

COMUNIDADES VEGETALES DETERMINADAS POR PARÁMETROS DE CLIMA Y SUELO EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL VALLE DE CHANCHAMAYO, PERÚ

**Carlo Eduardo REYES GRANDE^{1*}, Carlos Augusto REYNEL RODRIGUEZ¹,
Sonia Cesarina PALACIOS RAMOS¹, Johnny Fortunato HUAMANI UNOC²**

¹ Herbario Forestal. Departamento Académico de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, La Molina, Lima-Perú.

² Unidad de Evaluación y Monitoreo Forestal. Departamento Académico de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, Lima, Perú.

* Correo electrónico: carloreyes@lamolina.edu.pe

RESUMEN

La comprensión de los factores que determinan la distribución de las comunidades vegetales permite identificar cómo los gradientes de clima y suelo influyen en la presencia y abundancia de especies. En el presente trabajo se identificaron parámetros ambientales que determinan la distribución de especies a lo largo de un gradiente altitudinal en el valle de Chanchamayo. Mediante técnicas de ordenación y clasificación, se analizaron doce parcelas permanentes de 1 ha conforme a las afinidades de las especies hacia parámetros de clima y suelo. Los resultados revelaron tres comunidades vegetales diferenciadas y regidas principalmente por parámetros de altitud (m s.n.m.), radiación solar ($\text{kJ m}^{-2} \text{día}^{-1}$), y Al^{+3}H^+ o acidez intercambiable (meq/ 100 g). Este patrón confirma que, a escalas más locales, los factores topográficos y edáficos son determinantes en el ensamblaje de especies.

PALABRAS CLAVE: Bosque montano, bosque premontano, parcelas permanentes

PLANT COMMUNITIES DETERMINED BY CLIMATE AND SOIL PARAMETERS ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT IN THE CHANCHAMAYO VALLEY, PERU

ABSTRACT

Understanding the factors that determine the distribution of plant communities allows us to identify how climate and soil gradients influence the presence and abundance of species. In this paper environmental parameters that determine species distribution along an altitudinal gradient were identified in the Chanchamayo valley. Using ordination and classification techniques, twelve 1 ha permanent plots were analyzed according to species affinities with climate and soil parameters. The results revealed three distinct plant communities, primarily governed by altitude (m a.s.l.), solar radiation ($\text{kJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$), and exchangeable acidity (Al^{3+}H^+ , meq/100 g). This pattern confirms that, at more local scales, topographic.

KEYWORDS: Montane forest, premontane forest, forest plots

INTRODUCCIÓN

Una comunidad vegetal se define como un ensamblaje de especies que coexisten en un mismo hábitat y cuya composición responde a condiciones ambientales específicas (Braun-Blanquet, 1932; Whittaker, 1972). En los últimos años, se han incluido procesos complejos, como el ciclo de nutrientes, la captura de energía, e interacciones tróficas, que permiten una alineación desde biomas globales hasta comunidades vegetales locales (Willner & Faber-Langendoen, 2021; Faber-Langendoen, 2025; Navarro *et al.*, 2023).

La comprensión de los factores que determinan la distribución de las comunidades vegetales requiere del uso de técnicas estadísticas de ordenación y clasificación que permiten identificar cómo los gradientes de clima y suelo influyen en la presencia y abundancia de especies (Legendre & Legendre, 2012).

Otros indicadores ecológicos como el índice de Valor de Importancia (IVI) son utilizados complementariamente (Curtis & McIntosh, 1951). A escalas regionales o globales, la distribución de especies suele estar limitada por parámetros climáticos como temperatura y precipitación que modifican las propiedades edáficas y, en consecuencia, la disponibilidad de nutrientes (Arenas *et al.*, 2020). Mientras que, a escalas locales los factores edáficos y topográficos toman mayor relevancia (de Bello, 2013).

El valle de Chanchamayo presenta un gradiente altitudinal que abarca bosques premontanos y montanos, convirtiéndolo en un laboratorio natural para el estudio de respuestas vegetales a cambios ambientales. Su flora ha sido documentada mediante el monitoreo de las parcelas permanentes administradas por el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOLF), perteneciente a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La información

dasométrica y botánica recopilada es de libre acceso a través de la plataforma ForestPlots (Lopez *et al.*, 2011). Recientes descripciones y registros de especies resaltan su valor para la conservación (Reynel *et al.*, 2023). Sin embargo, desde 2000 hasta la actualidad se ha reportado en el valle una pérdida de 3500 hectáreas de cobertura, acrecentándose como una seria amenaza para la biodiversidad de los bosques (Global Forest Watch, 2025). Pese a ello, no existen estudios que integren parámetros de clima y suelo que expliquen cómo las especies responden al entorno, limitando las acciones en favor de su conservación.

