

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN UN BOSQUE CON ABUNDANCIA DE NOGAL (*Juglans neotropica* DIELS) EN CHANCHAMAYO / JUNÍN / PERÚ

DIVERSITY AND FLORISTIC COMPOSITION IN AN ABUNDANT FOREST OF WALNUT TREES (*Juglans neotropica* DIELS) IN CHANCHAMAYO / JUNIN / PERU

Juan Carlos Woll^{1,2}, Carlos Reynel^{1,3}, Sonia Palacios Ramos^{1,4}, Rosa María Hermoza^{5,6} y Jorge Mario Chavez^{5,7}

Resumen

La comprensión de la dinámica de los bosques es fundamental para su restauración ecológica. Esto es particularmente importante en aquellos bosques con abundancia de especies de valor comercial, como es el caso de los del género *Juglans*, cuyo conocido efecto alelopático podría tener incidencia en la diversidad de las localizaciones en las que existe. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición florística y diversidad arbórea de un bosque dominado por *Juglans neotropica* Diels, estableciendo una parcela permanente de 100 x 100 m, en el valle de Chanchamayo. En la parcela evaluamos todos los árboles con DAP \geq 10 cm. La parcela presentó 300 individuos, correspondientes a 47 especies en 20 familias. El valor de diversidad alfa de Fisher fue de 15.62 y el del índice Shannon-Wiener de 1.65. Estos valores son notoriamente bajos en comparación con sitios similares, ubicados en bosques premontanos tropicales referidos en el presente trabajo. Debido a la naturaleza alelopática de *J. neotropica*, es posible que esta condición sea determinante para la gran abundancia de esta especie en la parcela y la baja diversidad arbórea identificada. Dado que esta especie se encuentra bajo la categoría casi amenazada (NT), el sitio de estudio es una localización importante para su conservación y la de su acervo genético.

Palabras clave: bosque premontano tropical, parcelas permanentes, diversidad alfa, composición florística, *Juglans neotropica* Diels, alelopatía.

Abstract

Understanding forest dynamics is fundamental to their ecological restoration. This is particularly important in forests rich in species of commercial value, such as those of the *Juglans* genus, which known allelopathic effect could have an impact on the diversity of locations where it exists. The objective of this study was to evaluate the floristic composition and tree diversity of a forest dominated by *Juglans neotropica* Diels, establishing a permanent plot of 100 x 100 m in the Chanchamayo valley. In the plot, all trees were evaluated with DBH \geq 10 cm. The permanent plot presented 300 individuals, which corresponded to 47 species in 20 families. The Fisher's Alpha diversity index value was 15.62, and the Shannon-Wiener index value 1.65. These values are notoriously low in comparison with similar sites located in tropical premontane forests referred to in the present work. Due to the allelopathic nature of *J. neotropica* Diels, it is possible that this condition is a determining factor for the high abundance of this species in the plot and the low tree diversity identified. Since *J. neotropica* Diels is categorized as endangered by IUCN, the area becomes an important location for its conservation and that of its gene pool.

Key words: tropical premontane forest, permanent plots, Alpha diversity, floristic composition, *Juglans neotropica* Diels, allelopathy.

Introducción

A nivel mundial, la gran mayoría de bosques presentan disturbios humanos de diferentes grados, encontrándose en distintas etapas de sucesión. La naturaleza, alcances y temporalidad de estos disturbios influyen en la diversidad biológica de estos bosques; su respuesta ante estos eventos tiene que ver, además, con su ecología y la historia evolutiva de sus especies, así como sus estrategias adaptativas. La necesidad de productos comerciales y la conservación de la biodiversidad es sin duda una problemática vigente que requiere entender la naturaleza dinámica de los

bosques. Entender la dinámica de los bosques a través de un periodo prolongado de tiempo, utilizando parámetros de diversidad y estructura, es fundamental para comprender los mecanismos que llevan a la restauración del bosque (Abbas *et al.*, 2019), así como para la implementación de planes adecuados en el manejo de ecosistemas, particularmente en el caso de bosques tropicales.

Los bosques húmedos de la Selva Central de Perú (Junín, Huánuco y Pasco), pese a haber sido objeto de intervención antrópica por décadas, aún conservan relictos de bosques de alta diversidad de árboles (Antón

