11.014>

Davies-Colley, R.J., Payne, G.W., Van Elswijk, M. (2000). Microclimate gradients across a forest edge. *New Zealand Journal of Ecology*, 24(2):111-121.

Fagan, M.E., Morton, D.C., Cook, B., Masek, J.G., Zhao, F.A., Nelson, R., Huang, C. (2016). Beyond edge effects: Landscape controls on forest structure in the southeastern US: AGU Fall Meeting Abstracts.

Fonseca, W., Rey-Benayas, J.M., Alice, F.E. (2011). Carbon accumulation in the biomass and soil of different aged secondary forests in the humid tropics of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1400-1408. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.036>

González, M. R., García, H., Isaacs, P., Cuadros, H., López-Camacho, R., Rodríguez, N., Pérez, K., Mijares, F., Castaño-Naranjo, A., Jurado, R., Idárraga-Piedrahita, A., Rojas, A., Vergara, H., Pizano, C. (2018). Disentangling the environmental heterogeneity, floristic distinctiveness and current threats of tropical dry forest in Colombia. *Environmental Research Letters*, 13: 045007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaad74>

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Harper, K., MacDonald, E., Burton, P.J., Chen, J., Brososfske, K.D. (2005). Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. *Conservation Biology*, 19 (3): 769-782. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x>

Letzman, K.P., Sutherland, G., Inselberg, A., Saunders, S.C. (1996). Canopy gaps and the landscape mosaic in a temperate rainforest. *Ecology*, 77: 1254-1270. <https://doi.org/10.2307/2265594>

Magnago, L.F.S., Magrath, A., Barlow, J., Schaefer, C.E.G.R., Laurance, W.F., Martins, S.V., Edwards, D.P. (2017). Do fragment size and edge effects predict carbon stocks in trees and lianas in tropical forests? *Functional Ecology*, 31(2), 542-552. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12752>

Magnago, L.F.S., Rocha, M.F., Meyer, L., Martins, S.V., Meira-Neto, J.A.A. (2015). Microclimatic conditions at forest edges have significant impacts on vegetation structure in large Atlantic forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 24(9), 2305-2318. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0961-1>

Martín-Reyes, J.C. (2019). Estudio de caso en la Reserva Mana Dulce: Construcción e implementación de la cartilla En las alas del murciélago. En: Martín-Reyes, J.C. De mitos a verdades: Una cartilla de divulgación científica acerca de la importancia ecológica de los murciélagos. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). Resolución número 037 del 23 de marzo de 2018. p. 19.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecology Evolution*, 10(2): 58-62. [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(00\)88977-6](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(00)88977-6)

Pizano, C., García, H. (2014). El Bosque seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. p. 228.

Portillo-Quintero, C.A., Sánchez-Azofeifa, G.A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143(1): 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>

Razafindratsima, O.H., Brown, K.A., Carvalho, F., Johnson, S.E., Wright, P.C., Dunham, A.E. (2017). Edge effects on components of diversity and above-ground biomass in a tropical rainforest. *Journal of Applied Ecology*, 55(2): 977-985. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12985>

Reinmann, A.B., Hutyra, R. (2017). Edge effects enhance carbon uptake and its vulnerability to climate change in temperate broadleaf forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114: 1-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1612369114>.

Saeed, S., Yujun, S., Beckline, M., Chen, L., Zhang, B., Ahmad, A., Mannan, A., Khan, A., Iqbal, A. (2019). Forest edge effect on biomass carbon along altitudinal gradients in Chinese Fir (*Cunninghamia lanceolata*): A study from Southeastern China. *Carbon Management*, 10(1): 1-12. <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1537517>

Sánchez-Azofeifa, A., Powers, J., Fernandes, G., Quesada, M. (2014). Tropical dry forests in the Americas: Ecology, Conservation and Management. Taylor and Francis Group. pp 17; 35.

Thomas, J.W., Maser, C., Rodiek, J.E. Edges. In: Thomas, J.W. editor. (1979). Wildlife habitats in managed forests: The Blue Mountains of Oregon and Washington. U.S. Department of Agriculture Forest Service, p. 48-59.

Wang, G., Guan, D., Xiao, L., Peart, M.R. (2019). Forest biomass-carbon variation affected by the climatic and topographic factors in Pearl River Delta, South China. *Journal of Environmental Management*, 232, 781-788. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.130>

Wekesa, C., Kirui, B.K., Maranga, E.K., Muturi, G.M. (2017). Variations in forest structure, tree species diversity and above-ground biomass in edges to interior cores of fragmented forest patches of Taita Hills, Kenya. *Forest Ecology and Management*, 440:48-60. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.03.011>.

Yepes, A.P., Navarrete, D.A., Duque, A.J., Phillips, J.F., Cabrera, K.R., Álvarez, E., García, M.C., Ordoñez, M.F. (2011). Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa -carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. pp. 162.

Zianis, D. (2008). Predicting mean aboveground forest biomass and its associated variance. *Forest Ecology and Management*, 256: 1400-1407. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.002>.

Zurita, G., Pe'er, G., Bello, M.I., Hansbauer, M.M. (2012). Edge effects and their influence on habitat suitability calculations: a continuous approach applied to birds of the Atlantic forest. *Journal of Applied Ecology*, 49(2): 503-512. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02104.x>

Estimación de la superficie cultivada de Palma Aceitera mediante interpretación visual de imágenes satelitales durante los años 2016 - 2020

Osmar Yupanqui Carrasco¹, Juan Ruben Julca Torres² y Erick Valerio Candia³

Recibido: 30 mayo 2021 | Aceptado: 7 noviembre 2021

RESUMEN

Actualmente en el Perú no existe una cifra oficial sobre la cantidad exacta de hectáreas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), por ello, este trabajo apunta a generar información sobre el aumento del cultivo desde el año 2016 hasta el 2020, en las regiones de Ucayali, San Martín, Huánuco y Loreto, mediante la interpretación visual de las imágenes satelitales bianuales y mensuales pantropicales de *Planet NICFI*, junto con el uso del software QGIS 3.10.2 y la extensión (*plugin*) *Planet*. En total, se encontraron 85 122,95 ha en el año 2016; 86 866,18 ha en el año 2017; 91 357,80 ha en el año 2018; 94 656,40 ha en el año 2019 y 95 048,37 ha en el año 2020 en las 4 regiones estudiadas, siendo Ucayali la región con mayor cantidad de hectáreas de palma aceitera, con 44 077,82 ha para el año 2020, seguida de San Martín con 35 151,74 ha, Loreto con 13 568,94 ha y Huánuco con 2 249,87 ha. También se generó la información cartográfica sobre las 16 plantas de procesamiento de palma aceitera encontradas y finalmente, estos resultados se llevaron a una aplicación en *Google Earth Engine* para su divulgación.

Palabras clave: Interpretación visual, imágenes satelitales, monitoreo, aplicativo.

¹Bachiller en Ing. Forestal, email: osmar30asis@gmail.com

²Egresado de Ing. Forestal, email: jjulcatorres@gmail.com

³Estudiante de Ing. Forestal, email: erick.valerio.candia.28@gmail.com

ABSTRACT

Currently, in Peru there is no official number of the exact amount of hectares of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.), thus, this work aims to generate information about the increment of this crop since the year 2016 to the 2020, in the regions of Ucayali, San Martín, Huánuco and Loreto, through visual interpretation of the biannual and monthly pantropical satellite imagery of Planet NICFI, together with the use of the software QGIS 3.10.2 and the plugin Planet. In total, 85 122,95 ha were found in the year 2016, 86 866,18 ha in 2017, 91 357,80 ha in 2018, 94 656,40 in 2019 and 95 048,37 in 2020 in the 4 regions studied, being the region with the most amount of hectares of palm oil Ucayali, with 44 077,82 ha for the year 2020, followed by San Martín with 35 151,74 ha, Loreto with 13 568,94 ha and Huánuco with 2 249,87, ha. The cartographic information was also generated on the 16 oil palm processing plants found and finally, these results were taken to an application in Google Earth Engine for it's disclosure.

Key words: Visual interpretation, satellite imagery, monitoring, app.

INTRODUCCIÓN

Según MINAGRI (2012), citado por Leveau (2018), la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), es uno de los cultivos oleaginosos de mayor crecimiento registrado a nivel mundial, debido principalmente a su alto poder productivo; es decir, a su

mayor rendimiento de tonelada de aceite por hectárea (t/ha), su producción inicia a los 3 años de sembrado y produce comercialmente durante 25 años. Este alto rendimiento se visualiza en la Figura 1.

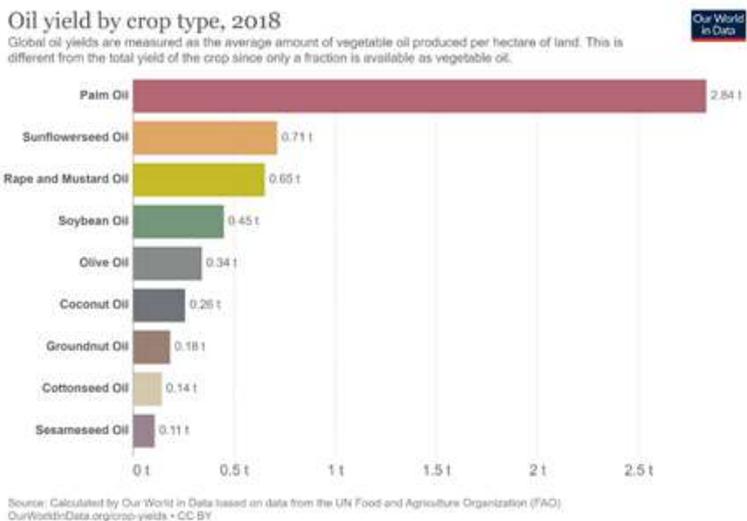


Figura 1.

Rendimiento global de aceites por cultivo y por hectárea. Elaborado por: ourworldindata.org. Fuente: FAOSTAT, 2018.

Kongsgager & Reenberg (2012) mencionan que este cultivo está presente en la mayoría de los países en los trópicos, y que ha sido usado históricamente como alimento y medicina. El desarrollo de la industria de la palma aceitera como plantación inició en el sudeste asiático y se ha convertido en uno de los cultivos industriales más importantes en países como Malasia, Indonesia y Tailandia. Sin embargo, la escasez de tierras en estas regiones genera que la industria busque otras regiones para desarrollarse, lo cual explica en parte su crecimiento en África y América Latina (Butler y Laurence, 2009).”

El Perú es un actor pequeño en el mercado mundial de aceite de palma, pero enfrenta muchos de los desafíos ambientales y sociales que se ven en los países productores de palma más grandes, como Indonesia, Malasia, Tailandia y Colombia, algunos de estos desafíos incluyen el control de la deforestación impulsada por la expansión del cultivo de palma aceitera y la violación de los derechos humanos y laborales (SPDE, 2019).

Dammert (2014) afirma que: “A diferencia de sus países vecinos, el Perú no cuenta con otras áreas de bosques húmedos tropicales más allá de los de la cuenca amazónica. Los factores agroecológicos hacen que algunos cultivos, como la palma aceitera, solo crezcan en determinadas zonas de esta región”.

Históricamente, los hitos más importantes en la expansión del cultivo de palma aceitera han sido los años 2000 y 2010. Según Sáenz (2017), desde 1970 hasta el 2000 se

cultivaron 14 667 ha, esto quiere decir que el avance se dio lentamente, mientras que en 2010 contabilizaron 50 200 ha, hubo un crecimiento acelerado por la política de sustitución de cultivos ilícitos que el Estado impulsó y la propuesta de cooperación internacional como solución al conflicto social que atravesaba el país.

Oficialmente no hay cifras que indiquen la extensión que posee el cultivo de palma aceitera en el Perú, la Junta Nacional de Palma Aceitera del Perú (JUNPALMA), reporta que hubieron 77 537 ha cultivadas de palma aceitera en la Amazonía Peruana para el 2014 (Sáenz, 2017), mientras que Vijay *et al.* (2018) estima 84 500 ha entre el 2010 y 2015, *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2018) reporta para ese mismo año 43 100 ha de palma aceitera, por otra parte, *Monitoring of the Andean Amazon Project* (MAAP) documenta más de 86 600 ha para el 2018.

La distribución espacial y extensión de la palma aceitera guarda estrecha relación con la distancia existente entre el cultivo y la planta extractora o de procesamiento de aceite de palma aceitera, pues mientras menor sea esta distancia, mayor será la ventaja competitiva que tendrá la empresa dueña del terreno, Angulo, *et al.* (2017) recomiendan tener una planta de extracción ubicada en un radio no mayor de 35 km, pues la distancia promedio para el abastecimiento de las plantas productoras supera los 100 km de distancia.

Ante esta situación, el presente estudio actualizará la información histórica sobre la extensión del cultivo de palma aceitera y la ubicación de sus

plantas de procesamiento en las regiones de Ucayali, San Martín, Huánuco y Loreto, para mejorar el conocimiento de la extensión de este cultivo, y que esta información permita a los tomadores de decisiones entender mejor las dinámicas del cultivo y plantear estrategias para su monitoreo, mediante el desarrollo de un visor de palma aceitera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

El presente estudio se centró en los departamentos de Ucayali, San Martín, Huánuco y Loreto, desde el año 2016 hasta el 2020. Se analizaron todas las provincias y distritos de los departamentos mencionados, a fin de cuantificar las hectáreas del cultivo de palma aceitera.

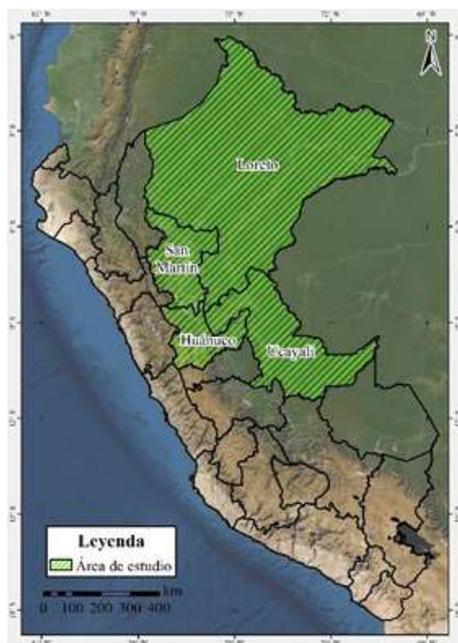


Figura 2.
Mapa base del área de estudio.
Elaboración propia.

Materiales:

Para el desarrollo del estudio se empleó el software de sistemas de información geográfica QGIS 3.10.2 (QGIS.org, 2021), debido a que posee una extensión llamada *Planet*, que permite acceder libremente a los mosaicos bianuales y mensuales pantropicales, correspondientes a las imágenes de *Planet NICFI*, que poseen 4,77 m de resolución espacial, y ya vienen normalizadas, con correcciones atmosféricas y con máscara de nubes (Planet, 2021). También se contó con el mapa base palma aceitera para el 2017 desarrollado por SPDE (2019) y los mapas bases presentes en el mismo software de QGIS, como *Bing Aerials* y *Google Satellite* de *Google Earth*. Otros insumos que permitieron el desarrollo de esta investigación incluyeron la cartografía de palma aceitera entregada por Víctor Galarreta (JUNPALMA) para el 2018 del departamento de San Martín y los resultados de la metodología HCSA/HCV (*High Carbon Stock Approach / High Conservation Value*) en Tocache, San Martín para el año 2018, otorgados por Richard Vaca de *Earthworm Foundation*. También se empleó la información cartográfica proveniente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019), para la visualización de redes viales, Autoridad Nacional del Agua (2018), para la red hidrográfica y el mapa base de palma aceitera del año 2017 elaborado por SPDE (2019).

Métodos:

La interpretación de imágenes digitales es básicamente posible de

dos maneras, generalmente denominadas interpretación visual e interpretación por computadora (E. P. Green *et al.*, 1998). En este estudio el método utilizado para la identificación de áreas de palma aceitera fue la interpretación visual, la cual consiste en la interpretación de imágenes aéreas y satelitales cuyo objetivo es obtener información sobre los objetos y el paisaje. Es un proceso específico de estudio de la realidad geográfica basado en la detección, identificación y localización espacial de objetos individuales y formas del terreno capturados de imágenes de satélite (Lauermañ, 2010, como se citó en Svatonova, 2016). La información recopilada de las imágenes está codificada en varios tonos y texturas. Rubín de Celis (2020) nos menciona la habilidad que tienen los seres humanos para relacionar los tonos, colores y patrones espaciales que aparecen en una imagen con los elementos del mundo real, siendo las características evaluadas para su identificación las siguientes:

Siendo los puntos a considerar bajo interpretación propia los siguientes:

- a.- Textura: Mayoritariamente lisas.
- b.- Color: Representado por una tonalidad de verde oscuro para el cultivo y a veces verde claro.
- c.- Forma: Rectangulares, cuadradas o figuras geométricas, con ángulos rectos en su mayoría.
- d.- Patrón: Parcelas agrupadas y con cercanía a una planta de procesamiento de aceite de palma.



Figura 3.
Comparación de imágenes Bing (izquierda) de muy alta resolución y Planet NICFI 2020 (a la derecha) de menor resolución. Elaboración propia.

Una vez identificados los parámetros anteriormente mencionados, se procedió con la digitalización de los polígonos para la línea histórica de palma aceitera del 2016 y continuando con los años consecutivos hasta el 2020 empleando el software de sistemas de información geográfica QGIS 3.10.2, también se verificó que no haya un traslape espacial entre las capas mediante el empleo de herramientas topológicas. Finalmente, se contabilizaron las hectáreas de palma anuales por departamento, provincia y distrito mediante el corte de la capa generada, con las capas de límites departamentales, provinciales y distritales del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Para la identificación de las plantas de procesamiento de palma aceitera, se empleó la información otorgada por JUNPALMA, que otorga referencias de ubicación de las diferentes refinerías de las 4 regiones mencionadas.

Toda la información cartográfica generada se llevó a la plataforma de *Google Earth Engine* (Gorelick *et al.*, 2017), que emplea el lenguaje de programación de Javascript, donde se desarrolló un aplicativo para que el público en general pueda acceder a la información, además de añadir herramientas adicionales para controlar la opacidad de las capas y barras de desplazamiento a las plantas de procesamiento y a los polígonos más grandes de palma aceitera, también se programó la plataforma para que al hacer clic en una parcela, se muestre el área del polígono y también las coordenadas (longitud y latitud).

RESULTADOS

Línea Base 2016

Para la línea base del año 2016 se encontró un total de 85 122, 95 ha, siendo la región de Ucayali la que contó con mayor cantidad de hectáreas de palma aceitera, con 38 808,92 ha, seguido de San Martín con 31 798,93 ha, Loreto con 12 985,13 ha y Huánuco con 1 529,97 ha.