El objetivo de la presente investigación es identificar los parámetros ambientales que determinan la distribución de especies leñosas a lo largo de un gradiente altitudinal en el valle de Chanchamayo mediante análisis de ordenación y clasificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las doce parcelas permanentes analizadas (Tabla 1) abarcan una extensión de 1 hectárea. Se ubican en dos áreas de la provincia de Chanchamayo (Fundo Génova del Instituto Regional de Desarrollo Selva (IRDS), y Concesión Privada para Conservación (CPC) Puyu Sacha; y una de Satipo (Santa Teresa, IRDS), todas en el departamento de Junín (Figura 1).

El gradiente altitudinal comprende dos estratos: premontano (800 – 1500 m s.n.m.) y montano (1500 – 3000 m s.n.m.). Las parcelas permanentes fueron implementadas y evaluadas conforme a la metodología estandarizada por RAINFOR – The Amazon Forest Inventory Network (Phillips *et al.*, 2016).

Se tomaron muestras de suelo de acuerdo con lo estipulado por Soil Science Division Staff (2017), y fueron analizadas por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agro-

Tabla 1. Lista de parcelas permanentes analizadas.

Localidad	Denominación	Código	Coordinada X	Coordinada Y	Zona UTM	Altitud (m s.n.m.)	Zona de vida
IRDS Fundo Génova	Génova Bosque Secundario 2	GS2	461555	8773723	18	1040	
	Génova Bosque Secundario Tardío 2	GBST2	460947	8772688	18	1158	Bosque húmedo – Premontano Tropical (bh-PT)
	Génova Bosque Terraza 1	GS	460545	8772506	18	1150	
	Génova Cumbre	GC	461821	8772580	18	1150	
CPC Puyu Sacha	Génova Ladera	GL	461983	8772505	18	1075	
	Puyu Sacha Ladera	PL	453050	8773950	18	2100	
	Puyu Sacha Ladera 2	PL2	453373	8773935	18	2078	Bosque muy húmedo – Montano Bajo Tropical (bmh-MBT)
	Puyu Sacha Montano Alto	PA	451870	8772223	18	2770	
	Puyu Sacha Plataforma	PPLT	451289	8773480	18	2228	
IRDS Fundo Santa Teresa	Puyu Sacha Ribera	PR	452425	8774515	18	2275	
	Santa Teresa Bosque Primario Intervenido	SPI	538044	8765986	18	940	Bosque húmedo – Premontano Tropical (bh-PT)
	Santa Teresa Bosque Secundario Tardío	SST	537375	8765142	18	990	