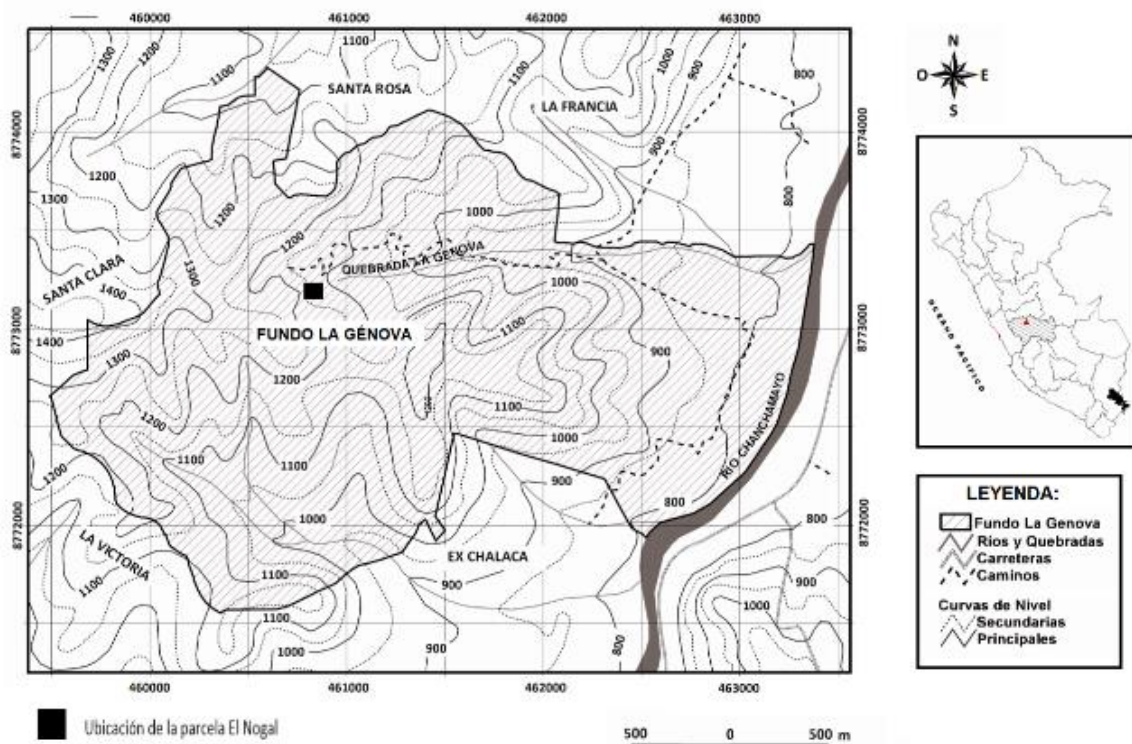


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela de estudio.

& Reynel, 2004; Caro *et al.*, 2004; La Torre-Cuadros *et al.*, 2007; Marcelo-Peña & Reynel, 2014), con un dinamismo heterogéneo principalmente influenciado por las pendientes pronunciadas de los bosques montanos y premontanos que influyen en los valores de mortalidad y reclutamiento de sus especies (Giacomotti & Reynel, 2018; Palacios-Ramos *et al.*, 2018) y en donde pocas especies congregan relativamente el mayor número de árboles (Reynel *et al.*, 2021 Marcelo-Peña & Reynel, 2014; De Rutte & Reynel, 2016). En Chanchamayo (Junín) se ha realizado tala selectiva de especies como *Cedrela fissilis* Vell. “cedro”, *Virola* spp. “cumala”, *Aspidosperma macrocarpon* Mart. “pumaqui”, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer “requia”, *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell “yacushapana” y *Juglans neotropica* Diels “nogal”; sin embargo, el conocimiento sobre los aspectos relacionados a la ecología y el manejo de los recursos del bosque es aún precario (Marcelo-Peña & Reynel, 2014). Adicionalmente, las localizaciones con abundancia natural de especies comerciales valiosas son escasas en la actualidad y están poco documentadas.

El género *Juglans* incluye 20-25 especies y se distribuye en varios países del hemisferio norte y algunos países del hemisferio sur. En el neotrópico la especie *J. neotropica* Diels se encuentra en los Andes de Perú, Ecuador y Bolivia, entre los 1 000 y 3 500 metros sobre el nivel del mar (Toro & Roldán 2018; Vásquez *et al.*, 2018). Desde la antigüedad, estas

plantas han sido conocidas como una fuente de sustancias tóxicas para otro tipo de vegetación (Willis, 2000; Ercisli *et al.*, 2005); sin embargo, sus especies proveen muchos productos como madera, nueces y pigmentos. De las dos especies registradas para Perú, *J. neotropica* Diels, se encuentra bajo la categoría Casi Amenazado (EN, A1acd+2cd) (UICN, 2018) por la reducción de su área de ocupación y la sobreexplotación maderera.

Este estudio pretende medir la diversidad y composición florística existente en una parcela permanente con abundancia de *Juglans neotropica* Diels ubicada en los bosques premontanos del Valle de Chanchamayo para revelar si la abundancia de individuos y especies es similar a la que se observa en áreas establecidas con la misma condición de sitio. Esta información sobre la ecología de la especie es relevante, proyectándose a aspectos como la posibilidad de combinarla con otras en sistemas productivos.

Materiales y métodos

Área de estudio y evaluación de parcelas

El ámbito de estudio está conformado por el bosque húmedo premontano, entre 1 000 – 1 500 msnm, en el valle de Chanchamayo, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín, Perú. El área donde se estableció la parcela permanente se sitúa en el Instituto Regional de Desarrollo (IRD), Fundo La Génova de la Universidad Nacional Agraria

La Molina, ubicado entre las coordenadas UTM 18 L, 459500-463500 m E y 8771500-8774500 m S. De las 300 ha que posee, 40% son bosques húmedos premontanos tropicales en diferentes estados de conservación, siendo menos intervenidos en sus zonas más internas, así como bosques de diferentes edades en las áreas más externas, mezclados con plantaciones forestales y cultivos agrícolas.

La parcela de estudio, denominada “Génova Nogal” y establecida dentro del conjunto de parcelas permanentes levantadas en el ámbito, se encuentra entre las coordenadas UTM 18 L 460666-460803 m E y 8773218-8773339 m S, presenta una temperatura media anual 21.19 °C, precipitación anual 1 679 mm, orientación N-E, gradiente de pendiente 30% y elevación de 1 127 msnm (Figura 1). El suelo es de clase textural franco arenosa, pH 4.88, M.O. 1.49%, CIC 8 meq/100 g. La cobertura vegetal corresponde a un bosque secundario con una historia de uso de suelo de intervención para extracción de especies maderables mayor a 50 años (registro no documentado).

Diseño de muestreo y toma de datos

La parcela forma parte de una red de parcelas establecidas en la zona desde 2003 (Antón & Reynel, 2004; Caro *et al.*, 2004; Reynel & Honorio, 2004; Marcelo-Peña & Reynel, 2014) y mantenidas para estudios vinculados a la dinámica de bosques. La parcela es de una hectárea (100 x100 m) y fue instalada empleando la metodología de la Red Amazónica de Inventarios Forestales-RAINFOR (Phillips *et al.*, 2001). La ubicación de la parcela se escogió debido a su representatividad en una localización con abundancia de la especie *J. neotropica*. Para la evaluación se levantaron 25 subparcelas de 20 x 20 m, relocalizando dos de ellas debido a su posición en zona de derrumbes.

En cada subparcela se codificaron todos los árboles vivos a partir de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m del suelo), se midieron los DAP y la altura total de cada individuo. Se colectaron muestras botánicas de las especies que fueron preparadas y acondicionadas en campo y luego depositadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria – La Molina, Lima. Las muestras fueron identificadas por los dos primeros autores. Se ha seguido el sistema de clasificación por familias del Angiosperm Phylogeny Group (AGP IV, 2016).