A nivel provincial, las mayores superficies (ha) de palma aceitera se encuentran en Tocache (San Martín), Coronel Portillo y Padre Abad (Loreto) con 23 514, 35; 21 134,72 ha

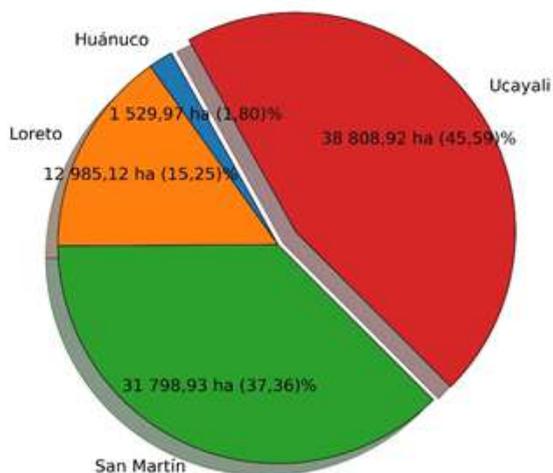


Figura 4.
Superficie cultivada de Palma Aceitera en el área de estudio para la línea base 2016.
Elaboración propia.

y 17 674,20 ha respectivamente. A nivel distrital se encontró que Tocache (Tocache-San Martín) cuenta con mayor cantidad de área de palma aceitera, con 14 818,48 ha, seguido por Yurimaguas (Alto Amazonas-Loreto), con 12 728,53 ha, Campo Verde y Nueva Requena (Coronel Portillo - Ucayali), con 10 686,82 ha y 10 300,65 ha respectivamente.

Incrementos anuales de palma 2017-2020

La Tabla 1 detalla el incremento anual del cultivo de palma aceitera en diferentes niveles: departamental, provincial y distrital, además del total acumulado.

A nivel distrital, para la región de Huánuco, el distrito de Cholon fue el que obtuvo el máximo incremento de cultivo de palma aceitera con 323,85

ha en el año 2019, mientras que Tournavista fue el que obtuvo el mínimo aumento de cultivos de palma con 2,10 ha en el año 2018. Mientras que, en Loreto, el distrito de Yurimaguas fue el que obtuvo el máximo incremento de cultivo de palma aceitera con 327,61 ha en el año 2018, mientras que Padre Márquez obtuvo el mínimo incremento de cultivo de palma aceitera con 1,96 ha en el año 2018. Por otra parte, en San Martín, el distrito de Papaplaya obtuvo el máximo incremento de cultivo de palma aceitera con 664,17 ha en el 2017, mientras que Nuevo progreso obtuvo el mínimo incremento de cultivo de palma aceitera con 1,85 ha en el 2020. Finalmente, en la región de Ucayali, el distrito de Campoverde obtuvo el máximo incremento de cultivo de palma aceitera con 1 273,19 ha en el año

2018, mientras que Callería obtuvo el mínimo incremento de cultivo de palma aceitera con 0,45 ha en el 2018.

A nivel provincial, Coronel Portillo, en Ucayali obtuvo el máximo incremento de cultivo de palma aceitera con 1395,88 ha en el 2018, mientras que Puerto Inca, en Huánuco obtuvo el mínimo incremento de cultivo de palma aceitera con 3,04 ha en el 2019.

A nivel departamental, San Martín fue el departamento con el mínimo aumento del cultivo de palma aceitera con 53,60 ha en el 2020, mientras que Ucayali fue el que obtuvo el mayor incremento de cultivo de palma aceitera con 2 606,23 ha en el 2018.

Estos incrementos anuales del cultivo de palma aceitera por departamento y por año, se visualizan en la Figura 5.

Departamento/ Provincia/Distrito	Línea Base 2016	Aumento 2017	Aumento 2018	Aumento 2019	Aumento 2020	Total acumulado (ha)
Huánuco	1 529,97	123,44	199,08	326,90	70,48	2 249,87
Marañón	506,37	18,22	102,61	323,85		951,05
Cholón	506,37	18,22	102,61	323,85		951,05
Puerto Inca	1 023,60	105,22	96,47	3,04	70,48	1 298,82
Honoría	704,62	99,10	94,37	3,04	70,48	971,61
Tournavista	318,98	6,12	2,10			327,20
Loreto	12 985,13	47,39	343,73	192,70		13 568,94
Alto Amazonas	12 936,20	42,39	327,61	192,70		13 498,90
Teniente César López Rojas	207,67					207,67
Yurimaguas	12 728,53	42,39	327,61	192,70		13 291,23
Maynas	48,92	5,00	14,15			68,08
San Juan Bautista	48,92	5,00	14,15			68,08
Ucayali			1,96			1,96
Padre Márquez			1,96			1,96
San Martín	31 798,93	855,02	1 342,58	1 101,60	53,60	35 151,74
Lamas	7 635,82	20,06	501,07	187,90		8 344,85
Barranquita	4 044,42	9,34	121,19	45,07		4 220,03
Caynarachi	3 591,40	10,72	379,87	142,83		4 124,82

San Martín	648,76	679,76	225,27	325,84		1 879,63
El Porvenir	512,02	15,60	10,30	41,51		579,42
Papaplaya	136,74	664,17	214,98	284,33		1 300,20
Tocache	23 514,35	155,20	616,24	587,86	53,60	24 927,26
Nuevo Progreso	135,74	7,86	77,62		1,85	223,07
Pólvora	4 362,04	78,40	188,13	141,80	13,97	4 784,33
Tocache	14 818,48	0,35	214,86	289,20		15 322,89
Uchiza	4 198,09	68,60	135,63	156,87	37,78	4 596,97
Ucayali	38 808,92	717,37	2 606,23	1 677,41	267,88	44 077,82
Coronel Portillo	21 134,72	109,22	1 395,88	741,19	83,84	23 464,85
Calleria	78,68		0,45			79,13
Campoverde	10 686,82	82,56	1 273,19	605,17		12 647,74
Nueva Requena	10 300,65	26,66	71,74	119,71		10 518,77
Yarinacocha	68,57		50,49	16,31	83,84	219,21
Padre Abad	17 674,20	608,16	1 210,35	936,22	184,04	20 612,97
Alexander Von Humboldt	122,94		4,13	11,46	4,58	143,11
Curimaná	4 790,80	61,98	70,49	76,90	13,55	5 013,71
Neshuya	8 394,29	468,57	750,84	491,21	165,91	10 270,83
Padre Abad	4 366,17	77,61	384,90	356,65		5 185,32
Total (ha)	85 122,95	1 743,23	4 491,62	3 298,60	391,97	95 048,37
Total acumulado (ha)	85 122,95	86 866,18	91 357,80	94 656,40	95 048,37	

Tabla 1.

Superficie cultivada de palma aceitera a niveles departamentales, provinciales y distritales para la línea base y años consecutivos.

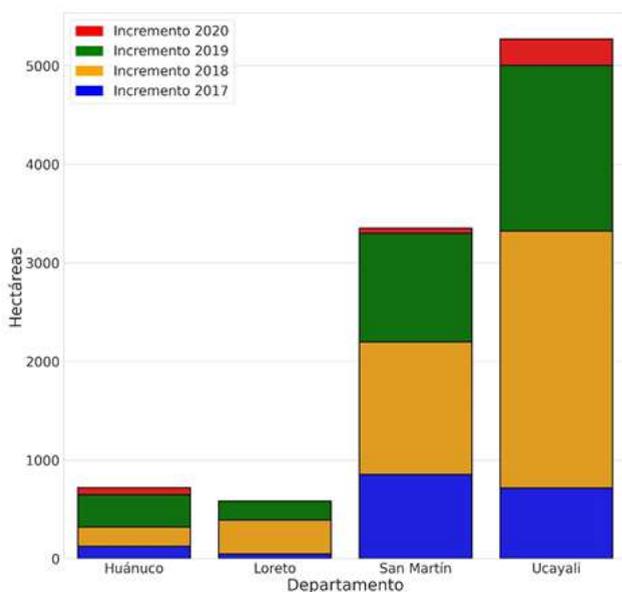


Figura 5.

Incremento de palma aceitera en hectáreas en los 4 departamentos estudiados, para los años 2017-2020

Para el año 2017, la región de Huánuco fue la que obtuvo un mayor incremento porcentual del cultivo de palma aceitera con 8,1%, seguido por San Martín con 2,7%, Ucayali con 1,8% y Loreto con 0,4%. En el 2018, la región de Huánuco también fue la que obtuvo un mayor incremento porcentual del cultivo de palma aceitera con 12 %, seguido por Ucayali con 6,6 %, San Martín con 4,1% y Loreto con 2,6%. Siguiendo la misma tendencia, en el 2019, la región de Huánuco fue la que obtuvo un mayor incremento porcentual de cultivo de palma aceitera con 17,6%, seguido de Ucayali con 4%, San Martín con 3,2% y Loreto con 1,4%. Finalmente, para el 2020, la región de Huánuco fue la que obtuvo un mayor incremento de cultivo de palma aceitera siendo el 3,2%,

seguido de Ucayali con 0,6% y San Martín con 0,2%, siendo nulo el incremento de Loreto para este año.

La región de Huánuco fue la que obtuvo el mayor incremento porcentual de hectáreas totales en la línea histórica analizada, desde el 2016 (línea base) hasta el 2020, con un 47,1%, seguido por Ucayali con 13,6%, San Martín con 10,5% y finalmente Loreto con 4,5%.

Plantas de procesamiento

En total se encontraron 16 plantas de procesamiento de palma aceitera en las regiones estudiadas, asociadas a diferentes empresas. Se detalla la ubicación política de estas refinerías y sus coordenadas en la Tabla 2.

Nº	Nombre de la empresa	Departamento	Provincia	Distrito	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
1	OLAMSA-1	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	504 583,76	9 044 399,19
2	OLAMSA-2	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	518 388,61	9 061 156,15
3	OLPASA	Ucayali	Padre Abad	Padre Abad	429 102,41	8 998 579,22
4	INDOLMASA	Ucayali	Padre Abad	Neshuya	503 253,49	9 044 079,58
5	INDEPAL UCAYALI SA	Ucayali	Padre Abad	Neshuya	501 670,16	9 040 960,47
6	AGROPECUARIA ROSSEL SRL	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	507 183,78	9 049 342,13
7	OLPUSAC	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	509 398,35	9 050 946,83
8	INDUSTRIAS PALM OLEO SAC	Ucayali	Coronel Portillo	Callería	541 127,78	9 070 903,07
9	OLNA PERU SAC	Huánuco	Puerto Inca	Honoría	521 914,96	9 019 933,17
10	INDUSTRIAS DEL SHANUSI SA	Loreto	Alto Amazonas	Yurimaguas	370 949,56	9 322 716,55
11	INDUPALSA	San Martín	Lamas	Caynarachi	358 516,89	9 302 337,12
12	OLPESA	San Martín	Tocache	Pólvora	324 347,57	9 099 735,61
13	INDUSTRIAS DEL ESPINO SA	San Martín	Tocache	Tocache	335 740,16	9 078 384,48
14	BIOANDES EIRL	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	516 231,00	9 059 194,11

15	ASOCIACION AGROPECUARIA NUEVO AMANECER	Huánuco	Puerto Inca	Honoría	528 468,07	9 046 024,32
16	BIODIESEL UCAYALI SRL	Ucayali	Coronel Portillo	Campoverde	497 109,83	9 067 562,78

Tabla 2.
Ubicación de las plantas de procesamiento de palma aceitera.

Visor de palma aceitera

Se generó el visor de palma aceitera mediante la plataforma de *Google Earth Engine*, el cual es de libre acceso y se puede acceder con el siguiente enlace: <https://osmaryupanqui.users.earthengine.app/view/palm-oil-spde>

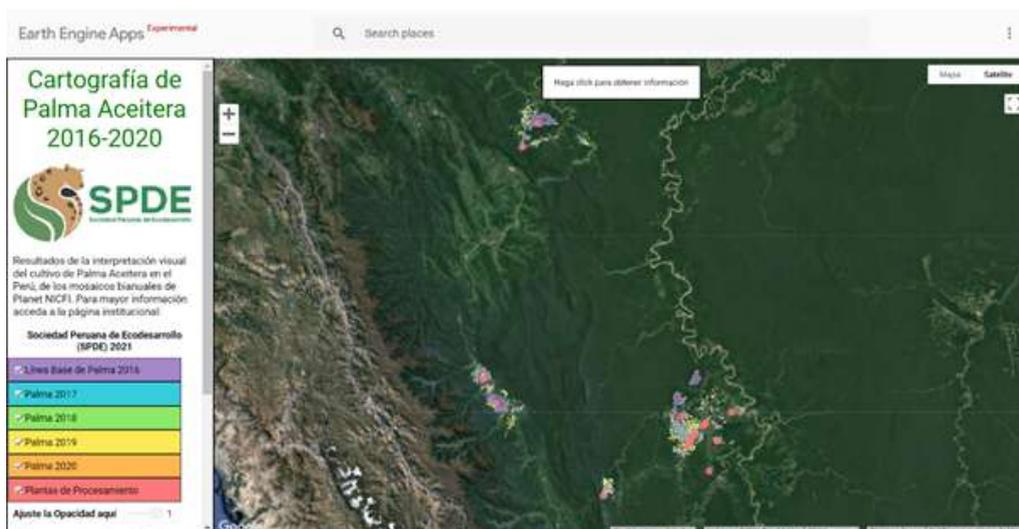


Figura 6.
Distribución espacial del cultivo de Palma Aceitera en el visor creado en Google Earth Engine. Elaboración propia.

DISCUSIONES

OXFAM (2008), citado por Leveau R. (2018), estimó las áreas altamente adaptables y moderadamente adaptables para el cultivo de palma aceitera en las regiones de Ucayali, Loreto, Huánuco y San Martín, de las cuales 4 109 493 ha son áreas con bosque y 498 567 ha son zonas sin bosque o áreas degradadas, lo cual al comparar estas cifras con el

resultado total de áreas de palma aceitera en este estudio, para el año 2020 (95 048,37 ha), representan solamente el 2,06 % de área aprovechada para este cultivo. Siendo para la región Ucayali el 2,29% de 1 927 425 ha de área óptima para aprovechar, 13,91% de 252 766 ha para San Martín, 0,64% de 2 118 799 ha para Loreto y 0,73% de 309 070 ha para Huánuco.

La BBC (2012), posiciona al cultivo de palma aceitera como uno de los principales drivers de la deforestación de la Amazonía peruana. Mientras que, los estudios publicados por McCarthy (2020), sostienen que la mayor pérdida de cobertura forestal desde el 2001 hasta el 2019 se dio en el departamento de Ucayali con aproximadamente 572 000 ha, sin embargo, el presente estudio obtiene como resultado que solo el 7,65% (43 809,94 ha) es palma aceitera al año 2020, encontrando también que la mayor tasa de deforestación fue en el año 2018 con 35 170 ha para este departamento, si bien es cierto, coincide con la mayor tasa de producción e incremento del cultivo de palma, es importante mencionar que el incremento para este año fue 2 606,23 ha que equivale al 7,41% en donde se evidencia que el principal motivo de pérdida de cobertura forestal se puede atribuir a la agricultura migratoria y a la ganadería.

Vijay *et al.* (2018) menciona que los cultivos de palma aceitera irán aumentando gradualmente al pasar de los años, esto se ve reflejado en sus estudios de los años 2000 - 2005 con un incremento del 1,4% mientras que entre los años 2006-2015 fue del 5 %, se puede observar un continuo aumento del cultivo de palma aceitera a lo largo de los años 2016 - 2020 en los departamentos de Ucayali, Loreto, San Martín y Huánuco debido a la aprobación de la Resolución Ministerial “Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de Palma Aceitera 2016 - 2025” (MINAGRI, 2016), lo cual a su vez se puede sustentar con el resultado obtenido

para el incremento del cultivo entre los años 2016-2020 que es del 11% , mientras que un estudio realizado por Dammert (2015) sobre el aumento de la palma aceitera en el Perú, indica que para el año 2021 se espera alcanzar las 250 000 ha de palma aceitera en el Perú lo cual no es factible debido a la baja tasa de incremento porcentual de palma aceitera como se demuestra en el estudio ya que se estaría hablando de un incremento de más del 100% para el año 2021.

Para el año 2018 se obtuvo como resultado 91 357,80 ha de palma aceitera difiriendo de esta forma con el estudio realizado por el MAAP (2018) con un resultado de 86 600 ha , esta diferencia se debe al tiempo de la evaluación de los datos ya que en el presente estudio se tomó una línea temporal más amplia y en la evaluación de imágenes empleada para cada estudio siendo Planet NICFI y Digital Globe respectivamente, no obstante, SPDE y JUNPALMA para el año 2017 obtuvieron 88 559, 04 ha y 88 620 ha respectivamente, al compararlo con el resultado obtenido en este estudio, de 86 866,18 ha se evidencia una variación del 2,25% aproximadamente.

Según MINAGRI (2020), citado por Escobedo (2021), para el año 2019 se encuentran 108 020 ha instaladas de cultivo de palma aceitera, mientras que en el presente estudio para el mismo año se determinó 94 656,40 ha presentado una variación de 13 363 ha aproximadamente, esto se puede deber a que MINAGRI trabaja con información primaria actualizada y la interpreta como áreas legalmente

cultivadas ya sean en fases tempranas como áreas recién instaladas de palma aceitera, dificultando de esta forma la interpretación visual originando así estos grandes sesgos en los resultados.

CONCLUSIONES

Se estimó que la superficie total del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el área de estudio para el año 2020 resulta en 95 048,37 hectáreas, encontrándose un incremento total de 9 925,42 ha desde el año 2016. Asimismo, se encontraron 16 plantas procesadoras de aceite de palma aceitera y se generó una aplicación en *Google Earth Engine* para la visualización de esta información.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a SPDE Sociedad Peruana de Ecodesarrollo pues este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto “La Revolución de la Cero Deforestación”, con financiamiento de *The National Wildlife Federation* (NWF) y *Norwegian Agency for Development Cooperation* (NORAD). También agradecemos a la Junta Nacional de Palma Aceitera del Perú (JUNPALMA), a Víctor Galarreta y a Richard Vaca de *Earthworm Foundation* por la información otorgada.