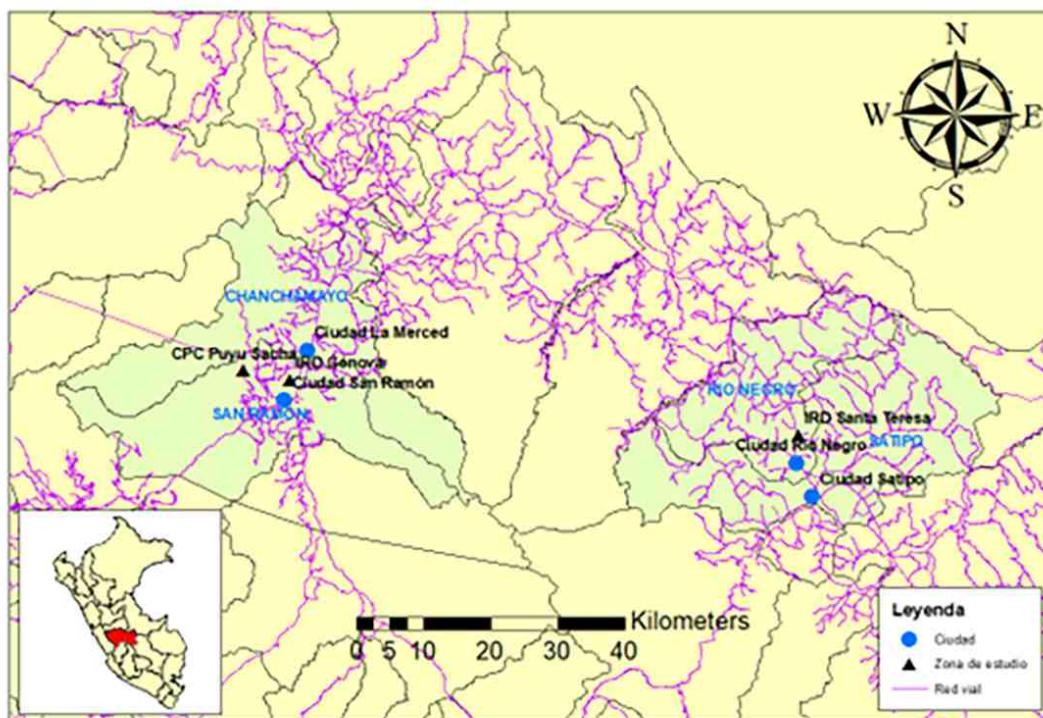


Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de estudio.

nomía, perteneciente a la UNALM. La información climática provino de WorldClim (Fick & Hijmans, 2017) con base en promedios del período 1970-2000, a una resolución espacial de 1 km, y fue demarcada en función de la ubicación geográfica del área de estudio.

El análisis estadístico se realizó en el software R (R Core Team, 2022) a través del paquete vegan (Oksanen *et al.*, 2022). Primero se eliminaron parámetros redundantes mediante correlaciones. Después un Análisis de Componentes Principales (ACP) seleccionó los parámetros con mayor aporte a la varianza. Posteriormente, un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) reconoció agrupaciones florísticas y cercanías entre parcelas permanentes (Figura 2). Sobre estos resultados preliminares, se proyectaron los parámetros

ambientales relevantes, representados como vectores que señalen direcciones e intensidades de las afinidades de los grupos de plantas (Figura 3).

El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) cuantificó la afinidad de las especies hacia los parámetros ambientales a través de los puntajes revelados en los ejes canónicos (Figura 4). El orden de inclusión se estableció mediante selección progresiva por permutaciones, bajo la condición de maximizar la varianza en el modelo. Los parámetros considerados en el modelo definitivo fueron altitud (m), radiación solar ($\text{kJ m}^{-2}\text{.día}^{-1}$), Al^{+3}H^+ o acidez intercambiable (meq/ 100 g), materia orgánica (%), Ca^{+2} (meq/ 100 g), y precipitación anual (mm), y alcanzaron a explicar el 60 % de la varianza. Pruebas de significancia validaron