Diversidad, composición y estructura

Se calculó la riqueza de especies, o número de especies por hectárea, y la diversidad alfa con el índice Alpha de Fisher (Fisher *et al.*, 1943) y el índice de Shannon – Wiener (De Rutte & Reynel, 2016). Asimismo, se construyó una curva especie-área, utilizando cada subparcela de 20 x 20 m dentro de la parcela permanente para mostrar los valores de riqueza de la parcela de acuerdo al tamaño de la unidad muestral.

Para determinar la composición florística, las especies fueron agrupadas en familias y géneros.

Se calculó el índice de valor de importancia de las especies o IVI (Curtis & Macintosh, 1950, 1951), que expresa los pesos ecológicos de las especies en el bosque, valiéndose de la sumatoria de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de cada especie.

Resultados

Composición florística y diversidad

Se registraron un total de 47 especies, 37 géneros y 20 familias por hectárea. Las Familias más diversas fueron Lauraceae (5 géneros), Malvaceae (5 géneros), Fabaceae (4 géneros), y Moraceae (3 géneros); las otras 16 familias tuvieron menos de 2 géneros. Los géneros más diversos fueron *Ficus* (4 especies) y *Piper* (3 especies), seguidos de *Cecropia*, *Clarisia*, *Nectandra* y *Ocotea* (todas con 2 especies).

El índice Alfa de Fisher fue de 15.62. Este parámetro es útil para comparar la diversidad de bosques, independientemente del área, en muestras de diferentes tamaños (Fisher *et al.*, 1943; Hubbell, 1999; Condit *et al.*, 2005) (Tabla 1). El índice Shannon - Wiener fue de 1.65 reafirmando la baja diversidad.

La curva especie-área tiende a estabilizarse a partir de 0.4 ha del área acumulada, con más del 70% del total de especies registradas en la parcela (Figura 2).

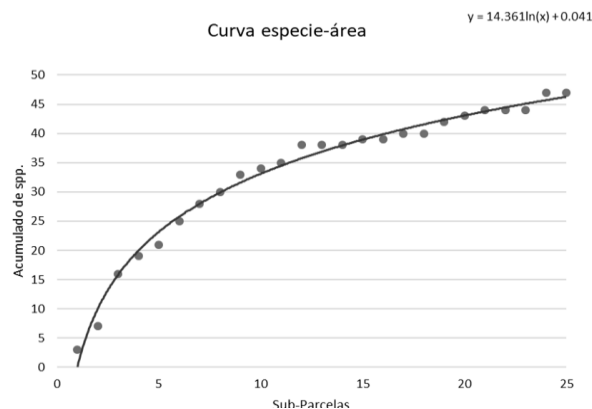


Figura 2. Curva de acumulación especie-área en la parcela evaluada.

Densidad

Se encontraron un total de 300 individuos por hectárea. Las familias más abundantes fueron: Juglandaceae (77 individuos), Urticaceae (50 individuos) y Malvaceae (44 individuos), seguidas por Fabaceae (39 individuos) y Moraceae (30 individuos). Las primeras tres familias concentran 57% del total de individuos. La especie más abundante fue *J. neotropica* Diels (77 individuos) y la segunda *Heliocarpus americanus* L. (32 individuos). Como se puede apreciar, existe una gran diferencia entre el número de individuos de las dos especies más abundantes; a partir de la segunda, el número disminuye a menos de 20 individuos.

Clases diamétricas y área basal

La curva de distribución de individuos por clase diamétrica tiene forma de “j” invertida, propia de bosques primarios (Louman *et al.*, 2001). El 60.87% de los individuos (182 de 300 individuos) presentan diámetros de 10 -20 cm, mientras que sólo 5 individuos del género *Ficus* tuvieron diámetros ≥ 70 cm.

El área basal de la parcela fue de 15 m². Las especies con mayor área basal fueron *J. neotropica* Diels con 4.74 m² y *Ficus insipida* Willd. con 2.54 m², las cuales sumaron 46% del área basal total.

Asimismo, las clases diamétricas para la especie *J. neotropica* Diels mostraron que el 45% de los individuos se concentraron en la clase de entre 10 a 19.99 cm, 21% en las clases de 20 a 29.99 cm y el otro 21% en la de 30 a 39.99 cm (Figura 3).

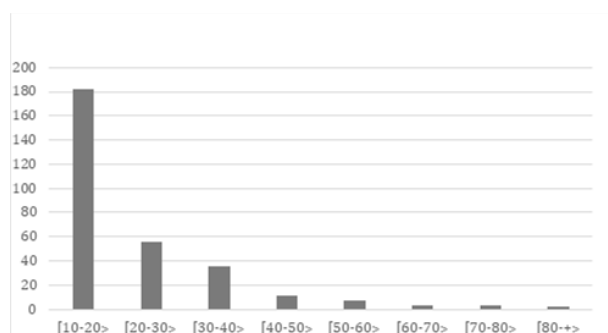


Figura 3. Distribución de individuos por clases diamétricas.

Índice de valor de importancia

La especie más importante fue *J. neotropica* Diels (68.43%), notoriamente distante de las siguientes, *Ficus insipida* Willd. (20.62%), *Inga* sp. (20.03%), *Heliocarpus americanus* L. (19.93%), y *Cecropia membranacea* Trécul (15.65%). La especie *J. neotropica* Diels representó 22.81% del IVI total de las especies registradas en el estudio.

Las familias ecológicamente más importantes fueron Juglandaceae (57.74%) y Moraceae (53.77%).