LITERATURA CITADA

Angulo, D., Beltrán, E., Murillo, M., Valdizan, M. (2017). *Producción y Comercialización de derivados oleaginosos de Palma Aceitera*. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621632>

BBC (03 de mayo del 2012). *Palma Aceitera, “Agente de Deforestación en Perú”*. BBC Mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/05/120503_peru_palma_aceitera_am

Butler, R., Laurance, W. (2009). Is oil palm the next emerging threat to the Amazon?. *Tropical Conservation Science*, 2 (1), 1-10. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/194008290900200102>

Dammert, L. (2014). *Cambio de uso de suelos por Agricultura a gran escala en la Amazonía Andina: El caso de la Palma Aceitera*. Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina - ICAA. <https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2014/09/Cambio-de-uso-de-suelo-y-el-caso-de-la-palma-aceitera-en-la-Amazon%C3%ADa.pdf>

Dammert, L. (2015). *Hacia una Ecología Política de la Palma Aceitera en el Perú*. OXFAM. https://oi-files-cng-prod.s3.amazonaws.com/peru.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/Hacia%20una%20Ecolog%C3%ADa%20Pol%C3%ADtica%20de%20la%20Palma%20Aceitera%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf

Escobedo, A. (2021). *Agronegocios y Crisis Climática en el Perú. Monocultivos, Deforestación y Emisiones de Carbono en la Amazonía Peruana*. Oxfam América Inc. <https://peru.oxfam.org/latest/policy-paper/agronegocios-y-crisis-climatica-en-peru>

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

Green, Edmund P., et al. "Remote sensing techniques for mangrove mapping." *International journal of remote sensing* 19.5 (1998): 935-956. <https://doi.org/10.1080/014311698215801>

Kongsager, R., Reenberg, A. (2012). *Contemporary land-use transitions: the global oil palm expansion* (Reporte n° 4). Global Land Project. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/contemporary-land-use-transitions-the-global-oil-palm-expansion>

Leveau, R. (2018). *Sustentabilidad de fincas productoras de Palma Aceitera (Elaeis guineensis), en el valle del río Shanusi, Loreto*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3810/leveau-tuanama-roberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MAAP (12 de noviembre del 2018). *Línea base de palma aceitera para la Amazonía Peruana*. Monitoring of the Andean Amazon Project. <https://maaproject.org/2018/palma-aceitera-peru/>

McCarthy, N. (2020). *A Spotlight on Exponential Peruvian Palm Oil Growth: ESG Risks for Cargill Subsidiary, Cargill Americas Peru SPL*. Climate Advisers Trust. https://climateadvisers.org/wp-content/uploads/2020/12/Climate-Advisers_A-Spotlight-on-Exponential-Peruvian-Palm-Oil-Growth-2020.pdf

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú) (2012). *Estudio sobre la potencialidad de la Palma Aceitera para reducir la dependencia de Oleaginosas importadas en el Perú*. Dirección de Información Agraria, Dirección General de Competitividad Agraria. <http://palma.webcindario.com/potencialidadpalma.pdf>

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú) (2016). *Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera en el Perú 2016-2025*. <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resolucionesministeriales/2016/junio/rm281-2016-minagri.pdf>

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego) (2020). *Estadísticas de extensiones (ha.) de palma aceitera instalada y cosechada, para los años 2000 y 2019*. Ministerio de Agricultura y Riego.

OXFAM (Comité de Oxford para el alivio del hambre) (2017). *El aumento de cultivos de palma aceitera amenaza la Amazonía Peruana*. OXFAM International. <https://www.oxfam.org/es/el-aumento-de-cultivos-de-palma-aceitera-amenaza-la-amazonia-peruana>

Planet. (23 de mayo del 2021). *NICFI Data Program User Guides*. Planet. https://assets.planet.com/docs/NICFI_UserGuidesFAQ.pdf

Planet. (23 de mayo del 2021). *Planet Basemaps for NICFI Data Program Addendum to Basemaps Product Specification*. Planet. https://assets.planet.com/docs/NICFI_Basemap_Spec_Addendum.pdf

QGIS.org (2021). *QGIS A Free and Open Source Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>

Rubín de Celis, E. (2020). *Práctica 1: Interpretación Visual de Imágenes de Satélite*. Curso: Teledetección Forestal, UNALM. http://www.lamolina.edu.pe/Facultad/forestales/teledeteccion/IMAGES/Practicas/Pr%C3%A1ctica%201_2020.pdf

Sáenz, G. (2017). *Agroindustria de la Palma Aceitera: Alternativa sostenible que promueve desarrollo socioeconómico en la Amazonia*. JUNPALMA PERÚ. <https://junpalmaperu.org/sites/default/files/archivos/2017/publicacion/05/agroindustria-de-la-palma-aceitera-en-peru-enero2017.pdf>

SPDE. (2019). *Camino hacia la libre Deforestación en la cadena de Palma Aceitera del Perú*. Sociedad Peruana de Ecodesarrollo. https://sociedad sostenible.co/wp-content/uploads/2020/02/Policy_Camino-hacia-la-libre-deforestacion_SPDE_NWF_CDise%C3%B1o2.pdf

Svatonova, H. (2016). Analysis of Visual Interpretation of Satellite Data. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 2(16), 675-681. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B2-675-2016>

Vijay, V., Reid, C., Finer, M., Jenkins, C., Pimm, S. (2018). Deforestation risks posed by oil palm expansion in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 13(11), 114010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae540>

Puesta en valor del fruto “Ushun” mediante la caracterización botánica, físicoquímica y fitoquímica, Cullaspampa, distrito de Caraz - Ancash

Deysi Mendo-Ponce¹, Gimena Lázaro², Jorge Leyva³, Deysi Guzmán⁴ y Eloy Cuellar⁵

Recibido: 20 octubre 2020 | Aceptado: 15 octubre 2021

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo generar información botánica, físicoquímica y fitoquímica para poner en valor al “Ushun”, especie frutal nativa del Perú, mediante evaluaciones físicas y fitoquímicas que servirán como base para determinar sus usos potenciales. Se colectaron muestras dendrológicas en la localidad de Cullaspampa en Caraz, tratándose de la especie *Bunchosia armeniaca* perteneciente a la familia Malpighiaceae. Las características físicas del fruto presentaron una media del tamaño longitudinal y diametral de 2,00 y 1,72 cm, respectivamente, y un peso promedio de 4,75 g, la cáscara pesó en promedio 1,12 g, y constituye un 24,05% respecto al fruto; la pulpa, presentó una media de 1,94 g, el rendimiento del despulpado fue de 40,30%, la concentración de azúcar fue de 40° Brix y 0,01% expresado como ácido cítrico. En cuanto a las semillas, presentaron un tamaño longitudinal promedio de 1,32 cm y diámetro de 0,57 cm, un peso promedio de 1,13 g representando el 24,28% del fruto. Estos resultados fueron obtenidos al $68,79 \pm 1,45$ y $60,82 \pm 1,26\%$ de humedad del fruto y de la pulpa, respectivamente. Asimismo, la marcha fitoquímica determinó que los fitoconstituyentes presentes fueron: alcaloides en general, aminas terciarias, fenoles, flavonoides, compuestos grasos y grupos funcionales. Se concluyó que posee propiedad antibacteriana, antimicrobiana, antiviral, antioxidante y antiinflamatoria; además de, valor terapéutico, como relajante muscular, tranquilizante, antitúxico y analgésico. Debido a sus características físicas y fitoquímicas, el “Ushun” cuenta con un elevado potencial para ser incluido en la industria.

Palabras clave: *Bunchosia armeniaca*, fitoconstituyentes, metabolitos secundarios.

¹Universidad Nacional Agraria La Molina, deysi.mendo.p@gmail.com

²Universidad Nacional Agraria La Molina, gimena199805@gmail.com

³Universidad Nacional Agraria La Molina, jorge4antonio@gmail.com

⁴Universidad Nacional Agraria La Molina, deysigl@lamolina.edu.pe

⁵Universidad Nacional Agraria La Molina, eloycuellar@lamolina.edu.pe

ABSTRACT

The present study had the objective of generating taxonomic, physicochemical and phytochemical information to value the "Ushun", native fruit species of Peru, through physical and phytochemical evaluations that will serve as a basis to determine its potential uses. Dendrological samples were collected in the locality of Cullaspampa in Caraz, determining that the species was *Bunchosia armeniaca* belonging to the Malpighiaceae family. The physical characteristics of the fruit presented an average longitudinal and diametric size of 2,00 cm and 1,72 cm, respectively, and an average weight of 4,75 g, the peel presented an average weight of 1,12 g, and constitutes 24,05% regarding the fruit, the pulp, presented an average of 1,94 g, the pulping yield was 40,30%, its present sweetness is 40° Brix and 0,01% expressed as citric acid. As for the seeds, they presented an average longitudinal size of 1,32 cm and a diametric of 0,57 cm, an average weight of 1,13 g representing 24,28% of the fruit. These data were obtained at a humidity percentage of the fruit and pulp of $68,79 \pm 1,45\%$, and $60,82 \pm 1.26$, respectively. Also, the phytochemical screening determined that the phytoconstituents present were alkaloids in general, tertiary amines, phenols, flavonoids, fatty compounds and functional groups. It was concluded that it has antibacterial, antimicrobial, antiviral, antioxidant and anti-inflammatory properties, therapeutic value, as muscle relaxants, tranquilizer, antitussive and analgesic. Due to its physical and phytochemical characteristics, "Ushun" has a high potential to be included in the industry.

Keywords: *Bunchosia armeniaca*, phytoconstituents, secondary metabolites

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país megadiverso, dentro de la inmensidad de su flora, cuenta con 623 especies de árboles frutales aproximadamente, de los cuales 523 son nativas (CONCYTEC, 2016). Es indispensable revalorar las especies nativas, puesto que sus frutos podrían constituir seguridad alimentaria y una fuente económica adicional para los pobladores locales del Perú (Obregón, 2020). Según Jacobsen *et al.* (2003), nuestras especies nativas tienen ventajas comparativas debido al sabor, aroma único, consistencia y fina textura.

Existen prácticas antiguas para mejorar las características de ciertas especies. Una de ellas es la domesticación. Esta es una actividad

que se ha realizado de forma tradicional en los huertos familiares, principalmente en especies forestales con fines de obtención de frutos (Cornelius y Ugarte, 2010). En el caso del "Ushun" existe evidencia arqueológica que demuestra que este árbol frutal nativo fue utilizado en culturas peruanas donde predominó las actividades de manejo y producción en chacras familiares como Mochica y Guitarreros (Fernandez y Rodriguez, 2007).

Es necesario justificar, a base de estudios, la importancia de las especies nativas, así como, conocer las características químicas de los frutos, metabolitos secundarios, los cuales son importantes para la planta

puesto que, actúan como atrayentes para los polinizadores y tóxicos para los predadores (García y Carril, 2011). En el caso del "Ushun", especie frutal de la región andina, se utiliza como fruto fresco, mermeladas, jaleas, confitados, entre otros (Jacobsen *et al.*, 2003). Además, cuenta con una ventaja agroexportadora, ya que al ser nativa se encuentra adaptada a las distintas condiciones edafológicas y climáticas del país, por lo que no exige tanta atención técnica y elevados costos de producción a comparación de cultivos de frutales no nativos (Mostacero *et al.*, 2017).

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo generar información botánica, física y fitoquímica para valorizar al "Ushun", especie forestal nativa poco estudiada, ubicada en Cullaspampa, Ancash, a partir de la identificación de la especie, el estudio del fruto a nivel descriptivo de sus características físicas y químicas, y la determinación de sus metabolitos secundarios. El conocer dichas características, servirá como base para proponer posibles usos potenciales y a partir de ello visualizar a futuro planes de domesticación e incluso mejoramiento genético (Mostacero *et al.*, 2017).

MATERIALES y METODOLOGÍA

Área de estudio

El lugar de estudio fue la localidad de Cullaspampa, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash (Figura 1). Según Weatherspark (2016)

Caraz posee una temperatura de 10°C a 24°C y rara vez baja a menos de 7°C o sube a más de 26°C; en la época lluviosa de octubre a abril la precipitación acumulada se encuentra entre 13 a 29 mm; la topografía en un radio de 3 kilómetros tiene grandes variaciones de altitud tiene variaciones enormes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 895 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2,391 metros. El área en un radio de 3 kilómetros está cubierta de arbustos (56 %), árboles (16 %), pradera (15 %) y tierra de cultivo (14 %), en un radio de 16 kilómetros, de arbustos (47 %) y pradera (24 %) y en un radio de 80 kilómetros, de arbustos (34 %) y pradera (22 %). Además, los pobladores locales mencionan que estas zonas han sido manejadas por sistemas agroforestales multiestratos, sistemas silvopastoriles y huertos familiares, durante los últimos años.

Colecta botánica

Para la identificación de la especie se colectaron de 3 a 5 muestras dendrológicas de los 5 individuos encontrados en el área de estudio; 3 de ellas solo con hojas y 5 con flores y/o frutos. La colecta se realizó en el mes de enero, ya que se encontraban en floración y principios de fructificación. Se realizó un prensado en campo. Luego se preservó con alcohol al 80%, para después ser secadas en un horno. Por último, se realizó el montaje y se cotejó con especímenes del Herbario (MOL).

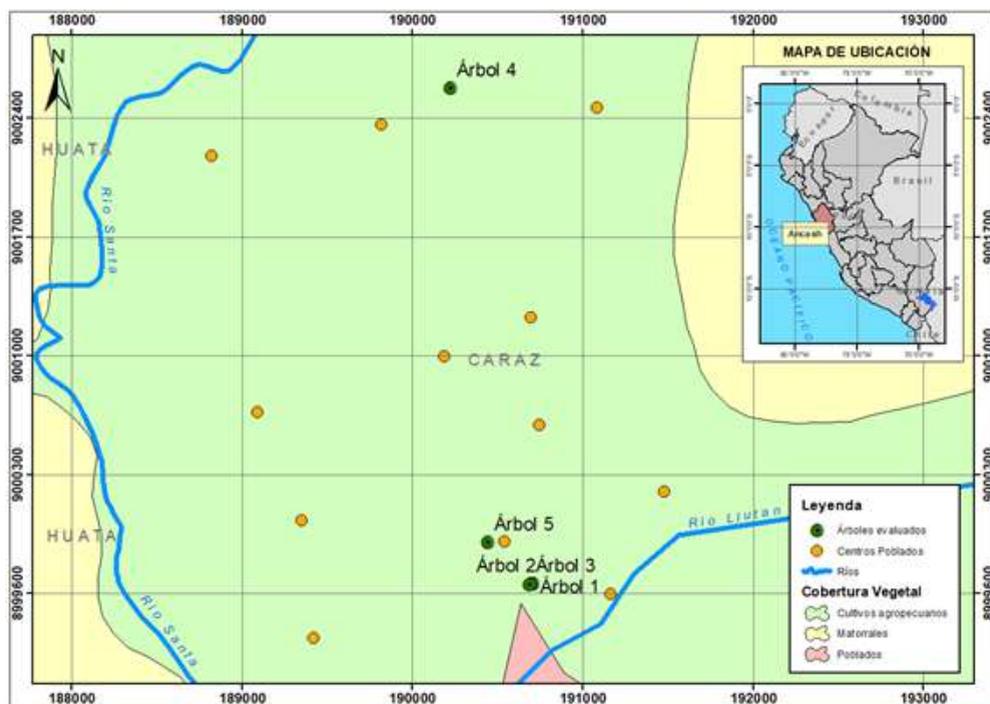


Figura 1.

Mapa del área de estudio con la ubicación de los árboles evaluados.

Análisis de parámetros físicoquímicos

Los equipos utilizados para los parámetros físicos, fueron: la balanza analítica de capacidad 200 g, el vernier digital, el refractómetro, el colorímetro de Lovibond LC100 y la mufla. Las metodologías usadas para los análisis químicos y grados brix, fueron las establecidas por la Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2005) N° 942.15 y N°931.12, respectivamente.

De los frutos maduros colectados se tomó una muestra al azar de 80 frutos, los cuales se utilizaron para las evaluaciones físicas y químicas, las que se desarrollan secuencialmente; se registró el peso para cada fruto, luego se realizaron las medidas biométricas. Posteriormente, se

separaron pulpa, semillas y cáscara, se midió el rendimiento de pulpa y color de la misma. Se determinó el contenido de humedad del fruto entero y de la pulpa en laboratorio. En cuanto al color, se halló el índice del color (IC) a partir de los parámetros L^* , a^* , b^* , mediante la fórmula de $IC = (ax1000) \div (Lxb)$. Donde; L^* : luminosidad, a^* : coordenadas rojo/verde, b^* : coordenadas amarillo/azul.

Análisis fitoquímicos

Previo a realizar la marcha fitoquímica, se realizó el ensayo de solubilidad para determinar el solvente apropiado para identificar los fitoquímicos presentes en la pulpa del fruto. Para ello se utilizó etanol a diferentes concentraciones: 30%, 50%, 70%, 96% y agua, luego en cinco matraces

diferentes se pesó 5 g de pulpa de humedad conocida y se le añadió 50 mL de cada concentración a cada matraz, los cuales se cubrieron con aluminio y se llevaron a agitación por una hora a 200 rpm, luego de ese tiempo se filtró; de los filtrados se determinaron los sólidos disueltos para determinar el porcentaje de solubilidad para cada concentración de solvente. Posteriormente, con solvente de mayor valor de solubilidad se realizó la marcha fitoquímica mediante la metodología propuesta por Guzmán (2018) para la identificación de metabolitos secundarios.

Análisis estadísticos

Se analizaron los parámetros físicos mediante estadísticos descriptivos, mientras que, la distribución de frecuencias del peso del fruto, tamaño longitudinal y diametral de fruto, peso de pulpa, rendimiento del despulpado, y peso de semillas, del fruto "Ushun" se realizó a través del análisis en el Software R (R Core Team, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Descripción taxonómica

La descripción dendrológica de los 5 individuos presentó las siguientes características: corteza externa lenticelada, hojas simples, opuestas y decusadas, con presencia de glándulas en el envés, inflorescencia axilar racemosa, flores con presencia de glándulas en la base del cáliz y frutos en racimo de tipo drupa. Little y Dixon (1969), señalan que las características más resaltantes y propias de la especie son las glándulas extraflorales. Dichas particularidades,

en conjunto con la certificación del jefe del Laboratorio de Dendrología y Herbario (MOL) de la Universidad Nacional Agraria la Molina, el Ph.D. Carlos Reynel Rodríguez, determinaron que la especie estudiada es *Bunchosia armeniaca* (Cav.) DC de la familia Malpighiaceae.

Evaluación de las características fisicoquímicas del fruto de "Ushun"

Los resultados del análisis estadístico de las características físicas del fruto se detallan en la Tabla 1.

En promedio, la longitud y diámetro del fruto nativo fueron 2,00 y 1,72 cm respectivamente. En cuanto al primero, estos valores son menores a los obtenidos por Pérez (2017), quien realizó el estudio en la zona del distrito de Sayán de la provincia de Huaura, departamento de Lima y obtuvo valores de 3 a 4 cm. Estas diferencias se pueden explicar debido a los distintos ecotipos de la especie, que exponen características particulares según la zona de estudio y condición de madurez (Pinedo, 2008). El rendimiento de pulpa fue de 40%, la cual contenía 40°Brix. Este último resultado difiere de lo obtenido por Karunasena *et al.* (2018), el cual fue de $21,33 \pm 0,57\%$. Es decir, el fruto estudiado contiene una mayor cantidad de sólidos disueltos en la pulpa del fruto y refleja un mayor estado de madurez (Pinzón *et al.*, 2007). Además, los factores externos como las condiciones climáticas del sitio en donde se desarrolla el fruto; así como, la variedad del fruto y rendimiento de asimilación de las hojas, influyen en la cantidad de azúcares (Osterloch *et al.*, 1996, citado por Pinzón *et al.*, 2007).

El valor encontrado para la acidez de la pulpa fue 0,01% expresado como ácido cítrico, el cual resultó menor a lo determinado por Karunasena et al. (2018) con 0.32 ± 0.06 %. Esta diferencia se originó por la disminución

de ácidos titulables por las condiciones de maduración del fruto estudiado, ya que los ácidos orgánicos son usados como sustratos respiratorios (Moreno y Deaquiz, 2016).