Discusión

La parcela evaluada es una muestra de un bosque en el estrato premontano tropical con abundancia de *Juglans neotropica* Diels, que presenta una composición florística particularmente distinta a otros sitios en el ámbito. La segunda especie más abundante, *Heliocarpus americanus* L., registra menos de la mitad de individuos que *J. neotropica* Diels, y sólo *Inga* sp., *Cecropia membranacea* Trécul, *Cecropia polystachya* Trécul, *Cousapoa* sp., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Myriocarpa stipitata* Benth superan los 10 individuos por especie. Otros estudios para el estrato premontano señalan que las especies conspicuas son *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, *Guatteria hyposericea* Diels y *Vochysia venulosa*

Warm. (Marcelo-Peña & Reynel, 2014), sin embargo, estas no se registraron en el área de estudio. A nivel de género y familia, la composición de esta parcela también fue notoriamente diferente a otras en áreas aledañas (Antón & Reynel, 2004; Caro *et al.*, 2004, Marcelo-Peña & Reynel, 2014) (Tablas 2 y 3). La cantidad de especies, géneros y familias reportadas fueron notoriamente menores a parcelas permanentes evaluadas en el mismo estrato del ámbito de estudio (Tabla 4). Investigaciones en el bosque premontano señalan a las familias Lauraceae, Moraceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cecropiaceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae como las más importantes en diversidad (Antón & Reynel, 2004; Caro *et al.*, 2004, Marcelo-Peña & Reynel, 2014). Sin embargo, sólo se registraron 3 de éstas como las más diversas en el sitio estudiado, Moraceae, Lauraceae y Fabaceae, además de Malvaceae. Factores ambientales como la topografía, profundidad y fertilidad del suelo pueden influenciar en la composición florística de los bosques (Chao *et al.*, 2008).

La posición de *Heliocarpus americanus*, *Cecropia membranacea* y *Cecropia polystachya* en el IVI podría sugerir que estas especies heliófilas encuentran espacios producto de una condición de intervención antrópica que data de más de 60 años; sin embargo, el dinamismo del bosque podría tener un papel preponderante en la generación de condiciones de sitio que favorecen temporalmente el incremento de número de individuos de éstas especies. Se requiere ampliar los estudios sobre la dinámica del bosque.

Para los bosques tropicales, estudios previos han propuesto que, a escalas locales, la diversidad es el resultado de factores (Ter Steege, 2003) como las condiciones de sitio. Así, por ejemplo, la porosidad del suelo podría incrementar el estrés hídrico y disminuir la diversidad (Esquivel-Muelbert *et al.*, 2017). Es notoria la baja cantidad de individuos, 300 vs. más de 500 individuos, encontrados en parcelas establecidas en bosques similares en el ámbito (Tabla 1); es decir, la densidad de árboles es mucho menor. El área basal, 15 m², es también menor en comparación a otras reportadas para el mismo estrato, que muestran valores entre 18 – 21 m² (De Rutte & Reynel, 2016); esto sugiere que, aunque comparten condiciones ambientales de temperatura y precipitación similares, las condiciones locales son distintas, entre ellas, las características del suelo y de los microorganismos que intervienen en la descomposición de la materia orgánica y aquellos asociados a la disponibilidad de nutrientes para las plantas; aspecto que requieren ser profundizados.

La diversidad de esta área es notoriamente menor a la de otros bosques premontanos evaluados en la zona de estudio (Tabla 1; Marcelo-Peña & Reynel, 2014; De Rutte & Reynel, 2016). Para el ámbito cercano y en el mismo estrato altitudinal, entre 900 y 1 500 msnm, se han reportado altos índices de diversidad (La Torre-

Cuadros *et al.*, 2007; Giacomotti & Reynel, 2018), así como en bosques premontanos en Colombia, donde los valores alfa de Fisher son 4 veces más altos (López & Duque, 2010).

Específicamente, el ámbito de estudio está compuesto por relictos de bosques (Antón & Reynel, 2004), algunos en distintos grados de sucesión ecológica producto de intervenciones antrópicas (Palacios-Ramos *et al.*, 2018; Quintero *et al.*, 2020), una condición que podría considerarse favorable para la dominancia de muy pocas especies, teniendo en cuenta que cuanto más pequeño y fragmentado es el bosque mayor será la posibilidad de dominio local (Ter Steege *et al.*, 2019); sin embargo, aun cuando en los otros sitios del ámbito la abundancia de árboles se concentra en relativamente pocas especies, ninguno presenta valores tan altos como los reportados para *J. neotropica*.

La influencia de el alto número de individuos de *Juglans neotropica* es evidente, y al alcanzar más del 60%, encaja bajo el concepto propuesto de monodominancia (Peh *et al.*, 2011); en donde la supremacía de una especie reduce la diversidad; ésta es una condición relativamente poco común en los diferentes tipos de bosques húmedos tropicales (ter Steege *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2022) y que no se ha reportado para los bosques premontanos de la Selva Central de Perú.

Si bien se ha sugerido que los rodales dominados por una sola especie podrían estar principalmente vinculados a factores edáficos, no es posible generalizar su influencia para los bosques monodominantes (Peh *et al.*, 2011; ter Steege *et al.*, 2019). Aspectos relacionados a los mecanismos de dispersión y hábito gregario, incluso semillas grandes que pueden superar la hojarasca profunda también han sido relacionados con la monodominancia (Peh *et al.*, 2011; Kazmierczak *et al.*, 2016). Las características morfológicas de los frutos y semillas de *J. neotropica* pueden ser considerados para análisis posteriores en esa línea.

Las diferencias en la diversidad podrían deberse a las propiedades alelopáticas del género *Juglans*, que, por sus altos contenidos tánicos, impide el crecimiento de algunos individuos a su alrededor, favoreciendo la conformación de comunidades vegetales compatibles con su presencia, con abundancia de familias como Fabaceae (Toro & Roldán, 2018); y que para el sitio estudiado además incluye a Moraceae y Urticaceae. En especies leñosas la alelopatía es prolongada, las especies perennifolias agregan materia orgánica paulatinamente al suelo, el tiempo de descomposición de la corteza es largo y hay mayor persistencia de los aleloquímicos (Rietveld *et al.*, 1983). El efecto alelopático del género *Juglans* ha sido históricamente reportado (Cook, 1921; Massey, 1925; Schneiderhan, 1927; Davis, 1928; Molisch, 1937; Brooks, 1951; Fregoni & Zion, 1964; Macdaniels & Pinnow, 1976;

Gabriel, 1975; Funk *et al.*, 1979; Melkania, 1984; De Scisciolo *et al.*, 1990; Hejl *et al.*, 1993; Jose & Gillespie, 1998; Willis, 2000), evidenciando su influencia negativa en la diversidad. Los mecanismos que la propician la monodominancia en los bosques húmedos tropicales son el resultado de un conjunto de factores ecológicos integrados; y a pesar de que aún son tema de discusión (Peh *et al.*, 2011; ter Steege *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2022), a la luz de nuestros resultados se podría sugerir que la dominancia de *J. neotropica* Diels está afectando la riqueza específica del sitio.

Los resultados del área de estudio pueden compararse con los de las parcelas permanentes mencionadas en este artículo, ya que se trata del mismo estrato de elevación y la misma zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967). De acuerdo a los objetivos y alcances de la investigación los resultados obtenidos de la parcela han sido comparados con otras parcelas permanentes levantadas en el ámbito de estudio. La especie se ha registrado en cinco de las 20 parcelas de muestreo establecidas entre los 900 y los 1 200 msnm y en una parcela ubicada sobre los 2 000 msnm; en todos los casos no alcanza el 1% de la abundancia relativa con excepción de un área en donde los 11 individuos presentes representan apenas en 2%. Estudios anteriores confirman también que pertenecen esencialmente al mismo ensamblaje de flora (Marcelo-Peña & Reynel, 2014). En ese contexto, son relevantes nuestros resultados, que muestran condiciones florísticas particulares que requieren ser consideradas en la perspectiva del manejo y conservación de los bosques premontanos de la Selva Central de Perú en la medida que contienen a una especie económicamente importante.

Conclusiones

La parcela evaluada muestra una clara dominancia de la especie *Juglans neotropica* Diels y valores de diversidad de especies y densidad de individuos arbóreos notoriamente bajos, comparada con otros bosques premontanos evaluados a la misma elevación y en el mismo ámbito. Si bien la condición alelopática del género *Juglans* sugiere razonablemente que dicha característica puede haber sido determinante de los bajos valores de diversidad y densidad arbórea hallados, se requieren más estudios específicos sobre la especie, su efecto en el suelo y la vegetación circundante, y su impacto sobre la dinámica del bosque en el mediano y largo plazo.

El sitio de estudio constituye una muestra valiosa de un área natural con predominio de la especie mencionada, la cual por su valor maderable es actualmente muy escasa en el ámbito de estudio. Por lo tanto, la parcela representa no solamente un área valiosa para la investigación, sino también un espacio para la conservación del germoplasma de la especie..

Agradecimientos

Los autores agradecen a todo el personal del Círculo de Investigación DINAFOR por su colaboración durante las fases de campo y gabinete. Esta investigación ha sido financiada por Cienciactiva / CONCYTEC / Perú, Contrato 027-2016-FONDECYT.

Literatura citada

- Abbas S., Nichol J.E., Zhang J. & Fischer G.A. 2019. The accumulation of species and recovery of species composition along a 70 year succession in a tropical secondary forest. *Ecological Indicators*, 106: 105524. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105524.
- AGP IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1): 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385.
- Antón D. & Reynel C. (Eds). 2004. Relictos de bosques de excepcional diversidad en los andes centrales del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. <http://cdc.lamolina.edu.pe/treediversity/Relictos%20de%20bosques1.pdf>.
- Araújo I., Morandi P.S., Müller A.O., Mariano L.H., Alvarez F., Vieira da Silva I., Marimon B.H. Jr. & Marimon B.S. 2022. Leaf functional traits and monodominance in Southern Amazonian tropical forests. *Plant Ecology*, 223, 185–200. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01201-w>.
- Brooks M. 1951. Effect of black walnut trees and their products on other vegetation. West Virginia University Agricultural Experiment Station. Bulletin 347. West Virginia University, Morgantown. https://researchrepository.wvu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1348&context=vv_agricultural_and_forestry_experiment_station_bulletins.
- Caro S., Reynel C. & Antón D. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de ladera de colinas en bosque premontano: Fundo Génova UNALM, Valle de Chanchamayo, 1000–1500 msnm. *En: Antón D. & Reynel C. (eds.). Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes centrales del Perú.* 187-220. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima. <http://cdc.lamolina.edu.pe/treediversity/Relictos%20de%20bosques1.pdf>.
- Chao K.J., Phillips O.L., Gloor E., Monteagudo A., Torres-Lezama A. & Martinez R.V. 2008. Growth and wood density predict tree mortality in Amazon forests. *Journal of Ecology*, 96(2): 281–292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01343.x>.
- Condit R., Ashton P., Balslev H., Brokaw N., Bunyavejchewin S., Chuyong G., Co L., Dattaraja H.S., Davies S., Esufali S., Ewango C.E.N., Foster R., Gunatilleke N., Gunatilleke S., Hernandez C., Hubbell S., John R., Kenfack D., Kiratiprayoon S., Hall P., Hart T., Itoh A., Lafrankie J., Liengola I., Lagunzad D., Lao S., Losos E., Magard E., Makana J., Manokaran N., Navarrete H., Mohammed Nur S., Okhubo T., Pérez R., Samper C., Hua Seng L., Sukumar R., Svenning J.C., Tan S., Thomas D., Thompson J., Vallejo M., Villa G., Valencia R., Yamakura T. & Zimmerman J. 2005. Tropical tree a-diversity: Results from a worldwide network of large plots. *Biologiske Skrifter*, 55: 565-582. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/6901/Condit_Ashton_et_al_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cook M. 1921. Wilting caused by walnut trees. *Phytopath.*, 11: 346.
- Curtis J.T. & McIntosh R.P. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3): 476-496. DOI: 10.2307/1931725.
- Curtis J.T. & McIntosh R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31(3): 434- 455. DOI: 10.2307/1931497.
- Davis E.F. 1928. The toxic principle of *Juglans nigra* as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants. *American Journal of Botany*, 15: 620.
- De Rutte J. & Reynel C. 2016. Composición y diversidad arbórea en la cumbre del bosque montano nublado Puyu Sacha, Chanchamayo, Dp. De Junín, Perú. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Imprenta Bellido. Lima.
- De Scisciolo B., Leopold D.J. & Walton D.C. 1990. Seasonal patterns of juglone in soil beneath *Juglans nigra* (black walnut) and influence of *J. nigra* on understory vegetation. *Journal of Chemical Ecology*, 16: 1111–1130. DOI: 10.1007/BF01021015.
- Ercisli S., Esitken A., Turkkal C. & Orhan E. 2005. The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extract on yield, growth, chemical and PNE composition of strawberry cv. Fern. *Plant Soil Environment*, 51(6): 283-287. DOI: 10.17221/3587-PSE.
- Esquivel-Muelbert A., Baker T.R., Dexter K.G., Lewis S.L., Dexter K., Lewis S.L., *et al.* 65 & Phillips O.L. 2017. Seasonal drought limits tree species across the Neotropics. *Ecography*, 40(5): 618-629. DOI: 10.1111/ecog.01904.
- Fisher R.A., Steven A. & Williams C.B. 1943. The Relation Between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal Population. *Journal of Animal Ecology*, 12(1): 42-58. DOI: 10.2307/1411.
- Fregoni M. & Zioni E. 1964. Contributo allo studio di due cultivar di noce della Val Borbera (Alessandria). *Annali della Facoltà di Agraria. Università Cattolica del Sacro Cuore* 4: 286–94.
- Funk D.T., Case P.J., Rietveld W.J. & Phares R.E. 1979. Effects of Juglone on the Growth of Coniferous Seedlings. *Forest Science*, 25(3): 452-454. DOI: 10.1093/forestscience/25.3.452.