Variable	Media	D.E.	CV	Máximo	Mínimo
Peso de fruto (g)	4,75	1,72	36,23	8,27	2,06
Tamaño longitudinal fruto (cm)	2,00	0,21	10,58	2,44	1,58
Tamaño diametral fruto (cm)	1,72	0,19	11,27	2,08	1,32
Peso de pulpa (g)	1,94	0,83	42,84	3,72	0,80
Rendimiento de despulpado (%)	40,30	6,27	15,57	52,66	25,46
Peso de cáscara (g)	1,12	0,41	36,36	2,08	0,48
Porcentaje de cáscara (%)	24,05	3,87	16,10	33,84	17,52
Peso de semilla (g)	1,13	0,44	38,69	2,21	0,68
Porcentaje de semilla (%)	24,28	4,72	19,45	33,27	16,24
Tamaño longitudinal semilla (cm)	1,32	0,22	16,56	1,69	0,86
Tamaño diametral semilla (cm)	0,57	0,25	44,37	0,87	0,12

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas del fruto "Ushun"

La Figura 2 muestra que la distribución de frecuencias del peso del fruto, el tamaño longitudinal, y el rendimiento del despulpado, tienden a la normalidad, al igual que, las especies en proceso de domesticación (Pinedo, 2008). En el caso del peso de la semilla su gráfica de frecuencia tiende a tener una distribución marcada en una clase, lo cual se ve reflejado en frutos con características físicas similares.

En cuanto al color de la cáscara y pulpa del fruto de las muestras evaluadas, se obtuvo valores promedio para los parámetros $L^* 29,72 \pm 8,94$, $a^* 8,61 \pm 4,91$, $b^* 11,30 \pm 3,91$, $C^* 14,33 \pm 5,98$ y $h^* 54,26 \pm 7,49$ y $L^* 23 \pm 2,69$, $a^* 29,10 \pm 1,84$, $b^* 26,30 \pm 3,82$, $C^* 39,35 \pm 1,2$ y $h^* 42 \pm 5,94$,

lo cual indica un color opaco entre rojo y amarillo, y anaranjado fuerte, respectivamente. Dichas tonalidades se verifican con los valores del índice de color de 25,63 en la cáscara y 42,09 en la pulpa, los cuales representan colores que van desde naranja intenso al rojo profundo (Vignoni *et al.*, 2006). Sin embargo, las coordenadas obtenidas por Karunasena *et al.* (2018) no coinciden con los resultados expuestos, lo cual se ve reflejado en las variaciones de L^* , a^* y b^* del espacio de color CIE- $L^*a^*b^*$ (Castro *et al.*, 2013), razón por la cual se deduce que ambos estudios se realizaron con frutos en distintas etapas de maduración, debido a la disminución de clorofila e incremento de carotenoides y

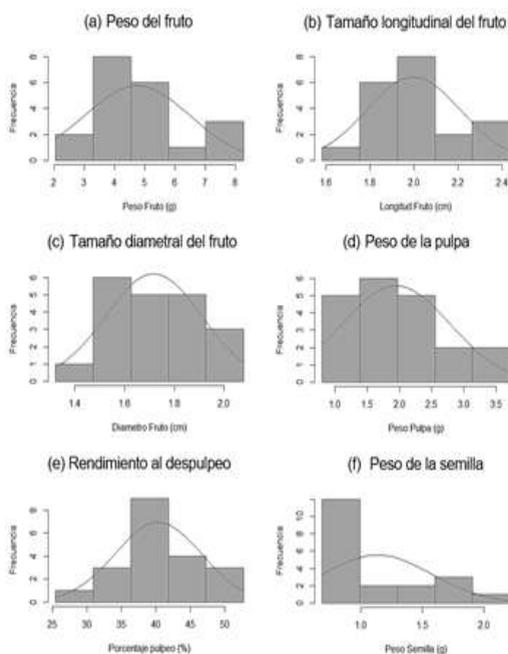


Figura 2. Distribución de frecuencias de los parámetros físicos: (a) peso de fruto, (b) tamaño longitudinal, (c) tamaño diametral del fruto, (d) peso de pulpa, (e) rendimiento del despulpado, y peso de semillas, del fruto "Ushun".

antocianinas según el estado del fruto (Agriculturers, 2017).

El porcentaje de humedad del fruto y pulpa fue en promedio $68,80 \pm 1,45$ y $60,82 \pm 1,26\%$, respectivamente. En función a los resultados obtenidos, Mera (2015) indica que la alta cantidad de agua en el fruto incrementa el grado de las velocidades de las reacciones enzimáticas que se dan en el fruto. Además, según Herrera y Vela (2016) esto puede inducir el crecimiento microbiano, presencia de hongos y el deterioro.

Evaluación fitoquímica de la pulpa de "Ushun"

Se determinó que la pulpa de *B. armeniaca* es soluble en agua al igual que los resultados expuestos por Pérez (2017) y, Ocaña y Tadeo (2019). Esto indicó que existe mayor cantidad de componentes de alta polaridad (Ruíz, 2009).

La marcha fitoquímica en extracto acuoso obtuvo 7 reacciones positivas (Tabla 2). Se detectó presencia de alcaloides y aminos terciarias, mediante las reacciones observadas en los ensayos de Dragendorff, Wagner y Mayer (Canepa, 2018). La presencia de alcaloides podría conferirle algunas propiedades terapéuticas, como relajantes musculares (García y Pérez-Urria, 2009).

Por otro lado, la presencia de fenoles resultó positiva en la reacción con gelatina salada. Sin embargo, no se encontró taninos hidrolizables o pirogálicos debido al resultado negativo con la prueba de cloruro férrico.

Según Queiroz *et al.* (2015) *B. armeniaca* presenta flavonoides. Esto fue confirmado con la prueba de Shinoda, la cual determinó la presencia de isoflavanonas, chalconas y auronas. El autor señala que la importancia de estos fitoconstituyentes se debe a que generan una gran actividad antibacteriana, antimicrobiana, antiviral, antioxidante y antiinflamatoria.

La presencia de compuestos grasos resultó positiva, los cuales según Mendoza y Calvo (2010) son importantes en la participación de la regulación del metabolismo.

Además, se encontró presencia de grupos funcionales, los cuales confieren propiedades bioquímicas en algunas biomoléculas (Look, 1994).

Metabolito	Reactivo	Reacción
Alcaloides	Dragendorff	Positivo
	Wagner	Positivo
	Mayer	Positivo
	Erdman	Negativo
	Marquis	Negativo
	Otto	Negativo
Compuestos grasos	Sudan III	Positivo
Azúcares reductores	Fehling A y fehling B	Negativo
Saponinas	Agua destilada	Negativo
Anillos aromáticos	H ₂ SO ₄	Negativo
Fenoles	FeCl ₃	Negativo
	Gelatina salada	Positivo
Flavonoides	Shinoda	Positivo
Grupos funcionales	KMnO ₄	Positivo
Antraquinonas y/o naftoquinonas	Borntrager	Negativo
Glucósidos cardiacos, para anillos γ-lactonas- α, β-insaturados.	Kedde	Negativo
Proteínas	Millon's	Negativo
Núcleos esteroidales y triterpénicos	Ácido tricloroacético	Negativo
Sapogeninas esteroidales y triterpenoidales	Rosenthaler	Negativo
Sapogeninas	SbCl ₃ en HClO ₄	Negativo

Tabla 2.
Resultado del ensayo fitoquímico en pulpa de *B. armeniaca*.

CONCLUSIONES

Los frutos estudiados pertenecen a la especie nativa *Bunchosia armeniaca*, perteneciente a la familia Malpighiaceae.

Según las distribuciones de las variables biométricas, los individuos evaluados presentan tendencias a la domesticación.

Además, La pulpa presenta alcaloides, aminas terciarias, fenoles, flavonoides, compuestos grasos y grupos funcionales. Por lo que, el fruto del "Ushun" debido a sus características físicas y fitoquímicas cuenta con un elevado potencial para ser incluido en la industria.

En ese sentido, se recomienda realizar investigaciones como el análisis proximal del fruto para la determinación de su composición nutricional, así como abordar la parte silvicultural mediante la evaluación de métodos de propagación del fruto a nivel de vivero.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Laboratorios Hersil S.A. y su afiliación a la Universidad Nacional Agraria la Molina por el financiamiento de subvención para la realización del proyecto. Al laboratorio Procesos de Transformación Química de los Productos Forestales Maderables y al Herbario MOL, ambas instalaciones de la Facultad de Ciencias Forestales - UNALM, por la disposición de sus instalaciones y equipos. Al PhD. Carlos Reynel Rodríguez, a Gianluca Monteverde, a Juan Julca Torres, a Erick Valerio, a José Coronado y a los miembros del Círculo de Investigación de Plantaciones Forestales (CIPLAN Forestal) por su apoyo en el presente estudio.

A los pobladores del distrito de Caraz por compartir sus conocimientos y hospitalidad para el desarrollo de la fase de campo.

LITERATURA CITADA

Agricultureros. (15 de junio del 2017). Maduración del fruto y términos de uso común en post cosecha. <https://bit.ly/33wGTFP>

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. (2005). *Official Methods of Analysis*. Patricia Cunniff. Virginia. USA.

Canepa, F. (2018). *Evaluación Química del Fruto de "Charán" (Caesalpinia paipái Ruis & Pavón), proveniente de Motupe, Lambayeque* [Tesis de ingeniero, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://bit.ly/2Alfnig>

Castro, J., Cerquera, N. y Gutierrez, G. (2013). *Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en La guayaba pera (Psidium guajava cv. Guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes*. Revista EIA, 10(19), 79-89. <https://bit.ly/2Sr7q0X>

CONCYTEC. (2016). *Programa Nacional Transversal de Valorización de la Biodiversidad*. <https://bit.ly/36CC8um>

Cornelius, J. y Ugarte-Guerra, L. (2010). *Introducción a la genética y domesticación forestal para la agroforestería y silvicultura*. Lima, Perú. Centro mundial para la agroforestería (ICRAF). <https://bit.ly/2TM3mJx>

Fernández, A. y Rodríguez, E. (2007). *Etnobotánica del Perú Pre-hispano*. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT). Universidad Nacional de Trujillo. <https://bit.ly/2B5j4ZQ>

García, A. Á. y Carril, E. P. (2011). *Metabolismo secundario de plantas*. Reduca (biología), 2(3), 119-145. <https://bit.ly/36JtHxs>

García, A. y Pérez-Urria, E. (2009). *Metabolismo secundario de plantas*. Reduca (Biología), Serie Fisiología Vegetal, 2(3), 119-145. <https://bit.ly/3cgPloc>

- Guzmán, D. (2018). *Guía de prácticas de química forestal*. Departamento de Industrias Forestales, Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Herrera M. y Vela N. (2016). *Caracterización fitoquímica y parámetros fisicoquímicos de hoja, corteza y raíz de Unonopsis floribunda Diels (ICOJA)*. [Tesis de químico farmacéutico, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://bit.ly/3dg52mr>
- Jacobsen, S. E., Mujica, A. y Ortiz, R. (2003). *La importancia de los cultivos andinos*. Fermentum. Revista Venezolana de Sociología Y Antropología, 13(36), 14-24. <https://bit.ly/3gwUSjt>
- Karunasena, G., Chandrajith, V. y Nawaratne, S. (2018). *Physicochemical characteristics of peanut butter fruit (Bunchosia armeniaca)*. International Journal of Food Science and Nutrition, 3(3), 46-51. <https://bit.ly/2SriA5N>
- Little, E. L. y Dixon, R.G. (1969). *Árboles comunes de la Provincia de Esmeraldas, Ecuador*. Cuerpo de Paz. <https://bit.ly/2M8HzHZ>
- Look, O. (1994). *Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales, Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://bit.ly/2XeSiHi>
- Mendoza, E., y Calvo, M. D. (2010). *Bromatología: composición y propiedades de los alimentos*. Mc Graw-Hill.
- Mera Paredes, S. J. (2015). *Manejo poscosecha de frutas y hortalizas* [Tesis de ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://bit.ly/2TPWyL1>
- Moreno, B. y Deaquiz, Y. (2016). *Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (Rubus alpinus Macfad)*. Agroindustria y Ciencia de los Alimentos, 65(2), 130-136. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n2.45587>
- Mostacero León, J., Mejía Coico, F., Gastañadui Rosas, D., y De La Cruz Castillo, J. (2017). *Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú*. Scientia Agropecuaria, 8(3), 215-224. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.04>
- Obregón La Rosa, A. J. (2020). *Componentes de frutos nativos como fuente potencial de nutrientes en el requerimiento nutricional óptimo de grupos vulnerables*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://bit.ly/3cf0aws>
- Ocaña J., Tadeo M. (2019). *Evaluación farmacognóstica y cuantificación de fenoles total del fruto de Bunchosia armeniaca (Cav.) DC "Ciruela cansa boca"*. [Tesis de farmacia y bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://bit.ly/2Xa2G2R>
- Pérez, V . (2017). *Estructura Química De Algunos Componentes Del Extracto Etanólico Del Fruto Bunchosia Armeniaca (Cansa Boca) Con Actividad Antioxidante Y Antimicrobiana*. [Tesis de químico farmacéutico y bioquímico, Universidad Inca Garcilaso De La Vega]. <https://bit.ly/2Ai4kXm>

- Pinedo, H., (2008). *Caracterización de la variación geográfica-fenotípica de Mauritia flexuosa Lf (aguaje) en 03 sectores de la región Madre de Dios-Perú*. <https://bit.ly/3dhJ0je>
- Pinzón, I., Fischner, G. y Corredor G. (2007). *Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (Passiflora edulis Sims)*. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95. <https://bit.ly/3blvNlb>
- Queiroz, G., Heller M., Arruda-Silva F., Nascimento M., Micke G., Dalmarco M., Pizzolatti M. y Brighente, I. (2015). *Antibacterial and Anti-Inflammatory activities of Bunchosia armeniaca (Cav.) DC. (Malpighiaceae)*. *Rec. Nat. Prod*, 9(3), 419-431. <https://bit.ly/3ddJSVT>
- R Core Team. (2020). R: A Language and environment for statistical computing Foundation for statistical computing. Vienna, Austria. www.R-project.org/
- Ruíz, S. (2009). *Contribución del estudio farmacognóstico y farmacodinámico de las hojas de Mangifera indica L. al uso medicinal*. [Tesis de doctor, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://bit.ly/2TOxhAR>
- Vignoni, A., Césari M., Forte, M., y Miráble, L. (2006). *Determinación de índice de color en ajo picado*. *Información tecnológica*, 17(6), 63-67. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000600011>
- Weathersparck (2016). *Clima promedio en Carás*. <https://es.weatherspark.com/y/20520/Clima-promedio-en-Car%C3%A1s-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o-par%C3%A1metros>

Percepción de la problemática de la cuenca del río Jequetepeque

Claudia Vasquez Miñope ¹

Recibido: 07 julio 2021 | Aceptado: 13 noviembre 2021

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo identificar los principales problemas que la cuenca del río Jequetepeque presenta, a través del análisis de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos; con el fin de contribuir en el manejo integral y sostenible de la cuenca. La metodología utilizada, consistió en realizar la recopilación de información primaria y secundaria, para su posterior diagnóstico. La cuenca del río Jequetepeque se ve influenciada por su geomorfología no homogénea, el fenómeno de El Niño y la corriente peruana de Humboldt; por lo cual, las características climáticas y la vegetación muestran variación a lo largo de la cuenca. Entre la problemática identificada está el frecuente movimiento de flujos hiperconcentrados (huaycos), los cuales se intensifican en periodos de fenómeno de El Niño, afectando centros poblados, carreteras y actividades agrícolas; por ello es necesario la implementación de prácticas mecánico estructurales, prácticas agronómicas silviculturales, entre otras. Del mismo modo, el crecimiento demográfico y el uso intensivo de los suelos en cultivos y sobrepastoreo favorece el proceso de erosión; por lo cual, es importante implementar paquetes tecnológicos para cada región.

Palabras clave: agua, conflicto, diagnostico.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 20140186@lamolina.edu.pe

ABSTRACT

The study aimed to identify the main problems of the Jequetepeque River Basin, through the analysis of biotic, abiotic and socioeconomic factors in order to contribute to the integrated and sustainable management of the basin. The methodology used consisted of compiling primary and secondary information for its subsequent diagnosis. The Jequetepeque River Basin is influenced by its non-homogeneous geomorphology, El Niño Phenomenon and the Peruvian Humboldt Current. Therefore, climatic characteristics and vegetation show variations throughout the basin. The main problems identified are the frequent movement of hyper-concentrated flows (landslide), which intensify in periods of the El Niño phenomenon, affecting populated centers, roads and agricultural activities. For that reason, it is necessary to implement structural mechanical practices, silvicultural agronomic practices, among others. Likewise, population growth and the intensive use of soils for crops and overgrazing favor the erosion process; therefore, it is important to implement technological packages for each region.

Key words: water, conflict, diagnosis.

INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica, mediante sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, nos permite relacionar y comprender la complejidad de este sistema, con el fin de proponer soluciones que permitan asegurar la provisión sostenible del agua (Rodríguez, 2018).

La cuenca del río Jequetepeque, presenta una marcada diferencia en su parte baja y alta, tanto en aspectos climáticos, actividades económicas y crecimiento demográfico. Entre las actividades antrópicas, la explotación agrícola es la que demanda mayor porcentaje de agua (Guerrero y Florián, 2013).

Entre los efectos ambientales negativos, se encuentra la ocurrencia de huaycos, deslizamientos, inundaciones, entre otros. Los cuales afectan las actividades socio-económicas, perjudicando la calidad del agua y por ende la calidad de vida

de la población de los departamentos de Cajamarca y La Libertad (SEDALIB S.A., 2018).

El presente documento descriptivo, ha sido desarrollado bajo una exhaustiva revisión de fuentes primaria y secundaria, con la finalidad de identificar la problemática de la cuenca del río Jequetepeque, a través de los componentes biofísicos y socioeconómicos de la cuenca.

Ubicación y Extensión

La cuenca del río Jequetepeque se encuentra ubicada en la parte norte del Perú, orientado en dirección este-oeste, perteneciente a la vertiente del Pacífico. Su inicio se encuentra en la Cordillera Occidental de los Andes, comprendida entre dos regiones, Cajamarca (provincias de Cajamarca, Contumazá, San Pablo

y San Miguel) y La Libertad (provincias de Pacasmayo y Chepén). En su parte media, se encuentra el embalse Gallito Ciego, fuente de agua para el desarrollo agrario de la costa, con una capacidad de 400MMC (Millones de Metros Cúbicos) (Universidad Nacional de Ingeniería [UNI], 2000).

La cuenca está formada por un total de nueve subcuencas las cuales abarcan una superficie de 3 956,4 km², una pendiente promedio de 37,6% y un perímetro aproximado de 577,2 km. De la extensión total de la cuenca, aproximadamente el 42,29% (1 673,16 km²), corresponde a la cuenca húmeda. Limita por el Norte con las cuencas de los ríos Zaña y Chancay-Lambayeque; por el Sur con la cuenca del río Chicama y la quebrada Cupisnique; por el Este con las cuencas de los ríos Cajamarca y Llaucano y por el Oeste con el Océano Pacífico (Alcántara, 2015).

COMPONENTES ABIÓTICOS

A. Geología

En el estudio hidrogeológico, realizado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET (2006), sostiene que las aguas subterráneas se encuentran ligadas a las condiciones geológicas de la cuenca, entre ellas la naturaleza de la roca y sus características litológicas, denominadas acuíferos y roca almacén.

Asimismo, se diferencian los tipos de acuíferos; el acuífero poroso no consolidado del piso de valle, el cual corresponde a depósitos aluviales y fluviales, de gran productividad, recarga constante y reservas potenciales, debido a la infiltración natural y artificial producto de los

riegos por inundación de la actividad agrícola, por otro lado, se encuentran los acuíferos fisurados discontinuos de ladera y altura siendo el acuífero fisurado Chimú y Farrat, en este último se observan fisuras abiertas, fracturas y fallas, producto de la actividad tectónica (Peña *et al.*, 2015).

Cabe señalar que la cuenca del Jequetepeque, se encuentra ubicada en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes. Por lo cual, su formación es resultado de la confluencia entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca. Toda la estratigrafía, estructuras, magmatismo, mineralización y sismicidad de la Cordillera de los Andes y del territorio peruano son resultado de la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la denominada subducción andina (Mejía, 2009).

B. Geomorfología

Según Peña *et al.* (2015), la cuenca presenta cinco unidades morfológicas claramente diferenciadas: planicie costanera, lomadas y colinas, montañas de moderada pendiente, montañas de alta pendiente y un pequeño sector de la parte alta denominada altiplanicies.

En el estudio realizado por Alcántara (2019), en la cabecera de la cuenca del río Jequetepeque, concluyó que en la parte norte existen partes llanas con baja pendiente y que el 67% de los territorios se encuentran formados por lomas y colinas, con pendientes leves, y pequeñas planicies. En la parte media de la cabecera de cuenca, la geomorfología se va modificando levemente constituido por colinas y valles, con pendientes moderadas. A

nivel de cabecera sur, la pendiente se torna más agreste donde el 53,8% se encuentra entre fuertemente inclinado a escarpado, relacionado con el grado de concentración de humedad y vegetación. Con ello, dicho autor sostiene que la geomorfología no es homogénea a lo largo del cinturón de las cabeceras de cuenca del río Jequetepeque.

La Altitud se extiende desde el nivel del mar hasta los 4 201 msnm con una altitud promedio de 2 624 msnm (SEDALIB S.A, 2018)

C. Clima

Las características climáticas de la cuenca, se ve influenciada por la corriente marina de Humboldt, de aguas frías procedentes del Pacífico Sur, y por las corrientes cálidas procedentes de la zona ecuatorial, ligadas al fenómeno El Niño y por la altitud de la cordillera de los Andes (López y Giron, 2007).

El clima varía desde el oceánico subtropical de alta montaña (Cwb) a climas calientes del desierto (BWh) (Climate data for cities worldwide, s.f.). Debido a ello, la precipitación varía conforme la altitud. En la zona costera, la precipitación promedio anual es de 15 mm, existiendo incluso meses con precipitación de 0 mm, debido a la corriente peruana de Humboldt. En años correspondientes al fenómeno de El Niño se ha registrado precipitaciones de 220 a 3000 mm (Tavares y Rondón, 2015). En tierras altas la precipitación promedio es de 1000 mm/año.

Además, la temperatura media anual en la costa, se presenta alrededor de 23°C con una fluctuación mensual de

aproximadamente 7°C en el transcurso del año. En las partes superiores, las temperaturas anuales promedio se encuentran entre 8°C y 14°C, con muy ligeras fluctuaciones mensuales (SEDALIB S.A, 2018).

D. Hidrografía

La cuenca del río Jequetepeque está conformada por tres ríos principales, 30 ríos secundarios y una red de pequeños ríos, riachuelos y quebradas en las microcuencas, generando caudales entre 230,23 m³/seg (época de lluvia) y 0,168 m³/seg (época de estío) (Peña *et al.*, 2015). Todos estos cursos de agua se originan en las cumbres de la cordillera occidental (SEDALIB S.A, 2018).

El río Jequetepeque, río principal con un recorrido de 174,6 km de longitud (Naupari, 2020), resulta de la confluencia de los ríos Chilete y San Miguel, los cuales se unen a la altura del pueblo de Lllallán. Aguas abajo, el río Jequetepeque recibe los aportes del río Pallac por el margen derecho y de la quebrada Chausis por el margen izquierdo (SEDALIB S.A, 2018).

En la década de los 80, se construyó la represa Gallito Ciego, cubriendo un área de aproximadamente 14 km², con volumen útil de 400 millones de metros cúbicos de aguas provenientes del río Jequetepeque (Metzger, 2017). La utilización de toda esta importante infraestructura hidráulica, permite el desarrollo de una intensa actividad agrícola y ganadera en los valles (Peña *et al.*, 2015).

E. Suelos

Según López y Girón (2007), de acuerdo a su origen, los suelos de la

aluviales, coluvio-aluviales y residuales:

- Los fluviales, son originados por la deposición de materiales arrastrados por el río Jequetepeque, Pallac y San Miguel (Puclush), los cuales forman terrazas al encontrar zonas de pendientes suaves.
- Los aluviales, son productos de la deposición de materiales arrastrados por las corrientes de agua de poco recorrido que se realizaron en ambientes de relieve suave, formando depósitos aluviales.
- Los coluvio-aluviales, son originados por la deposición de materiales arrastrados por las aguas en zonas de pendiente pronunciada, con escaso recorrido, formando depósitos conocidos como piedemontes y conos de deyección.
- Los residuales, son productos de la meteorización (descomposición) de las rocas, las cuales, por acción de la variación de la temperatura, en la zona árida y por reacción de los elementos minerales, en la parte húmeda, se van desmenuzando cada vez más hasta formar el suelo.

El mismo autor señala que de acuerdo al tipo de suelo, se encuentra: Andosol, Kaztanozem, Leptosol, Gleisol, Regosol, Phaeozem, Miscelaneo Cauce y Miscelaneo Mina.

F. Capacidad de Uso Mayor de los Suelos

En el diagnóstico hídrico rápido de la

cuenca del río Jequetepeque como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A. (2018) se registra la siguiente información:

En la parte baja, la aptitud de las tierras para el riego está condicionada por las limitaciones presentes de los suelos, topografía y drenaje, que se reflejan en los costos de desarrollo y en la productividad de las mismas tierras. La capacidad de uso mayor de los suelos en esta parte, está referida a una superficie de 29 788,85 ha, dividido en dos categorías que representan a las diferentes zonas edáficas y la vocación potencial de las tierras.

En la parte alta, el suelo está referido a una superficie aproximada de 407 100,53 ha, en las que se han determinado cuatro clases de Capacidad de Uso Mayor de los Suelos: cultivo en limpio (A), pastos (P), producción forestal (F) y protección (X).

Uso Mayor del Suelo	Número de Hectáreas	%
Parte Baja	29 788,85	
Tierras aptas para cultivos en limpio	29 669,85	99,60
Transitorios	28 705,9	
Permanentes	964	
Tierras aptas para pastos	119,00	0,40
Parte Alta	407 100,53	
Tierras aptas para cultivos en limpio	2 880,00	0,71
Tierras aptas para pastos	44 726,23	10,98
Tierras de protección	359 494,30	88,28

Tabla 1.

Uso mayor de suelos en la parte baja y alta de la Cuenca Jequetepeque. Fuente: SEDALIB S.A., 2018

COMPONENTES BIÓTICOS

A. Flora

En la parte alta de la cuenca, zona denominada jalca, existen áreas aisladas con bosques naturales y bosques desarrollados con plantaciones de eucalipto y pino; gran parte de esta zona está cubierta con pastizales nativos, como el “ichu” (*Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth) de uso común en el pastoreo (Alcántara, 2019).

Así mismo, en la cabecera norte, donde existe menor pendiente, se observa mayor concentración de humedad y vegetación permanente de herbáceas, arbustivas y arbóreas como “aliso” (*Alnus acuminata* Kunth) y “queñual” (*Polylepis racemosa* Ruiz & Pav.). En la parte sur, la vegetación es más dispersa y escasa (Alcántara, 2019).

A 3000 y 3850 msnm se encuentra la Granja Porcón, la forestación y reforestación con pinos ha generado un mejoramiento de microclima en 10 966 ha, lo cual ha mejorado la producción de semillas de papa, cultivos de hongos y alcachofas, etc., además se realiza el aprovechamiento forestal de dicha especie para la artesanía e industrialización (Peña *et al.*, 2015).

La vegetación herbácea, es la más abundante, y sirve como acolchonamiento de la velocidad con que impacta las gotas de agua en el suelo, al mismo tiempo que la retiene y la dirige en dirección del tallo y raíces, lo cual ayuda a aumentar la capacidad de infiltración hasta su saturación, si es que la intensidad de lluvia continua; caso contrario, las

aguas infiltradas van percolando y originando acuíferos profundos o aguas subsuperficiales (Alcántara, 2015).

Con respecto a la flora de los bofedales, se reporta la presencia de *Alchemilla diplophylla* Diels, *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav; además de *Cyperus* L. “totora”, *Scirpus rigidus* Boeckeler, *Plantago major* L. “llantén”, *Calamagrostis curvula* (Wedd.) Pilg., *Rumex crispus* L. “mala yerba”, esta última tiene la propiedad de almacenar agua y es usada para la recuperación de bofedales (MINAGRI, 2015).

En las orillas de los ríos, se encuentran especies arbóreas nativas como: *Escallonia pendula* (Ruiz & Pav.) Pers. “pauco”, *P. racemosa* “queñual”, *A. acuminata* “aliso”, *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult. “chachacoma”, *Salix humboldtiana* Willd. “sauce”, *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. “cedro”. Entre las especies exóticas de mayor importancia que crecen en la orilla del río se tiene al *Eucalyptus globulus* Labill. “eucalipto” y *Pinus* L. “pino”.

B. Zonas de Vida

Según el diagnóstico hídrico realizado para la Empresa Prestadora de Servicio SEDALIB S.A. (2018), la cuenca del río Jequetepeque presenta 15 zonas de vida.

Simbología	Descripción	Área (ha)	%
bh-MBT	Bosque húmedo-Montano Bajo Tropical	40 178,9	10,16

bh-MT	Bosque húmedo-Montano Tropical	72 553,2	18,34	pmh-Sat	Páramo muy húmedo-Subalpino Tropical	8 526,4	2,16
bmh-MT	Bosque muy húmedo-Montano Tropical	42 763,6	10,81	Total			
						395 643	100
bs-MBT	Bosque seco-Montano Bajo Tropical	31 884,8	8,06	<p>Tabla 2. <i>Zonas de vida en la Cuenca Jequetepeque.</i> <i>Fuente: Autoridad Local del Agua Jequetepeque-Zarumilla, 2015. Adaptado por SEDALIB. S.A, 2018.</i></p> <p>En cuanto a la vegetación natural del bh-MT, es posible observar arbustos del género <i>Cassia</i> L. y <i>Lupinus</i> L. asociados con una vegetación de tipo graminal. En el bs-PT, la cubierta vegetal es típica de sabana compuesto por árboles de porte bajo, arbustos y un manto de vegetación graminal estacional.</p> <p>En el dd-PT, en algunos sectores no se encuentra vegetación natural, mientras que en otros se observa esporádicamente pequeñas manchas verdes a base de especies halófilas en el extenso paisaje tipo arenal, también se observa algunas dunas con vegetación arbustiva propia de la zona como es el sapote de porte rastro. En zonas de desiertos desecados o superáridos, se observan rodales naturales poco compactos de algarrobo, sapote y chilca.</p> <p>En e-MT, la cubierta vegetal está conformada por una vegetación graminal de pradera altoandina, algo dispersa y asociado con cactáceas del género <i>Opuntia</i> Mill. Mientras que en la ee-MBT, la cubierta vegetal está constituida por abundante vegetación herbácea, asociada con arbustos como la <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, árboles como el <i>Schinus molle</i> “molle” y cactáceas.</p>			
bs-PT	Bosque seco-Premontano Tropical	16 590	4,19				
dd-PT	Desierto desecado-Premontano Tropical	14 038,3	3,55				
dp-PT	Desierto perárido-Premontano Tropical	21 347,8	5,40				
ds-PT	Desierto superárido-Premontano Tropical	1 783	0,45				
e-MT	Estepa-Montano Tropical	8 671,7	2,19				
ee-MBT	Estepa espinosa-Montano Bajo Tropical	33 015,6	8,34				
md-MBT	Matorral desértico-Montano Bajo Tropical	4 328,3	1,09				
md-PT	Matorral desértico-Premontano Tropical	42 441,9	10,73				
md-T	Matorral desértico-Tropical	23 853,6	6,03				
mte-PT	Monte espinoso-Premontano Tropical	33 665,9	8,51				

En el md-PT y en el md-T, la cubierta vegetal está conformada por especies arbóreas como el sapote, el algarrobo y arbustos como el *Capparis spicata*. También, las cactáceas están presentes, siendo el género *Neoraimondia* Britton & Rose. de porte columnar prismático gigante, un indicador de esta Zona de Vida.

Finalmente, en el Páramo muy húmedo - Subalpino Tropical (pmh-SaT). La cubierta vegetal lo conforma una vegetación típica de pradera alto andina, constituida por pastos naturales provenientes de diversas familias, principalmente de la familia Poaceae (gramíneas); en general esta zona tiene una composición florística compleja y es más densamente poblada.

C. Fauna

En el estudio de Evaluación De Recursos Hídricos En La Cuenca del Río Jequetepeque realizado por MINAGRI (2015), identificó 3 ecosistemas:

En lagunas se encontró una diversidad de avifauna *Spatula cyanoptera* Vieillot, 1816 “pato colorado”, *Larus serranus* Tschudi, 1844 “gaviota andina”, *Anas flavirostris* Vieillot, 1816 “pato andino cabecinegra”, *Anas georgica* Gmelin, 1789 “pato jerga”, *Plegadis ridgwayi* Allen, 1876 “ibis de puna”; *Gallinago andina* Taczanowski, 1875 “quecheche chico”, entre otras aves acuáticas. La especie piscícola encontrada fue *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 “trucha”.

En el caso de los bofedales; a pesar

de que se encuentren alterados y desplazados por la actividad agropecuaria (presencia de pastos cultivados). Se observó algunas especies como *Phalco boenus megalopterus* (Meyen, 1834) “chinalinda”, *Colaptes rupicola* d'Orbigny, 1840 “cargacha, cortarrera”, *Geospizopsis plebejus* (Tschudi, 1844) “fringilo pechicenizo”, *Colibri coruscans* (Gould, 1846) “colibrí, quinde” y *Bufo cophotis* Boulenger, 1900 “sapo”. La presencia de aves en estos humedales, se redujo en comparación a otras cuencas, debido a la alteración de las condiciones naturales de los bofedales.

En los ríos se ha observado la presencia de aves, siendo un ambiente que sirve de bebederos o fuente de alimento de: *Falco sparverius* Linnaeus, 1758 “cernícalo americano”, *Zonotrichia capensis* (Müller, 1776) “gorrión andino”, *Turdus chiguanco* Lafresnaye & d'Orbigny, 1837 “chiguaco”, *Nycticorax* Linnaeus, 1758 “huaco común”. En algunos tramos del recorrido del río San Miguel, hay presencia de *O. mykiss* “trucha” (parte alta de la cuenca). Mientras que, en la zona baja; se observa la presencia de *Egretta thula* (Molina, 1782) “garza blanca chica”, *Ardea alba* Linnaeus, 1758 “garza blanca grande” y *Mimus longicaudatus* Tschudi, 1844 “chisco”.

FACTORES SOCIOECONÓMICOS

A. Demografía

Como se ha mencionado anteriormente, la cuenca de Jequetepeque se

encuentra distribuida entre los departamentos de La Libertad y Cajamarca, abarcando un total de seis provincias y 30 distritos.

La tasa de crecimiento de la población de 1993 (253 812 habitantes) a 2017 (507 609 habs.) es de 99,9%. La provincia de Cajamarca concentra la mayor población (50,4%), mientras que las demás provincias de la parte alta presentan menor población que las zonas bajas, siendo el caso de Chepén y Pacasmayo con 20,3% y 15,4% respectivamente.

Así mismo, en comparación del censo de 2007 (179 953 habs.) y el censo del 2017 (181 315 habs.), la zona costera presenta una tasa de crecimiento de 0,76% (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018).

B. Distribución urbana-rural

En la cuenca del río Jequetepeque, 66,1% de los habitantes viven en el sector urbano, mientras que el 33,9 % de la población es rural. Esta situación se debe a la concentración poblacional en las ciudades costeras como Chepén (88%) y Pacasmayo (94,5%). En las zonas altas, la situación es inversa para las provincias de San pablo, San Miguel y Contumazá, donde principalmente la población es rural. Sin embargo, la provincia de Cajamarca es la excepción ya que el 61,6% de su población total es urbana (INEI, 2018).

Departamento Provincia	Población Rural	Población Urbana	Total	%
Cajamarca	157 043	169 251	326 294	64,3
Cajamarca	98 207	157 413	255 620	50,4
San Pablo	12 563	2 548	15 111	3,0
San Miguel	31 486	3 379	34 865	6,9
Contumazá	14 787	5 911	20 698	4,1
La Libertad	15 101	166 214	181 315	35,7
Pacasmayo	5 657	97 240	102 897	20,3
Chepén	9 444	68 974	78 418	15,4
TOTAL	172 144	335 465	507 609	100

Tabla 3.
Distribución población urbana-rural de la Cuenca del río Jequetepeque. Fuente: INEI, 2017.

Según información del Consorcio para el Desarrollo de la Ecorregión Andina (CONDESAN) la población del valle del Jequetepeque es pobre. Un 75% de la población son campesinos de tierra seca y cuentan con 2,5 ha (SERVINDI, 2015).

C. Distribución y Tenencia de la tierra

En la zona alta existe presencia de un sector campesino cuyas posesiones de tierra son sumamente pequeñas. El 73% de familias cuentan con menos de 5 hectáreas de terreno, incluyendo un 29,3% con áreas no mayores a 1,0 hectárea. Un 9,1% adicional de familias campesinas carecen de tierras y sólo un 1,9% tiene propiedades mayores a 5 hectáreas (UNI, 2000).

En la zona baja el 69% de las familias disponen del 37% del área agrícola del Valle, presencia que ha sido incrementada considerablemente después del proceso de parcelación. Los propietarios medianos (10 a 20 hectáreas) y grandes (más de 20 hectáreas) utilizan en promedio el 16,2% de las tierras agrícolas del valle (UNI, 2000).

D. Migración

Respecto a los movimientos migratorios de la población, Villanueva (2017), nos menciona que la cuenca alta del Jequetepeque se caracteriza principalmente por el predominio de los procesos de emigración hacia ciudades costeras debido a la ausencia de oportunidades educativas y de empleo. Entre ellas se encuentra a las ciudades de Trujillo, Pacasmayo, explicado por su condición de puerto y por ser la sede del mayor complejo industrial existente en el Valle (la empresa Cementos Norte S.A.) y Chepén, debido a su dinamismo comercial gracias a su ubicación estratégica.

E. Actividades económicas

El uso de la tierra varía significativamente según las zonas. En el valle o zona baja la superficie agrícola alcanza un 41,1%, mientras que en la zona alta es de sólo 16,8%. En la zona alta predominan los pastos naturales, siendo un 36,1% del total frente al 1,1% de la zona baja. Las tierras marginales y forestales representan el 47,1% en la zona alta y el 57,8% en la zona baja (SEDALIB S.A., 2018).

La actividad agrícola en tierras bajo riego se reduce en las riberas del Jequetepeque, o a pequeñas zonas en las laderas. Sólo un 40,37% del área agrícola total dispone de riego en toda la cuenca, frente al 59,62% en condiciones de secano (SEDALIB S.A., 2018).