- Gabriel W.J. 1975. Allelopathic effects of black walnut on white birches. *Journal of Forestry*, 73(4): 234–237. DOI: 10.1093/jof/73.4.234. Hejl A.A.M., Einhellig F.A. & Rasmussen J.A. 1993. Effects of juglone on growth, photosynthesis, and respiration. *Journal of Chemical Ecology*, 19: 559–568 DOI: 10.1007/BF00994325.
- Giacomotti J. & Reynel C. 2018. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque secundario tardío del valle de Chanchamayo, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 33(1): 42–51. DOI: 10.21704/rfp.v33i1.1154.
- Holdridge L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San Jose. http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/holdridge_1966_-_life_zone_ecology.pdf.
- Hubbell S.P., Foster R.B., O'Brien S.T., Harms K.E., Condit R., Wechsler B., Wright S.J. & de Lao S.L. 1999. Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical Forest. *Science*, 283(5401): 554–557. DOI: 10.1126/science.283.5401.554.
- Jose S. & Gillespie A.R. 1998. Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. II. Effects of juglone on hydroponically grown corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) growth and physiology. *Plant and Soil* 203: 199–206. DOI: 10.1023/A:1004353326835.
- Kazmierczak M., Backmann P., Fedriani J.M., Fischer R., Hartmann A.K., Huth A., May F., Müller M.S., Taubert F., Grimm V. & Groeneveld J. 2016. Monodominance in tropical forests: modelling reveals emerging clusters and phase transitions. *Journal of the Royal Society Interface*, 13(117): 20160123. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2016.0123>
- La Torre-Cuadros M.Á., Herrando-Pérez S. & Young K.R. 2007. Diversity and structural patterns for tropical montane and premontane forests of central Peru, with an assessment of the use of higher-taxonomic surrogacy. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2965–2988. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9155-9>
- López W. & Duque Á. 2010. Patrones de diversidad alfa en res fragmentos de bosques montanos em la región norte de los Andes, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 58(1): 483-498. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100034.
- Louman B., Quirós D. & Nilsson M. (Eds). 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/11554/3971/1/Silvicultura_de_bosques.pdf.
- Macdaniels L. H & Pinnow D. L. 1976. Walnut toxicity, an unsolved problem. *Annual Report of the Northern Nut Growers Association*, 67:114–122.
- Marcelo-Peña 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. DOI: 10.1590/S2175-78602014000100003.
- Massey A.B. 1925 Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra* L. and *J. cinerea* L.) in certain plant associations. *Phytopathology*, 15: 773–784.
- Melkania N.P. 1984. Influence of leaf leachetes of certain woody species on agricultural crops. *Indian Journal of Ecology*, 11: 82–86.
- Molisch H. 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die Andere, Allelopathie. Gustav Fischer. Jena.
- Palacios-Ramos S., Montenegro R., Linares-Palomino L. & Reynel C. 2018. Forest dynamics of a sub-xeophyllous vegetation formation in central Peru - Chanchamayo valley, Peru. *Revista Árvores*, 42(6): e420603. DOI: 10.1590/1806-90882018000600003.
- Peh K.S.-H., Sonke B., Lloyd J., Quesada C.A. & Lewis S.L. 2011. Soil does not explain monodominance in a Central African tropical forest. *PLoS ONE*, 6(2): e16996. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016996>.
- Phillips O., Baker T., Feldpausch T. & Brienen R. 2001. Manual de campo para la remediación y establecimientos de parcelas. RAINFOR. http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf.
- Quintero F., Cáceres B, Reynel C., Fernandez-Hilario, R., Wong A., Chávez J. & Palacios S. 2020. Tiempos de recomposición de la diversidad arbórea a lo largo de la sucesión vegetal en los bosques del valle de Chanchamayo / Junín / Perú. *Ecología Aplicada*, 19(2): 111-120. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1562>.
- Reynel C. & Honorio E. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de ladera de bosque montano: Pichita, valle de Chanchamayo, 2000–2500 msnm. *En: Antón D. & Reynel C. (eds.). Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes centrales del Perú*. 45-98. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima. <http://cdc.lamolina.edu.pe/treediversity/Relictos%20de%20bosques1.pdf>.
- Reynel C., Fernandez-Hilario R., Quintero F., Cáceres B. & Palacios-Ramos S. 2021. Número de especies en función del diámetro mínimo evaluado en bosques montanos y premontanos de la selva central del Perú. *Ecología Aplicada*, 20(1): 35-51. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i1.1689>.
- Rietveld W.J. 1983. Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. *Journal of Chemical Ecology*, 9(2), 295-308. DOI: 10.1007/bf00988047.
- Schneiderhan F.J. 1927. The black walnut (*Juglans nigra* L.) as a cause of death of apple trees. *Phytopathology*, 17: 529-540.
- Ter Steege H., Henkel T.W., Helal N. *et al.* 187 & Melgaço K. 2019. Rarity of monodominance in hyperdiverse Amazonian forests. *Scientific Report*, 9: 13822. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50323-9>.
- Ter Steege, H., Pitman N., Sabatier D., Castellanos H., van der Hout P., Daly D.C., Silveira M., Phillips O., Vasquez R., Van Andel T., Duivenvoorden J., Adalardo De Oliveira, Ek R., Lilwah R., Thomas R., Van Essen J., Baider C., Maas P., Mori S., Terborgh J., Núñez P., Mogollón H. & Morawetz W. 2003. A spatial model of tree alpha-diversity and tree density for the Amazon. *Biodiversity & Conservation*, 12(11): 2255-2277. <https://doi.org/10.1023/A:1024593414624>.
- Toro E. & Roldan I. 2018. Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1): e2411560. DOI: 10.21829/myb.2018.2411560.