Zona Alta

El uso es para el pastoreo de ganado vacuno y ovino a pequeña o mediana escala y el cultivo de papas y otros tubérculos andinos, granos, maíz y leguminosas. En esta zona escasea el agua, teniendo al área agrícola bajo riego con menos del 12% del total, frente al 88,27% de secano. A ello se debe agregar el hecho de que alrededor de las 3/4 partes de las tierras de secano en esta zona se hallan en descanso, lo que limita notablemente su capacidad productiva (UNI, 2000).

El trigo es el cultivo de mayor importancia. La mayor parte de las cosechas se destina al consumo familiar, usado para la elaboración de harinas. Sobresalen en su producción los distritos de Chetilla, San Miguel, Llapa, El Prado y Contumazá. El Maíz amiláceo, es el segundo cultivo en importancia, predominando en los sistemas de producción campesina, destinándose mayormente al autoconsumo. Los principales distritos productores de maíz son Calquis, Cochán y Llapa, así como Contumazá, Asunción y Chetilla (UNI, 2000).

La utilización del suelo para la producción de productos agrícolas, tales como la papa, la oca y el olluco, ha ido modificando el relieve en su

tendencia de convertirlo en un espacio plano, asimismo, en el proceso del movimiento de tierras se ha generado un flujo de fluidos, aumentando la porosidad, por lo que estos espacios son un elemento importante de infiltración y alimentación de agua subterránea (Alcántara, 2019).

Otra actividad realizada es la minería, encontrándose en la provincia de Cajamarca, la empresa Yanacocha, el cual posee el yacimiento más importante de oro en la sub-región (UNI, 2000).

Zona Baja

El uso de la tierra es para el cultivo de caña de azúcar, arroz, frutas y verduras. Siendo, el arroz el principal producto por su rentabilidad y extensión cultivada desde hace varias décadas. Se trata de un cultivo intensivo que usa tecnología moderna y se destina al mercado nacional. Los principales centros arroceros del valle son: Guadalupe, San Pedro, Limoncarro, Pacanga y Chépén (Villanueva, 2017).

La caña de azúcar, es un producto usado para elaborar chancaca, aguardiente y miel de caña, bienes con demanda local. En los últimos años, la extensión del cultivo de caña se ha incrementado en algunos distritos. Además, en la provincia de Contumazá se explota artesanalmente la arcilla de Cascas y en Yonán el carbón de piedra, rocas calizas y arcillosas, siendo importante la presencia de las calizas que explota Cementos Pacasmayo en Tembladera (UNI, 2000).

F. Uso del agua

El uso total del agua en la cuenca llega a 727 186 000 m³ y está representada por los sectores agrícola, poblacional, pecuario e industrial; de los cuales, el uso agrícola es el que obtiene una mayor demanda, siendo mayor a 719,410 MMC anuales constituyendo el 98% del total de agua de la cuenca (Guerrero y Florián, 2013).

En el uso pecuario, el vacuno es el principal consumidor con 647 000 m³ por año, le sigue el ganado equino con 256 000 m³ y el ganado ovino con 107 000 m³. El uso total de agua por este rubro alcanza los 1,258 MMC que representa el 0,30 % del agua de la cuenca.

En la actividad industrial, los referentes a la fabricación de productos minerales no metálicos son los que tienen el mayor consumo de agua, llegando en este caso al 92,5 % del total consumido por este concepto, es decir el uso industrial llega aproximadamente a 601 000 m³ por año que representa el 0,1 % del agua de la cuenca (SEDALIB S.A., 2018).

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

Dentro de los factores abióticos más relevantes se encuentra su geología y geomorfología variada, ya que la cuenca presenta planicies costeras, valles, colinas, laderas y montañas, definiendo comportamientos variados tanto en clima como en suelo. Dentro de sus parámetros geomorfológicos, la cuenca del río Jequetepeque presenta un factor de forma de 0,13 (Naupari, 2020), es decir se trata de una cuenca

de forma alargada, en donde las descargas o crecientes son de menor volumen (Verdugo, 2019); sin embargo, la presencia de periodos del Fenómeno El Niño ocasiona movimientos en masa, deslizamientos, derrumbes, etc. ocasionando problemas de erosión en las laderas, acumulación de sedimentos, inundaciones en centros poblados y áreas agrícolas (Peña *et al*, 2015).

Asimismo, desde el punto de vista geológico los acuíferos presentes en la cuenca vienen siendo usados mediante afloramientos en forma natural (manantiales, aniegos, bofedales, etc), así como artificiales (pozos, sondeos, galerías filtrantes, pantallas de regulación) (Peña *et al*, 2015). Sin embargo, su uso ha sido limitado en el valle y por ende se cuenta con escasa información del movimiento y circulación de las aguas subterráneas de la parte alta.

En cuanto a los factores bióticos, a pesar de que la presencia de la granja Porcón ha contribuido como recarga artificial de acuíferos, existe deforestación en grandes sectores de la cuenca debido a actividades agrícolas que vienen alterando la vegetación natural y fauna. Siendo los bofedales, los ecosistemas más afectados.

Según la política de Estado N° 34 sobre ordenamiento y gestión territorial alcanzado en el Foro del Acuerdo Nacional en el año 2002 (sociedad civil, Estado y partidos políticos), se busca implementar mecanismos de gestión, para la inversión de proyectos y servicios a la ciudadanía, entre ello obras civiles

para captación, almacenamiento y distribución del agua, para expansión urbana o rural y de recuperación de suelos (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN], 2002). Por ello, es importante que la cuenca de Jequetepeque maneje una zonificación de acuerdo a sus componentes bióticos y abióticos, con la finalidad de implementar prácticas mecánico estructurales. Así mismo, AGRORURAL (2011) menciona como alternativas para la conservación de suelos de laderas la rehabilitación de andenes, implementación de terrazas de formación lenta, zanjas de desviación o infiltración, estabilización de quebradas, ente otros. En la cuenca se tiene como ejemplo al distrito de Encañada (Cajamarca) donde se han realizado 600 ha de terrazas de formación lenta asociado con especies leñosas, con la finalidad de controlar la humedad y el grosor de los suelos para la funcionalidad de cultivos agrícolas (Tapia y Sanchez, 1996 citado por Iberico, 2015). Además, según el Modelo Negromayo localizado en la parte Sur Oeste de la ciudad de Cajamarca, se ha identificado obras civiles como acequias de infiltración, también conocidas como zanjas de infiltración con plantaciones de *E. globulus*, *Pinus patula* y *P. radiata*, con la finalidad de captar agua de la escorrentía superficial y permitir su infiltración para controlar la erosión de suelos.

De igual forma, se debería tomar en cuenta los buenos resultados obtenidos a través de paquetes tecnológicos como sistemas agroforestales, principalmente silvopastoriles, los cuales han promovido una disminución de la

físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentando la cobertura vegetal, diversidad florística, la producción agrícola y el ingreso económico de la población (AGRORURAL, 2011).

A pesar del impacto negativo que tiene el fenómeno El Niño, Peña *et al.* (2015) menciona que se debe buscar oportunidades para retener las aguas y almacenarlas en el subsuelo dentro de los reservorios acuíferos, ya que la cuenca presenta importantes acuíferos donde se puede aprovechar el agua subterránea mediante galerías filtrantes.

A nivel social, el crecimiento poblacional sumado a ello las condiciones de vida dentro de los centros poblados ha ocasionado movimientos migratorios hacia ciudades costeras ocasionando una mayor demanda de agua, siendo su principal abasto las aguas superficiales, por ello es importante el suministro de aguas subterráneas sobre todo en las partes altas donde se practica una agricultura de secano. Por otro lado, en la cuenca alta existen diversas reservas minerales, dentro de ellas se encuentra la empresa minera Yanacocha. En la cual se ha presentado una serie de luchas constantes entre los mineros y campesinos, donde estos últimos buscan defender sus ríos de la contaminación por parte de la minera (Saade, 2013). Teniendo finalmente a ambas partes en disputa por el acceso al agua en cantidad y calidad. Por ello, debemos instar en la política de Estado N° 33, la cual hace hincapié sobre los recursos hídricos

para la protección y aprovechamiento de las aguas en las ciudades y zonas rurales del país (CEPLAN, 2002), con la finalidad de tener un mayor control sobre la extracción de dichos materiales.

A nivel ambiental, la actividad minera mediante los relaves aumenta la concentración de contaminantes en el agua (metales pesados), perjudicando a la población que capta el agua de los ríos cercanos o que realiza la actividad de pesca. Sumado a ello existen rellenos sanitarios a lo largo del territorio que no cumplen con las características necesarias para evitar la contaminación del agua subterránea, se han reportado además vertimientos de aguas residuales domésticas provenientes de los diversos poblados asentados cerca al cauce del río Jequetepeque (Peña *et al.*, 2015). En la actividad agrícola, el uso desmedido de plaguicidas e insecticidas en cultivos ha afectado el hábitat de peces y la flora acuática. A esto se suma el quemado de residuos agrícolas, los cuales al mezclarse con las aguas de riego salinizan el agua que se infiltra en el subsuelo y que llegan al acuífero. Por lo mencionado, es importante tener un adecuado control en el piso de valle, donde el acuífero es poroso y permeable, por ende, tiene mayores posibilidades de que los elementos contaminantes lleguen a ellos (Peña *et al.*, 2015).

A nivel socio-económico, la gran cantidad de pequeñas parcelas con sobrepastoreo en la parte alta de la cuenca, perjudican la captación de agua y por ende el suministro para las zonas medias y bajas a lo largo del año. Del mismo modo, favorece el proceso de erosión hídrica de los suelos

y el transporte de sedimentos. Avizorando que la cuenca carece de un manejo racional con respecto a sus pastos naturales. No existen planes que consideren la capacidad de carga ni prácticas para su conversación o recuperación. Para ello, es importante promover la agroforestería y las actividades silvo-pastoriles, mediante el uso de barreras vivas o sombra para el ganado. Para lograr ello, es importante promover las investigaciones sobre los pastos naturales y su distribución en la parte alta de la cuenca, con el fin de utilizar las especies aptas para el consumo del ganado, como es el caso del ecosistema de bofedales, donde se debe de incitar a emplear la especie *R. crispus* “mala yerba”.

Desde el punto de vista de las actividades económicas. En la zona costera, la escasez de precipitaciones y la gran concentración de población, ocasiona un aumento de la demanda de agua en cultivos, principalmente en las épocas de estiaje, pues esta zona depende directamente de la ocurrencia de lluvias en la parte alta. Se debe además precisar que esta zona realiza un uso intensivo de los suelos en cultivos como arroz y caña de azúcar. Así mismo, se registran problemas de salinización de los suelos, debido al aumento del nivel freático, producto de un inadecuado manejo del riego asociados al cultivo del arroz. Una alternativa para mejorar ello, es favorecer cultivos que demanden poca cantidad de agua y proporcionen una cobertura ante el impacto de la lluvia, como es el caso del trigo, cuya producción nacional no satisface la demanda interna, siendo necesario su importación.

Según la revista digital de la Cámara de Comercio de Lima (La Cámara, 2021) para el 2020 la producción nacional de trigo apenas representó el 8% del consumo en el país. Asimismo, un cultivo en aumento que está presente en áreas mayores a las del trigo es la cebada, insumo básico de la industria maltero-cervecera. Delgado (2021), menciona que existe una demanda creciente de cebada malteada, debido al crecimiento de las microcervecerías y al despegue de las cervezas artesanales en el Perú, especialmente en provincias con gran desarrollo de turismo. De igual manera, cada provincia debe buscar otras alternativas económicas durante el tiempo de estiaje, como es el caso de Cajamarca que actualmente posee una producción de leche competitiva. Un producto interesante para la zona costera sería la producción y comercio de la tara, pues tiene una rápida producción (cuarto año) de la cual es posible obtener taninos, gomas, hidrocoloides y galactómanos, los cuales se utilizan como aditivos o materia prima en muchas industrias.

Finalmente, a pesar de los esfuerzo realizados y de contar con un Plan de Gestión de la Oferta del Agua en el 2002 y un Plan de Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Río Jequetepeque para la proyección del reservorio Gallito Ciego y su valle agrícola en el 2005, donde este último presenta los lineamientos para lograr el desarrollo social, en función a las ventajas comparativas y competitivas en la cuenca media y alta del río Jequetepeque (Peña *et al.*, 2015), Villanueva (2017) menciona que la cuenca Jequetepeque no presenta una gestión sostenible e integral del agua. Además, Guerrero-Padilla (2014),

resalta como uno de los problemas para la gestión integral del agua el concepto de pluralismo normativo y la valoración multidimensional. El mismo autor menciona que es importante contar con un Plan de Gestión de los Recursos Hídricos (PGRHC), donde se promueva la gestión y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Asociación Mundial de Agua, 2008 citado por Villanueva, 2017). Para ello, se requiere un marco legal, institucional y financiero que reconozca las dimensiones de la GIRH, con la finalidad de asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos (Guerrero-Padilla, 2014).

CONCLUSIONES

La geomorfología variante de la cuenca del río Jequetepeque, es un parámetro de gran influencia en el escurrimiento rápido o lento del agua superficial e infiltración. Lo cual, junto con el fenómeno de El Niño, incrementan los procesos de deslizamientos, inundación y erosión.

El continuo crecimiento de la población, principalmente de la zona baja y en la provincia de Cajamarca, genera una mayor demanda de agua, debido al aumento en la ocupación del territorio para cultivos de gran consumo de este recurso.

En la zona alta, la falta de estudios sobre pastos naturales y otras especies vegetales nativas, el sobrepastoreo, los conflictos sociales

con empresas mineras y la predominancia de una agricultura de secano, perjudica la capacidad productiva de esta zona y su correcta recepción y almacenamiento de agua.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Rosa María Hermoza por las sugerencias y revisión del presente documento.

LITERATURA CITADA

Alcántara, F. A. (2015). *Modelo de Geoformaciones Cóncavas para recargas de agua subterránea en cabeceras de Cuenca del Río Jequetepeque, Cajamarca* [Tesis PhD, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2156/P10-A42-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alcántara, A. (2019). Influencia de la Geomorfología y la Meteorización en la Humedad del suelo y recargas de agua en la cabecera de cuenca del río Jequetepeque. *Rev. del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*. 22(43), 99-106. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/16694/14257>

Delgado, M. M. (2021). *Factores determinantes de la producción de cebada malteada en el Perú para productores de cerveza artesanal, Arequipa, 2019*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4738/delgado-montoya-maria-milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) y Foro de Acuerdo Nacional. (2002). Las 35 políticas de estado del acuerdo nacional. <https://www.ceplan.gob.pe/politicas-y-planos/>

Climate data for cities worldwide-CLIMATE-DATA. (s. f.). Consultado el 15 de junio del 2021. <https://es.climate-data.org/>

Guerrero, A., y Florián, J. (2013). Demanda y uso de agua en los sectores de riego de la cuenca baja del río Jequetepeque (La Libertad, Perú). *REBIOL*. 33(1), 1-17. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/135/116>

Guerrero-Padilla, A. (2014). Gestión integrada de recursos hídricos de la cuenca del río Jequetepeque, Perú. *SCIENDO*. 17(2).

Iberico, G. (2015). *Evaluación del Modelo Negromayo en la Recuperación de la Diversidad Vegetal en las Laderas Erosionadas del Valle de Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1642/TESIS%20GUSTAVO%20IBERICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018). Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017- La Libertad. <https://www.inei.gob.pe/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018). Resultados definitivos de la Población Económicamente Activa 2017-Cajamarca. <https://www.inei.gob.pe/>

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, INGEMMET. (2006). *Primer Reporte de las Zonas Críticas por peligros Geológicos en la Cuenca Del Río Jequetepeque, Perú*. <https://www.ingemmet.gob.pe/>

López, F., y Giron, E. (2007). Informe Análisis Biofísico (Modelo Swat) Parte 1: General Cuenca Del Río Jequetepeque Cajamarca, Perú. Proyecto Pago Por Servicios Ambientales Para Generar Una Nueva Dinámica De Desarrollo Rural En Los Andes.

Mejía, J. (2009). *Geología y categorización de recursos geológicos mineros del proyecto Invicta - provincia de Huaura, Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/11>

Metzger, J. (2017). Modelamiento Hidrológico para Pronóstico estacional de caudales del río Jequetepeque. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

- Ministerio de Agricultura y Riego y Autoridad Administrativa del Agua-AAA Jequetepeque Zarumilla. (2015). Estudio Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del río Jequetepeque. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos.
- Naupari, J. R. (2020). *Simulación Hidrológica del sistema regulado para evaluar las reglas de operación que permitan un manejo adecuado de la Cuenca Jequetepeque*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4524/naupari-asencios-joel-rostail.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peña, F., Carpio, J., y Vargas, V. (2015). Hidrogeología de la cuenca de los ríos Jequetepeque (13774) y Chamán (137752). Regiones Cajamarca, La Libertad y Lambayeque. INGEMMET. Boletín, Serie H: Hidrogeología, 4, 296. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/371>
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, AGRORURAL. (2011). Prácticas de conservación de suelos en laderas. Lima. 247 p.
- Revista Digital de la Cámara de Comercio de Lima. (2021, 11 de junio). *¿Cuánto crecieron las importaciones peruanas de trigo y maíz entre enero y abril?*. La Cámara. <https://lacamara.pe/cuanto-crecieron-las-importaciones-peruanas-de-trigo-y-maiz-entre-enero-y-abril/>
- Rodriguez, D. A. (2018). *Caracterización Biofísica y Análisis de Amenazas para la cuenca del Río Monquirá como insumo en la fase de diagnóstico del plan de ordenación y manejo de Cuenca Hidrográfica (POMCA)*. [Tesis de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2509/1/TGT-1095.pdf>
- Saade, M. (2013). Desarrollo minero y conflictos socioambientales: los casos de Colombia, México y el Perú. Macroeconomía del Desarrollo 137, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706_es.pdf
- SEDALIB S.A. (2018). *Diagnóstico hídrico rápido de la Cuenca del Río Jequetepeque como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* <http://www.sedalib.com.pe/upload/drive/32019/20190305-5941539840.pdf>
- SERVINDI. (2015). *Perú: Encuentro debatirá situación de la cuenca del Jequetepeque*. <https://www.servindi.org/>
- Tavares, C., y Rondón, G. (2015). Impacto de la Represa de Gallito Ciego en la estabilidad de línea de costa en la desembocadura del río Jequetepeque, Perú. *Espacio y Desarrollo*. (27), 79-101.

Universidad Nacional De Ingeniería e Instituto De Minería Y Medio Ambiente. (2000). Estudio De Evaluación Ambiental Territorial y de Planteamientos para la reducción de la contaminación de origen minero en la Cuenca del río Jequetepeque. Perú.

Verdugo, M. (2019). *Estudios morfométricos y Análisis de Inundación del río Cumbe, provincia del Azuay; mediante los sistemas de información geográfica (ArcGIS) con la herramienta GEORAS y el programa HECRAS*. [Tesis de maestría, Universidad de Alcalá]. Repositorio Institucional UAH. https://ebuah.uah.es/xmlui/bitstream/handle/10017/41954/TFM_Verdugo_Cardenas_2019.pdf;jsessionid=20048684E2C700ED26B2351E0B943BDB?sequence=1

Villanueva, P. R. (2017). *Limitaciones de la gestión del agua en la Cuenca Jequetepeque. Bases para la gestión integrada de los recursos hídricos*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9819/VILLANUEVA_VILLANUEVA_LIMITACIONES_DE_LA_GESTION_DEL_AGUA_EN_LA_CUENCA_JEQUETEPEQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú

Enrique Gianlucca Monteverde-Calderón¹

Recibido: 15 julio 2020 | Aceptado: 16 noviembre 2021

RESUMEN

La regeneración natural es considerada como el reensamblaje de la diversidad florística a través de los propios mecanismos de perpetuación de las especies, asimismo, es una herramienta importante para el manejo forestal de bosques naturales. Por esta razón, el presente trabajo consistió en determinar la regeneración natural del árbol comercial *Cedrelinga cateniformis* conocido como “tornillo” en un bosque premontano de la selva central del Perú. Para este fin, se seleccionaron tres árboles madre de tornillo y se evaluó su regeneración dentro de un radio de 25 m alrededor de estos. Además, se instalaron 4 parcelas rectangulares de 2×25 m en forma de cruz y tomando como centro un árbol madre para el registro de latizales asociados a esta especie. Únicamente se registró dos binzales de tornillo, no obstante, se registró 20 especies diferentes de latizales, siendo *Pourouma minor* la más abundante, seguido de *Pseudosenefeldera inclinata* y tercero *Parkia multijuga* con 13, 7 y 5 individuos respectivamente. Probablemente, este resultado se dio por diferentes factores, como la alta tasa de mortandad en plántulas de tornillo, la competencia de otras especies con la disponibilidad de luz, la presencia de predadores de sus semillas, o el tipo de dispersión que posee este árbol. Finalmente, algunos latizales registrados como *Virola sp.* y *Caryocar glabrum* son especies asociadas al “tornillo” frecuentemente.

Palabras claves: regeneración natural, árbol madre, “tornillo”, selva central, latizales

¹Bachiller de la facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Correo electrónico: enrique.gmc95@gmail.com

ABSTRACT

Natural regeneration is considered as reassembly of the floristic diversity through the perpetuation mechanism of the species, moreover, it is an important tool for forest management of the natural forest. For this reason, this research figures out determines the natural regeneration of the commercial tree *Cedrelinga cateniformis* known as "tornillo" in the pre-montane forest of the central forest in Peru. For this goal, it was selected three parental trees of tornillo and evaluated its regeneration within a radius of 25 m around of these. Furthermore, it was installed four rectangular plots of 2x25 m as the shape of a cross and taking as the center a parental tree for the sapling's register. It was only recorded two seedlings of tornillo; however, it was recorded 20 different species of saplings, whom *Pourouma minor* was the most abundant, following by *Pseudosenefeldera inclinata* and third *Parkia multijuga* with 13, 7 and 5 individuals respectively. Probably, these results were happening for different factors, for instance, the high ratio of mortality in tornillo's seedlings, the light availability, the presence of seed predators, or the kind of dispersion of this tree. Finally, some seedlings recorded like *Virola sp.* and *Caryocar glabrum* are species frequently associated with the "tornillo".

Keywords: natural regeneration, parental tree, "tornillo", central forest, samplings

INTRODUCCIÓN

La regeneración natural en un bosque natural es de suma importancia para comprender la dinámica, estructura y funcionalidad de este (Cisneros, 2013; Vita y Hernández, 2004). La mejor herramienta para cuantificar la dinámica de un bosque es a través de parcelas permanentes, no obstante, la mayoría de estas parcelas evalúan individuos con un DAP mayor o igual a 10 cm (Fernández-Hilario *et al.*, 2012; Marcelo y Reynel, 2014; Ortiz, 2017; Perales, 2017), prescindiendo de la vegetación del sotobosque, como brinzales o latizales. Este escenario evidencia un vacío de información en los cambios de la composición florística del sotobosque a través del tiempo. Adicionalmente, existe un desconocimiento de métodos silviculturales que implique a la regeneración natural como técnica de

establecimiento de especies forestales comerciales en macizos forestales heterogéneos (Fernández-Hilario, 2019).

Una especie forestal muy valorada comercialmente es el "tornillo", *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke perteneciente a la familia Fabaceae, estos árboles pueden alcanzar una altura total entre 25-40 m y una altura comercial entre 15-25 m. Su rango altitudinal y de precipitación son de 120-1000 msnm y de 2500-3800 mm anuales respectivamente (Reynel *et al.*, 2016). Asimismo, en bosques de llanura suele habitar naturalmente en lugares húmedos y pantanosos, mientras que, en los bosques altos de tierra firme prefiere las nacientes y cursos superiores de los ríos en suelos arcillosos (Valderrama, 2003). Es considerada una especie de

sucesión secundaria, es decir tolerante a la sombra (esciófita) los primeros años y con necesidad de luz (heliófita) cuando ya es madura (Paucar, 2011). Con referencia al valor económico del árbol de tornillo, se puede decir que posee un amplio mercado, ya que se utiliza mucho para puertas y mueblería, como, por ejemplo, tableros de mesa, persianas de madera, cajonerías, etc. (Condori, 2007).

En cuanto a la silvicultura y calidad de sitio del “tornillo”. Se considera una especie de mediano a rápido crecimiento, utilizadas frecuentemente en plantaciones puras, sistemas agroforestales y fajas de enriquecimiento (Álvarez-Gómez y Ríos-Torres, 2009, Flores Bendezu, 2019, Soudre-Zambrano, 2011); siendo este último el menos usado debido a la alta sensibilidad a la ausencia de luz y suelo compactado (Otárola *et al.*, 2001). La regeneración natural es abundante en los primeros 50 m, no obstante, frecuentemente se queda en el estadio plántula, considerándose una especie con silvicultura difícil y regeneración baja (Álvarez-Gómez y Ríos-Torres, 2009).

Otros estudios en el Perú, muestran una mayor proporción de brinzales de *C. cateniformis* que otros estadios como latizal y fustal, especulando una baja tasa de reclutamiento de esta especie o una alta mortandad de brinzales en el proceso (Paucar, 2011). Asimismo, Lozano (2014) afirma que su crecimiento inicial y sobrevivencia de plántulas de este árbol es menor que el de otras especies. Por otro lado, algunos autores mencionan que el árbol de tornillo tendría facilidades para ser manejado bajo el sistema de

regeneración natural (Aróstegui y Díaz, 1992; López, 1970; Maruyama H y Chung M, 1987; Vidaurre, 1997)

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, el presente estudio tuvo como objetivo registrar la regeneración natural de *C. cateniformis* en el fundo “Santa Teresa” con el fin de especular su estado en este bosque, y adicionalmente, realizar un listado de los latizales presentes alrededor de esta valiosa especie.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Este estudio se desarrolló en un bosque secundario del fundo “Santa Teresa” en la selva central del Perú, en la provincia de Satipo, departamento Junín, en el mes de abril. La localización geográfica del fundo son 11° 10' 20,42" S y 74° 39' 34,06" O. Según el criterio de Brack y Mendiola (2000) la zona de estudio se encuentra en el piso inferior de la Ecorregión de la Selva Alta de 800 a 1300 m y siguiendo el criterio de Holdridge (1978) se encuentra dentro de la zona de vida bosque Húmedo premontano Tropical (bh-PM). Presenta suelos franco arenosos y suelos ácidos a neutros (ONERN, 1976).

estudio se encuentra en el piso inferior de la Ecorregión de la Selva Alta de 800 a 1300 m y siguiendo el criterio de Holdridge (1978) se encuentra dentro de la zona de vida bosque Húmedo premontano Tropical (bh-PM). Presenta suelos franco arenosos y suelos ácidos a neutros (ONERN, 1976).

Instalación y evaluación de las parcelas

En una parcela permanente establecida en el fundo “Santa Teresa” se seleccionó tres árboles de “tornillo” con mayor

diámetro y altura, también se consideró que exista una distancia mínima de 25 m entre ellos. Teniendo en cuenta como centro a cada árbol seleccionado, se buscó su regeneración natural dentro de un radio de 25 metros, adicionalmente, se instaló 4 parcelas rectangulares de 2×25 metros en forma de cruz con brújula y cinta métrica, en estas parcelas se colectó y registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de los latizales (individuos con un DAP mayor o igual a 2,5 cm y menor a 10 cm) asociados a *C. cateniformis*.

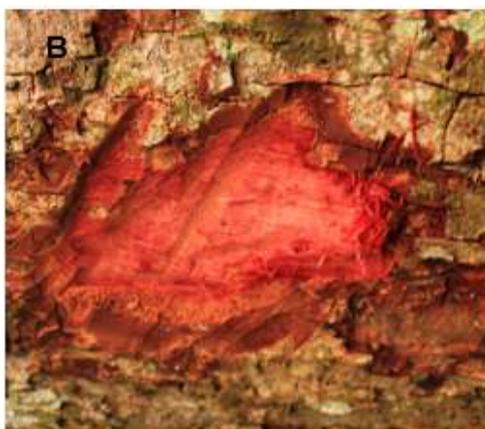


Figura 1.
Brinzal de “tornillo” (A) y la corteza de un árbol madre (B).

Identificación botánica

La identificación de los brinzales de “tornillo” se realizó con la ayuda de fotografías de plantas de vivero y de especímenes de herbario. Los rasgos claves para su identificación fueron sus hojas bipinnadas y nectarios interfoliolares. Por otro lado, los brinzales de tornillo y latizales fueron identificados revisando especímenes en el Herbario MOL y herbarios virtuales como TROPICOS y Field Museum.

RESULTADOS

Únicamente se registró dos brinzales de tornillo en el radio de 25 metros de los 3 árboles evaluados (0,2 ha). Mientras que, en las 12 parcelas rectangulares evaluadas, se registró un total de 66 latizales pertenecientes a 20 especies de 16 familias. *Pourouma minor* Benoist fue la especie más frecuente con 13 individuos, seguida de *Pseudosenefeldera inclinata* (Müll. Arg.) Esser con 7 individuos y en un tercer lugar *Parkia multijuga* Benth con 5 individuos. Por otro lado, Fabaceae fue la familia más registrada con 3 especies.

Familia	Especie	Total
Annonaceae	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	3
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	2
Caryocaricaceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	3
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	2
Euphorbiaceae	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i> (Müll. Arg.) Esser	7
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i> L.f.	1
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	4
Fabaceae	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	5
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.	1
Malvaceae	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	1
Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	2
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	3
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	3
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	1
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	4
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	4
Piperaceae	<i>Piper heterophyllum</i> Ruiz & Pav.	3
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	3
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i> Benoist	13
Urticaceae	<i>Pourouma</i> sp.	1
Total		66

Tabla 1.
Abundancia de las especies de latizales encontrados alrededor de los árboles madre de tornillo.

DISCUSIÓN

La presencia de únicamente dos brinzales de “tornillo” alrededor de los tres árboles madre, nos indica que posiblemente la regeneración de dicha especie es mínima o que el crecimiento de los individuos es interrumpido en sus primeras etapas de crecimiento. Paucar (2011) encontró brinzales de “tornillo” en una proporción mucho mayor que otras etapas de crecimiento, especulando que una gran cantidad de brinzales no llegarían a ser latizal ni fustal, además, Lozano (2014) fortalece este supuesto, determinando que el árbol de “tornillo” presenta una

mortandad mayor en sus primeras etapas de crecimiento frente a otras especies forestales.

El árbol *C. cateniformis* es una especie muy plástica en relación con factores edáficos (Vidaurre, 1997), no obstante, se establece adecuadamente en suelos arcillosos, usualmente ácidos y con pedregosidad baja o nula (Reynel, *et al.*, 2003). Además, este factor es más influyente en su crecimiento y desarrollo que otros factores como la fisiografía y la luz, siendo altamente significativo los primeros 6 años y decreciendo hasta los 10 años (Vidaurre *et al.*, 2000).

Asimismo, la luz juega un rol importante en su supervivencia durante sus primeros años (Vidaurre *et al.*, 2000) a pesar de ser considerada una especie esciófita cuando es joven y tener un comportamiento heliófita cuando es adulta (Paucar, 2011) esta especie se encuentra amenazada por la competencia de especies de crecimiento más rápido y agresivo (Macario *et al.*, 1995; Vidaurre *et al.*, 2000), por lo que se recomienda en estudios futuros de regeneración natural evaluar la cobertura del dosel.

Respecto a su dispersión, las semillas de *C. cateniformis* se dispersan por viento y aves (Maruyama y Chung, 1987), si en el bosque de estudio esta dispersión fuera principalmente anemófila (por viento), es posible que su regeneración se esté llevando a cabo fuera del radio de 25 m. Del mismo modo, Lara (2011) observa que a medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad de semillas y plántulas se va haciendo menor, haciendo más difícil la localización por parte de predadores, consecuentemente, hay mayor posibilidad de encontrar más latizales o fustales de tornillo mientras más alejado se este del árbol madre. En consideración al presente estudio, esta baja presencia de plántulas encontradas cerca al árbol progenitor, puede deberse a dos factores: a su fenología, ya que el mes de su fructificación es de diciembre a febrero (Aróstegui y Díaz, 1992); y a su baja tasa de crecimiento y supervivencia como plántula (Lozano, 2014).

En cuanto a los latizales registrados, se encontró una composición muy similar a la de estudios pasados en parcelas permanentes como el caso de *P. minor*

y *G. hyposericea* que son especies muy abundantes en este bosque (Fernández-Hilario *et al.*, 2012; Marcelo y Reynel, 2014); y también, hubo registro de especies asociadas a *C. cateniformis* como: *Virola sp.*, *Caryocar sp* y *Clarisia sp.* (Alvarez-Gomez y Ríos-Torres, 2009). Adicionalmente, se sugiere que, para comprender adecuadamente la regeneración vegetal en el bosque en estudio, es necesario estudiar el proceso de dispersión de semillas. Hasta el momento, solo se tiene información sobre los murciélagos como dispersores de semillas en dicho bosque (Pellon *et al.*, 2021).

Por último, algunas de estas especies registradas presentan potencial económico como *T. subincanum*, cuyo fruto es comestible y sus semillas son utilizadas para la elaboración de chocolate (IIAP, 2020), *C. glabrum*, *G. hyposericea* y *C. biflora* presentando madera de uso comercial (SERFOR, 2018) y *P. heterophyllum* con uso en la medicina tradicional (Reynel *et al.*, 2016).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la agrupación de Ecología Molinera por el apoyo económico para la elaboración de este trabajo, también quiero agradecer a Paula López y Pierina Tuesta por su apoyo en el trabajo de campo. A mi profesor José Luis Marcelo por la ayuda en la identificación botánica, agradecer a Juan Pellón por los comentarios en la redacción final de esta nota científica. Por último, agradecer al Dr. Percy Zevallos por su revisión y comentarios finales.

LITERATURA CITADA

- Álvarez Gómez, L., & Ríos Torres, S. (2009). *Evaluación económica de plantaciones de tornillo; Cedrelinga cateniformis, en el departamento de Loreto*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Aróstegui, A., & Díaz, M. (1992). Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. In *IIAP*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Brack, E. A. & Mendiola C.V. (2000). Ecología del Perú. Bruño. Lima, Perú. 495 p.
- Cisneros, R. (2013). *Evaluación de la regeneración de especies forestales en claros naturales en el fundo "El bosque", Tambopata, Madre de Dios-Perú*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú.
- Condori, C. A. (2007). Propiedades mecánicas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Tornillo) proveniente de dos tipos de plantaciones y diferentes edades del Centro de Investigación Jenaro Herrera - Loreto. In *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA Facultad de Ciencias Forestales* (Vol. 0, Issue 0).
- Fernández-Hilario, R. (2019). Distribución espacial de la regeneración de *Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae) en un bosque montano del sector San Alberto, Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Perú). *Arnaldoa*, 26(1), 213-222. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26109>
- Fernández-Hilario, R., Allca, D. A., & Marcelo-Peña, J. L. (2012). Composición y estructura de un bosque secundario en el Fundo Santa Teresa, Satipo, Perú. *Xilema*, 25(1), 43-49.
- Flores Bendezú, Y. (2019). Fichas Técnicas para Plantaciones con Especies Nativas en zona de Selva Baja.
- Holdridge, L.R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. *Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas*, San José. 216 p.
- IIAP. (2009). Amazonía: guía ilustrada de flora y fauna (en línea). Disponible en: <<http://amazonia.iiap.org.pe/especies/ver/454>>. [Acceso 13/07/2020].
- Lara, J. C. (2011). *Título : "Dispersión de Individuos con Respecto a la Distancia del Árbol Parental de los individuos Cedrelinga cateniformis Ducke . (Tornillo) y Cedrela odorata L . (Cedro) en el Fundo San Antonio , Madre de Dios , Perú"*.
- López, R. (1970). Estudio silvicultural del tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke). *Revista Forestal Del Perú*, 10(1-2), 1-7. [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol10_no1-2_80-81_\(14\)/vol10_art10.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol10_no1-2_80-81_(14)/vol10_art10.pdf)

- Lozano, L. R. (2014). *Crecimiento inicial, sobrevivencia y mortalidad de especies maderables en laderas y cuencas altas del Río Negro, distrito de Rioja, San Martín, Perú*. http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4477/Ida_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Macario, P. A., García, E., Aguirre, J., & Hernández, E. (1995). Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botanica Mexicana*, 32, 11-23.
- Marcelo, J. L., & Reynel, C. (2014). Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia*, 65(1), 35-47. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602014000100003>
- Maruyama H, E. A., & Chung M, A. (1987). Respuesta (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) al almacenamientos de las semillas y comportamiento de la regeneración natural en la zona de Alexander Von Humboldt (Pucallpa-Perú). *Revista Forestal Del Perú*, 14(1), 1-11.
- ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Oficina Nacional de Recursos Naturales. Lima, Perú. 146 p.
- Ortiz, L. N. 2017. Dinámica forestal en un relicto de bosque secundario tardío, sector Santa Teresa, Río Negro, Junín (tesis de pregrado). UNALM. Lima, Perú. 119 p.
- Otárola-Acevedo, E., Freitas-Alvarado, L., Linares-Bensimón, C., & Baluarte-Vásquez, J. R. (2001). Estimación de la calidad de sitio mediante «índices de sitio» para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto (Perú). *Folia Amazónica*, 12(1-2), 39-51.
- Paucar, S. R. (2011). Regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en bosque intervenido de la Comunidad Nativa Catungo Quimpiri - Río Tambo - Junin (tesis de pregrado). UNCP, Huancayo, Perú. 60 p.
- Pellon, J., Rivero, J., Williams, M., Flores, M. 2021. Trophic relationships within the genus *Carollia* (Chiroptera, Phyllostomidae) in a premontane forest of central Peru. *Journal of Mammalogy*. 102(1), 195-203.
- Perales, C. E. (2017). Dinámica Forestal en un área de bosque húmedo premontano, fundo Santa Teresa, distrito de Río Negro, región Junín (tesis de pregrado). UNALM. Lima, Perú. 120 p.
- Reynel, C., Pennington, T.D., Pennington, R.T., Flores, C. y Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. DARWIN INITIATIVE / ICRAF. Lima, Perú 509 p.
- Reynel, C., Pennington, T.D. y Pennington, R.T. (2016). Árboles del Perú. NERC/ RBGE/ DI/ CED-FDA/ APRODES. Lima, Perú. 1047 p.