- UICN. 1998. *Juglans neotropica* Diels. The IUCN Red List of Threatened Species, 1998: e.T32078A9672729. IUCN: Americas Regional Workshop Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996. DOI: 10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32078A9672729.en.
- Vásquez R., Rojas R., Monteagudo A.L., Valenzuela L. & Huamantupa I. 2018. Catálogo de los Árboles del Perú. Revista Q'euña, 9(Número Especial). ISBN: 2412-2297. CCSD Center for Conservation and Sustainable Development / Missouri Botanical Garden. Cusco / Perú. https://www.researchgate.net/publication/326096419_Catalogo_de_los_Arboles_del_Peru.
- Willis R.J. 2000. *Juglans* spp., juglone and allelopathy. *Allelopathy journal*, 7(1): 1-55. [https://www.allelopathyjournal.com/Journal_Articles/AJ%207%20\(1\)%20January,%202000%20\(1-55\).pdf](https://www.allelopathyjournal.com/Journal_Articles/AJ%207%20(1)%20January,%202000%20(1-55).pdf).

Tabla 1. Índice de Valor de Importancia (IVI).

N°	Especie	IVI	N Ind.	AR (%)	AB (m2)	DR (%)	Frec.	FR (%)
1	<i>Juglans neotropica</i>	68.43	77	25.7	4.74	29.94	20	12.82
2	<i>Ficus insipida</i>	20.62	6	2.0	2.54	16.06	4	2.56
3	<i>Inga</i> sp.1	20.03	26	8.7	0.78	4.95	10	6.41
4	<i>Heliocarpus americanus</i>	19.93	32	10.7	0.45	2.85	10	6.41
5	<i>Cecropia membranacea</i>	15.65	12	4.0	0.83	5.24	10	6.41
6	<i>Ficus guianensis</i>	12.49	8	2.7	0.95	5.98	6	3.85
7	<i>Myriocarpa stipitata</i>	11.84	14	4.7	0.32	2.05	8	5.13
8	<i>Coussapoa</i> sp.1	11.26	12	4.0	0.64	4.05	5	3.21
9	<i>Guarea guidonia</i>	10.47	10	3.3	0.52	3.29	6	3.85
10	<i>Cecropia polystachya</i>	10.08	12	4.0	0.45	2.87	5	3.21
11	<i>Senegalia poliphylla</i>	9.50	8	2.7	0.37	2.34	7	4.49
12	<i>Ficus paraensis</i>	8.79	4	1.3	0.88	5.53	3	1.92
13	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8.53	6	2.0	0.63	3.96	4	2.56
14	<i>Trophis caucana</i>	7.36	8	2.7	0.13	0.85	6	3.85
15	<i>Erythrina ulei</i>	5.02	4	1.3	0.18	1.12	4	2.56
16	<i>Margaritaria nobilis</i>	4.27	4	1.3	0.06	0.37	4	2.56
17	<i>Sterculia frondosa</i>	3.53	4	1.3	0.15	0.92	2	1.28
18	<i>Citrus aurantium</i>	3.35	3	1.0	0.07	0.42	3	1.92
19	<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i>	3.25	3	1.0	0.05	0.33	3	1.92
20	<i>Nectandra pulverulenta</i>	3.20	3	1.0	0.04	0.28	3	1.92
21	<i>Cordia alliodora</i>	3.09	4	1.3	0.08	0.47	2	1.28
22	<i>Piper hispidum</i>	2.95	4	1.3	0.05	0.34	2	1.28
23	<i>Ocotea</i> sp.1	2.40	2	0.7	0.07	0.45	2	1.28
24	<i>Ocotea olivacea</i>	2.38	2	0.7	0.07	0.43	2	1.28
25	<i>Cestrum auraliculatum</i>	2.30	2	0.7	0.06	0.35	2	1.28
26	<i>Clarisia biflora</i>	2.29	2	0.7	0.05	0.34	2	1.28
27	<i>Neea floribunda</i>	2.19	4	1.3	0.03	0.21	1	0.64
28	<i>Endlicheria bracteata</i>	1.66	1	0.3	0.11	0.69	1	0.64
29	<i>Phyllanthus niruri</i>	1.62	2	0.7	0.05	0.32	1	0.64
30	<i>Ochroma pyramidale</i>	1.61	1	0.3	0.10	0.63	1	0.64
31	<i>Nectandra longifolia</i>	1.60	2	0.7	0.05	0.29	1	0.64
32	<i>Mangifera indica</i>	1.57	2	0.7	0.04	0.26	1	0.64
33	<i>Indeterminada</i> sp.2	1.54	1	0.3	0.09	0.56	1	0.64
34	<i>Piper reticulatum</i>	1.43	2	0.7	0.02	0.12	1	0.64
35	<i>Otoba parvifolia</i>	1.13	1	0.3	0.03	0.16	1	0.64
36	<i>Indeterminada</i> sp.1	1.13	1	0.3	0.02	0.16	1	0.64
37	<i>Trema micrantha</i>	1.10	1	0.3	0.02	0.13	1	0.64
38	<i>Persea</i> cf <i>caerulea</i>	1.06	1	0.3	0.01	0.09	1	0.64
39	<i>Alchornea triplinervia</i>	1.06	1	0.3	0.01	0.08	1	0.64
40	<i>Campomanesia speciosa</i>	1.06	1	0.3	0.01	0.08	1	0.64
41	<i>Triplaris poeppigiana</i>	1.06	1	0.3	0.01	0.08	1	0.64
42	<i>Senna</i> sp.1	1.05	1	0.3	0.01	0.07	1	0.64
43	<i>Ficus maxima</i>	1.04	1	0.3	0.01	0.07	1	0.64
44	<i>Pseudobombax munguba</i>	1.03	1	0.3	0.01	0.06	1	0.64
45	<i>Clarisia racemosa</i>	1.03	1	0.3	0.01	0.05	1	0.64