- SERFOR. (2018). Lista oficial de especies forestales maderables aprovechables con fines comerciales. <<https://www.serfor.gob.pe/faq/lista-oficial-de-especies-forestales>>. [Acceso 13/07/2020]
- Soudre-Zambrano, M., Mueras, L., Limache, A., Guerra, H., Mesen, F., & Perez, F. (2011). Propagación vegetativa de tornillo *Cedrelinga cateniformis* (ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. *Folia Amazónica*, 20(1-2), 83-94.
- Valderrama, H. (2003). Plantas de importancia económica y ecológica en el jardín botánico - Arboretum El Huayo, Iquitos, Perú. *Folia Amazónica*. 14(1): 159-169.
- Vidaurre, H. (1997). Balance de experiencias silviculturales con *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Mimosoideae) en la región de Pucallpa, Amazonia peruana. IIAP. (Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana) Documento técnico N° 25. Iquitos, Perú. 95 p.
- Vidaurre, H., Sabogal, C., Oroño, P., Weber, J. C., Sotelo Montes, C., & Marmillod, D. (2000). Efectos del suelo, luz y fisiografía en el crecimiento de la regeneración natural y artificial de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) en bosques húmedo tropicales de la Amazonia peruana. *Congreso Forestal Latinoamericano Tomo III*, 8.
- Vita, A., & Hernández, I. R. (2004). Tratamientos silviculturales en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Parque Nacional Bosque Fray Jorge. *Historia Natural Del Parque Nacional Bosque Fray Jorge*, 293-306.

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

“Huaranhuay”

especie forestal multipropósito

Por: Valeria Quispe Farias

Estudiante de Ingeniería Forestal (UNALM)

Orden: Lamiales

Familia botánica: Bignoniaceae **Género:**

Tecoma

Especie: *Tecoma stans*

Nombre científico: *Tecoma stans* (L.)

Juss. ex Kunth.

Nombres comunes: Huaranhuay,

Huaroma, Carhuaquero

Sinónimos botánicos: *Bignonia*

frutescens Mill. ex A. DC, *Bignonia stans*

L., *Bignonia tecomiflora* Rusby.



Figura 1.

Ramita terminal de *Tecoma*

stans. Fotografía: Stephen

Mifsud. Maltawildplants.com

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA COMPLETA:

MORFOLOGÍA EXTERNA E INTERNA

Árbol de 32 cm de circunferencia y 5 m de altura total con fuste cilíndrico a irregular, ramificación simpodial desde el primer tercio de altura, base del fuste sin modificaciones.

Corteza externa agrietada con presencia de astillas, color marrón claro. Corteza interna fibrosa color crema.

Ramita terminal con sección transversal circular de 3-6mm de diámetro con presencia de estrías alargadas color blanquecino, presencia de lenticelas pequeñas color mostaza con mayor densidad en la parte basal, presencia de yemas axilares, color verde claro a verde oscuro, lisa y glabra.

MORFOLOGÍA DE HOJAS

Hojas compuestas imparipinnadas y opuestas decusadas, de 9-20cm de largo y 5-12cm de ancho, peciolo de 3.5-7cm de longitud, raquis ligeramente acanalado de 3.5-14cm de longitud, peciolulos muy cortos a excepción del terminal, 9-11 folíolos por hoja, folíolos ovados-elípticos a lanceolados, de 4-8 cm de largo y 1.5-3 cm de ancho, ápice aguda, base asimétrica a obtusa a truncada, borde ligeramente aserrado, nervación secundaria broquidódroma, con 13-16 pares de nervios, nervadura central en alto relieve en el envés, láminas glabras, papiráceas, color verde ligeramente oscuro.

MORFOLOGÍA DE FLORES E INFLORESCENCIAS

Inflorescencias racemosas del tipo racimo, de 6cm de largo, portando varias flores, el pedicelo de 1.5-2cm de longitud, pedúnculo de 1.5cm de longitud, los ejes lisos, glabros, color verde claro

Flores hermafroditas, zigomorfas, heteroclamídeas, el cáliz gamosépalo campanulado, de 0.5cm de longitud, 5-dentado, color verde claro, glabro, liso, la corola tubular a acampanada, de 3.5-4cm de longitud, los pétalos 5-lobulados, color amarillo claro, glabra, lisa, papirácea, tenue coloración marrón a rojizo, con pubescencia en la garganta, el androceo didínamo, dialistémonos, petalostémono, haplostémono, primer par de filamentos curvos de 2cm de longitud, segundo par de 1.5cm de longitud, presencia de un estaminodio pequeño y delgado, filamentos glabros, lisos, color amarillo, abundante pubescencia ferrugínea en el punto de inserción con el pétalo, anteras apicifijas, de 0.7 y 0.8cm de longitud para cada par, escasamente pubescentes, color amarillo, dehiscencia longitudinal, introrsa, el gineceo unicarpelar, de 3cm, ovario ínfero, forma cilíndrica de 5 mm de largo, estilo de 2.4cm de longitud, estigma clavar, de 0.4cm de longitud, glabro, liso, color amarillo a mostaza.

MORFOLOGÍA DE FRUTOS Y SEMILLAS

Frutos tipo silicua, de 7-11.5cm de longitud y 0.5-1cm de ancho, forma alargada, de color verde claro cuando están inmaduros, al madurar se abren en dos valvas con superficie lisa, glabra, cartácea, color marrón claro, repleo de 6.5-11cm de longitud y 1cm de ancho, liso, glabro, cartáceo, color marrón claro, presenta hendiduras en el margen, portando verticalmente por ambas caras numerosas semillas pequeñas, aplanadas, aladas, alargadas a oblongas, de 1-2cm de longitud y 0.5cm de ancho, alas membranosas, color blanquecino a translúcido, papiráceas, embrión de 0.5cm de longitud y 0.5cm de ancho, ovalado y plano color mostaza claro ubicado en el centro.

DISTRIBUCIÓN:

Es una especie nativa del continente americano, se encuentra desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Robles, 2014). En Perú, se ubica naturalmente en los departamentos de Cajamarca, Piura, La Libertad, Cusco y Apurímac. Por su extensa distribución geográfica, se le considera fuera de peligro. (Reynel y Marcelo, 2009).

Esta especie es ampliamente cultivada en el mundo tropical y subtropical con fines ornamentales debido a su arquitectura y flores vistosas. De la misma forma, por su resistencia a las sequías y/o falta de riego, es una de las especies recomendadas para la jardinería xerófila (Sánchez, 2007), presentándose como una opción muy valorada para generar áreas verdes de uso público con especies que no requieren de abundante agua y así priorizar su uso eficiente, especialmente en zonas donde este recurso escasea. (Salazar, 2017).

HÁBITAT:

Generalmente se ubica en las riberas de los ríos y en las laderas de caminos. Prefiere suelos aluviales y calcáreos bien drenados, con un valor de alto pH. Se presenta en zonas áridas, mayormente en comunidades arbustivas de naturaleza xerófila, así como en áreas húmedas, donde tiene un comportamiento heliófilo, específicamente en zonas que sufrieron deforestación o algún otro tipo de perturbación. (Robles, 2014). El Centro de Biociencia Agrícola Internacional (2019) o CABI por sus iniciales, señaló que, por su amplio rango de distribución, esta es una especie invasora agresiva, por lo que es recomendable hacer estudios previos sobre sus interacciones ecológicas frente a las especies nativas de la zona donde se pretende introducir.

FENOLOGÍA:

El periodo de floración es entre abril y julio; el periodo de fructificación es entre agosto y noviembre (Reynel y Marcelo, 2009).

Cabe resaltar que, en condiciones de arboricultura urbana, estos periodos pueden ser sometidos a diferentes tratamientos. Por ejemplo, aplicación de fitohormonas, con el objetivo de modificar la fecha de inicio y duración de la floración. (Luna. *et al.*, 2005).

USOS:

La madera se usa como leña y también se emplea en trabajos de ebanistería y carpintería, en general para construcciones rurales. Tiene un gran potencial para la artesanía, en algunas zonas del país como Abancay, los artesanos ensamblan las varas para la producción de una amplia gama de muebles. (Reynel y Marcelo, 2009).

Presenta compuestos fenólicos, así como alcaloides terpenoides en la madera, hojas y semillas, en base a los cuales se pueden obtener potenciales insecticidas orgánicos ante plagas como el lepidóptero noctuidae *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero del maíz).

Se han registrado 56 componentes químicos en esta especie que pueden utilizarse con fines medicinales. De la raíz, corteza, hojas y flores resaltan sus propiedades contra la anemia, asma, dengue, enfermedades de la piel, del corazón, entre otros. Asimismo, la flor tiene propiedades medicinales contra la diabetes por sus propiedades anti glucémicas. La infusión de las hojas calma los nervios, alivia la gastritis y estimula el apetito. Finalmente, la infusión de la raíz sirve como tónico en la atonía gastrointestinal, entre otros. (Robles, 2014).

Como se mencionó anteriormente, en la arboricultura urbana se le aprecia y propaga con frecuencia, principalmente como especie ornamental, aunque posee más características resaltantes como su resistencia a la escasez de agua. Además, en el Centro poblado Congata ubicado en Arequipa, se determinó en una evaluación de 3 meses que, de 11 especies nativas y exóticas, *Tecoma stans* y *Schinus molle* presentaron una mayor cantidad de moles de dióxido de carbono capturado al día. Por esto, entre otros factores, se recomendó dichas especies como las más óptimas para los programas de la forestería local. (Huaco, 2020)

Referencias bibliográficas:

Centro de Biociencia Agrícola Internacional. (2019, 20 noviembre). *Tecoma stans* (yellow bells). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/52951#tosummaryOfInvasiveness>

Huaco, M. (2020). “Estimación de la captura de co2 de las especies forestales en la alameda de las tradiciones, centro poblado de congata, arequipa -2019” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería ambiental). Repositorio institucional-Universidad Nacional de San Agustín. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11817/IAhulemj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luna, H., Boschi, C., Vilella, F. (2005). “Control del crecimiento de *Tecoma stans* var *stans* en función de la densidad de cultivo y la aplicación de fitoreguladores”. Recuperado de: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/2005lunah.pdf>

Reynel, C., J. Marcelo (2009). “Árboles de los ecosistemas forestales andinos”. Manual de identificación de especies. Serie investigación y Sistematización N°9. Programa regional ECOBONA-INTERCOOPERATION-Lima. Recuperado de: https://issuu.com/helicongus/docs/arboles_de_los_ecosistemas_forestal

Robles, T. (2014). “Efecto biocida de *Schinus molle* L. «molle» (Anacardiaceae) para el control de *Erosina hyberniata* Guenée 1858 (Lepidoptera: Geometridae) en estado larval, plaga del *Tecoma stans* (L.) C. Juss. Ex Kunth. (Bignoniaceae) en el Distrito de Miraflores, Lima-Perú”. Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciada en Biología. Repositorio institucional-Universidad Ricardo Palma. Recuperado de: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1001/Robles_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salazar, A. (2017). “Eficiencia hídrica en el mantenimiento de áreas verdes públicas en zonas urbanas desérticas: el caso del distrito de San Borja, Lima”. (Tesis para optar el Título de Licenciado en Geografía y Medio Ambiente). Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Arturo-Italo-Salazar-Toledo/publication/341463139_EFICIENCIA_HIDRICA_EN_EL_MANTENIMIENTO_DE_AREAS_VERDES_PUBLICAS_EN_ZONAS_URBANAS_DESERTICAS_EL_CASO_DEL_DISTRITO_DE_SAN_BORJA_LIMA/links/5ec2d71e92851c11a8712874/EFICIENCIA-HIDRICA-EN-EL-MANTENIMIENTO-DE-AREAS-VERDES-PUBLICAS-EN-ZONAS-URBANAS-DESERTICAS-EL-CASO-DEL-DISTRITO-DE-SAN-BORJA-LIMA.pdf

Sánchez, J., (2007). “Árboles y arbustos de bajo consumo de agua: Un mundo de posibilidades”. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Recuperado de: <https://www.arbolesornamentales.es/Arboles%20y%20arbustos%20poco%20consumo%20de%20agua.pdf>

Lycalopex culpaeus Molina

“Zorro andino”

Por: Jenny Vilca-Portillo y Enrique Gianlucca Monteverde-Calderón
Estudiante de Ingeniería Forestal (UNALM)
y Egresado de Ingeniería Forestal (UNALM)

Phylum: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Carnivora

Familia: Canidae

Sinónimo: *Pseudalopex culpaeus*, *Canis culpaeus*



Figura 1: *Lycalopex culpaeus*.
Fuente: Naturalist.

DESCRIPCIÓN:

El zorro andino es considerada la especie de cánido más grande entre todos los zorros sudamericanos, puede llegar a medir hasta 1,7 m incluido la cola (Mendoza, 2019) y pesa entre 4 a 13,8 kg (Guntiñas-Rosado, 2018). Físicamente su cabeza y hocico son anchos y bien pronunciados, de apariencia triangular, orejas muy evidentes rectas y triangulares. Su pelaje es largo y tupido, el dorso incluyendo la cabeza, las orejas y el cuello, así como las piernas y los flancos presentan un color rojizo con apariencia leonada. En la barbilla y en las partes inferiores del cuerpo se observan zonas de color blanquecino, la cola es corta, larga, peluda y de color grisáceo con la punta de color negro y una mancha oscura dorsal cerca de su base; esta puede alcanzar el 50% de la longitud de la cabeza y cuerpo junto. Los machos son más grandes que las hembras (Lema, 2018).

CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO:

Este animal sale de su madriguera en horas nocturnas y diurnas. Se considera un animal solitario salvo en épocas reproductivas, la madurez sexual se obtiene cerca del año de vida. La hembra puede dar a luz una vez al año entre 3 y 8 crías, el período de gestación dura entre 52 y 67 días. Es una especie monógama, donde ambos sexos pueden criar a los cachorros, no obstante, generalmente la hembra cuida a las crías, mientras el macho sale a cazar para llevarles alimento. Las crías son amamantadas aproximadamente durante dos meses, al tercer mes salen a cazar con los adultos y al quinto o séptimo son expulsados (Lema, 2018).

L. culpaeus es un carnívoro oportunista y adaptado a la oferta del medio, principalmente se alimenta de roedores y lagomorfos; sin embargo, su dieta puede ser dada por lagartijas, aves y huevos (Zuñiga & Fuenzalida, 2016). Además, puede alimentarse de carroña y animales de mayor tamaño como cérvidos y camélidos sudamericanos (Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007). También, se han encontrado registros en su dieta de semillas de frutos y herbáceas, así como registro de coleópteros u otros artrópodos (Correa y Roa, 2005). Eventualmente ataca a los rebaños de ovejas y aves de corral de las comunidades aledañas (Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007).

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT:

Ocupa una gran variedad de hábitats como las zonas de páramos, punas, bosques templados, bosques altoandinos, tierras arbustivas áridas y zonas de presencia antrópica, como cultivos agrícolas y zonas ganaderas (Guntiñas-Rosado, 2018). Asimismo, presenta una amplia gradiente altitudinal entre los 2000 y 4500 msnm (Noguera-Urbano *et al.*, 2016). Se refugia en grietas, huecos, cuevas o entre la maleza. Se distribuye desde el norte de Ecuador, abarcando la zona andina de Colombia y Perú, hasta el sur de Chile y Argentina, con nuevos registros en Bolivia (Guzmán *et al.*, 2009).

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT:

Esta especie se encuentra catalogada como “Preocupación Menor” para su distribución global según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Lucherini, 2016), pues no parece que las poblaciones están disminuyendo de forma alarmante. La tendencia poblacional se considera estable a escala continental y las poblaciones no están severamente fragmentadas (Lema, 2018), aunque numerosos autores señalan una carencia importante de información sobre las dinámicas poblacionales de la especie (Noguera-Urbano *et al.*, 2016). La especie está incluida dentro del apéndice II de CITES (CITES, 2021).

Las principales amenazas para la especie fueron, en el pasado, la caza por sus pieles y el empleo indiscriminado de veneno para el control de sus poblaciones. Actualmente, es perseguido por los pobladores de pueblos aledaños donde habita el zorro, debido a los frecuentes ataques a gallinas o ganados (Mendoza, 2019). Recientemente el caso del popular zorro “RUN RUN” fue uno de los acontecimientos que vislumbra el tráfico ilegal que sufre esta especie, lo cual según Mendoza *et al.* (2014) no sólo constituye un delito contra el ambiente, sino que también evade las normas tributarias aplicadas al comercio, y las regulaciones sanitarias para la movilización de animales en el territorio nacional y áreas de frontera.

Referencias bibliográficas:

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (2021). Andean fox. Recuperado de https://checklist.cites.org/#/en/search/output_layout=alphabetical&level_of_listing=0&show_synonyms=1&show_author=1&show_english=1&show_spanish=1&show_french=1&scientific_name=Lycalopex+culpaeus&page=1&per_page=20

Correa, P., & Roa, A. (2005). Relaciones tróficas entre *Oncifelis guigna*, *Lycalopex culpaeus*, *Lycalopex griseus* y *Tyto alba* en un ambiente fragmentado de la zona central de Chile. *Mastozoología neotropical*, 12(1), 57-60.

Guntiñas-Rosado, M. (2018). El Lobo de Páramo (*Lycalopex culpaeus*): ecología trófica y patrones de abundancia.

Guzmán, J. A., D Elía, G., & Ortiz, J. C. (2009). Variación geográfica del zorro *Lycalopex culpaeus* (Mammalia, Canidae) en Chile: implicaciones taxonómicas. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 421-432.

Guzmán-Sandoval, J., Sielfeld, W., & Ferrú, M. (2007). Dieta de *Lycalopex culpaeus* (Mammalia: Canidae) en el extremo norte de Chile (Región de Tarapacá). *Gayana (Concepción)*, 71(1), 1-7.

Lema, J. G. (2018). *Diagnóstico poblacional del lobo del páramo (Lycalopex culpaeus) para el aprovechamiento turístico en el Parque Nacional Llanganates* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

Lucherini, M. (2016). *Lycalopex culpaeus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T6929A85324366. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T6929A85324366.en>.

Mendoza, P., Cavero, N., & Rynaby, C. (2014). Comercio de Animales Silvestres en la Región de Loreto. 2007-2012. *Wildlife Conservation Society*. 12p.

Mendoza, V. V. E. (2019). Acercamiento al manejo del zorro andino (*Lycalopex culpaeus*) en el altiplano Norte de Bolivia. Análisis arqueozoológicos en los períodos Formativo-Wancarani y Horizonte Medio-Tiwanaku. *Archaeofauna*, 28, 185-196.

Noguera-Urbano, E. A., Ramírez-Chaves, H. E., & Torres-Martínez, M. M. (2016). Análisis geográfico y conservación del zorro andino *Lycalopex culpaeus* (Mammalia, Canidae) en Colombia. *Iheringia. Série Zoologia*, 106.

Zúñiga, A. H., & Fuenzalida, V. (2016). Dieta del zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus* Molina 1782) en un área protegida del sur de Chile. *Mastozoología neotropical*, 23(1), 201-205.

CC I 2019- II Uno de los últimos campos