N°	Especie	IVI	N Ind.	AR (%)	AB (m ²)	DR (%)	Frec.	FR (%)
46	<i>Viola calophylla</i>	1.03	1	0.3	0.01	0.05	1	0.64
47	<i>Piper heterophyllum</i>	1.03	1	0.3	0.01	0.05	1	0.64
TOTALES		300	300	100	15.83	100	156	100

IVI (Absoluto) = AR + DR + FR, N Ind. = número de individuos, AR = abundancia relativa, AB = área basal, DR = dominancia relativa, Frec. = frecuencia absoluta, FR = frecuencia relativa.

Tabla 2. Familias más abundantes en parcelas permanentes en bosques premontanos de la Selva Central (La Merced y Satipo) (Marcelo-Peña & Reynel, 2014), incluyendo la parcela evaluada en el presente estudio “Génova-Nogal”. Todas son parcelas de 1 ha, con árboles de DAP \geq 10 cm.

Familias	Presente estudio	P-GC	P-GL	P-ST	P-MTL
Juglandaceae	77	0	0	0	0
Urticaceae	50	6	8	4	6
Malvaceae	40	6	5	1	5
Fabaceae	39	7	9	11	11
Moraceae	30	12	10	20	6
Lauraceae	14	14	10	11	4
Meliaceae	10	4	5	2	5
Piperaceae	7	0	2	0	0
Phyllantaceae	6	0	0	0	0
Boraginaceae	4	0	0	0	0
Rubiaceae	0	7	4	3	10
Melastomataceae	0	4	0	7	5
Euphorbiaceae	1	4	3	7	9
Clusiaceae	0	4	2	2	3
Cecropiaceae	0			92	

P-GC = Génova cumbre, P-GL = Génova ladera, P-ST = Santa Teresa Bosque Secundario, P-MTL = Microcuenca el Tirol Ladera.

Tabla 3. Géneros más abundantes hallados en parcelas permanentes en bosques premontanos de Selva Central (La Merced y Satipo) (Marcelo-Peña & Reynel, 2014), incluyendo la parcela evaluada en el presente estudio. Todas son parcelas de 1 ha, con árboles de DAP \geq 10 cm.

Géneros	Presente estudio	P-GC	P-GL	P-ST	P-MTL
<i>Juglans</i>	77	0	0	0	0
<i>Heliocarpus</i>	32	2	2	0	3
<i>Inga</i>	26	6	8	5	6
<i>Cecropia</i>	24	4	4	2	3
<i>Ficus</i>	19	4	3	10	4
<i>Myriocarpa</i>	14	11	0	0	0
<i>Coussapoa</i>	12	7	0	0	1
<i>Guarea</i>	10	6	2	0	2
<i>Trophis</i>	8	25	13	0	25
<i>Senegalia</i>	8	0	0	0	0
<i>Ocotea</i>	4	7	2	8	3
<i>Nectandra</i>	5	3	2	1	2
<i>Miconia</i>	0	0	0	6	3
<i>Myrsine</i>	0	1	0	2	2
<i>Allophylus</i>	0	3	2	1	1
<i>Alchornea</i>	1	1	1	2	2
<i>Virola</i>	1	1	1	3	1

P-GC = Génova cumbre, P-GL = Génova ladera, Santa Teresa Bosque Secundario, P-TL = Microcuenca el Tirol Ladera.

Tabla 4. Diversidad hallada en parcelas permanentes en bosques premontanos de Selva central (La Merced y Satipo) (Marcelo-Peña & Reynel, 2014), incluyendo la parcela de estudio evaluada. Todas son parcelas de 1 ha, con árboles de $DAP \geq 10$ cm.

	Presente estudio	P-GC	P-GL	P-ST	P-MTL
N° individuos	300	505	353	775	473
N° especies	47	121	90	102	124
N° géneros	37	83	55	67	90
N° familias	20	39	28	37	40
Índice de Fisher	15.62	51.10	39	31	54
Elevación (msnm)	1 127	1 150	1 075	1 090	1 150

P-GC = Génova cumbre, P-GL = Génova ladera, Santa Teresa Bosque Secundario, P-MTL = Irocuencia el Tirol Ladera.

¹ Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales / UNALM. Lima / Perú.

2 ORCID: 0000-0002-1690-5854. jcwoll5@gmail.com.

3 ORCID: 0000-0002-6173-9023. reynel@lamolina.edu.pe.

4 ORCID: 0000-0003-0325-6047. soniapalacios@lamolina.edu.pe.

5 Departamento de Manejo Foresta / Facultad de Ciencias Forestales / UNALM. Lima / Perú.

6 ORCID: 0000-0002-6430-2302. rosamaria@lamolina.edu.pe.

7 ORCID: 0000-0002-5070-9638. jmchavez@lamolina.edu.pe.