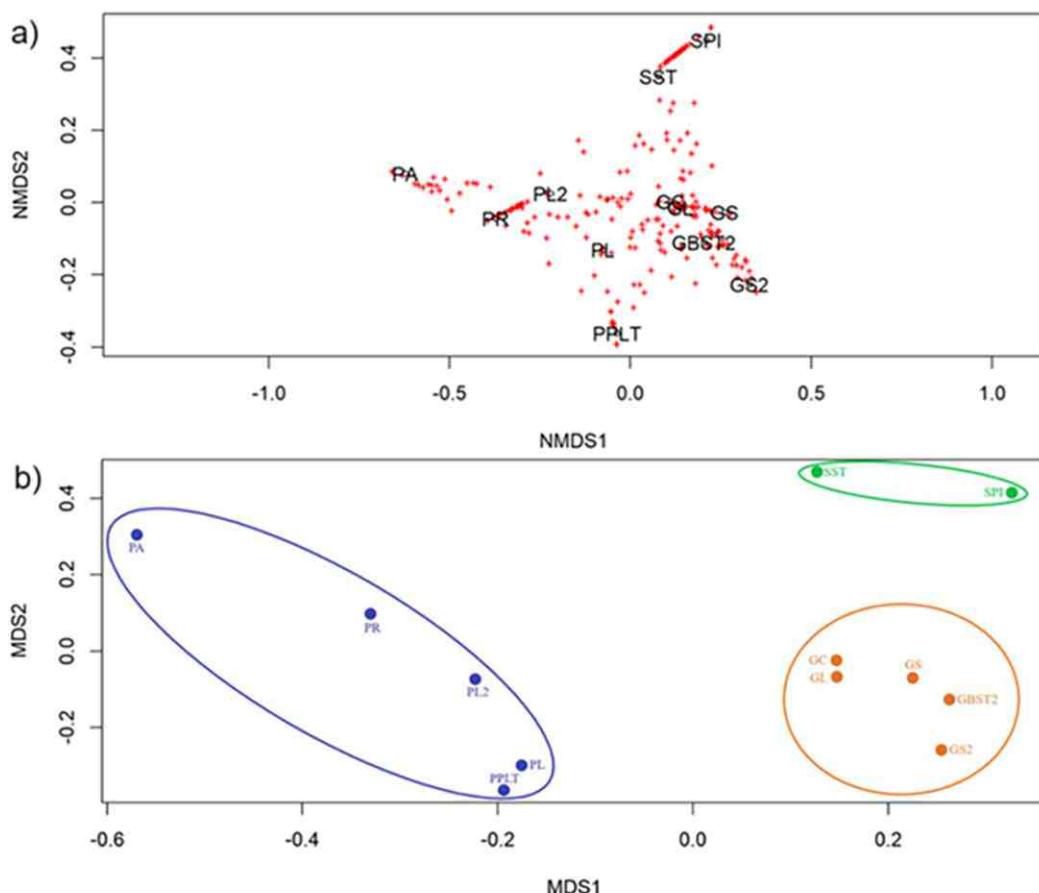


Figura 2. a) EMNM de las especies comprendidas en las gradientes. b) Reconocimiento de patrones entre parcelas permanentes.

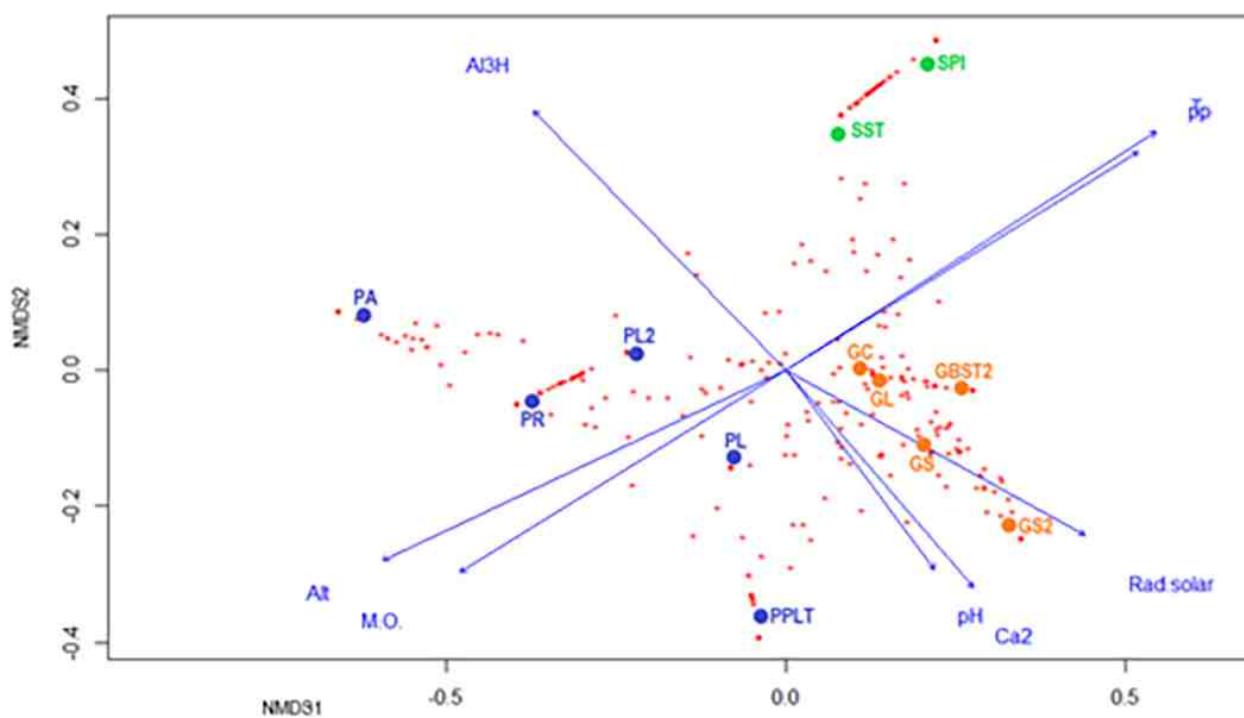


Figura 3. Transposición de parámetros y patrones de especies.

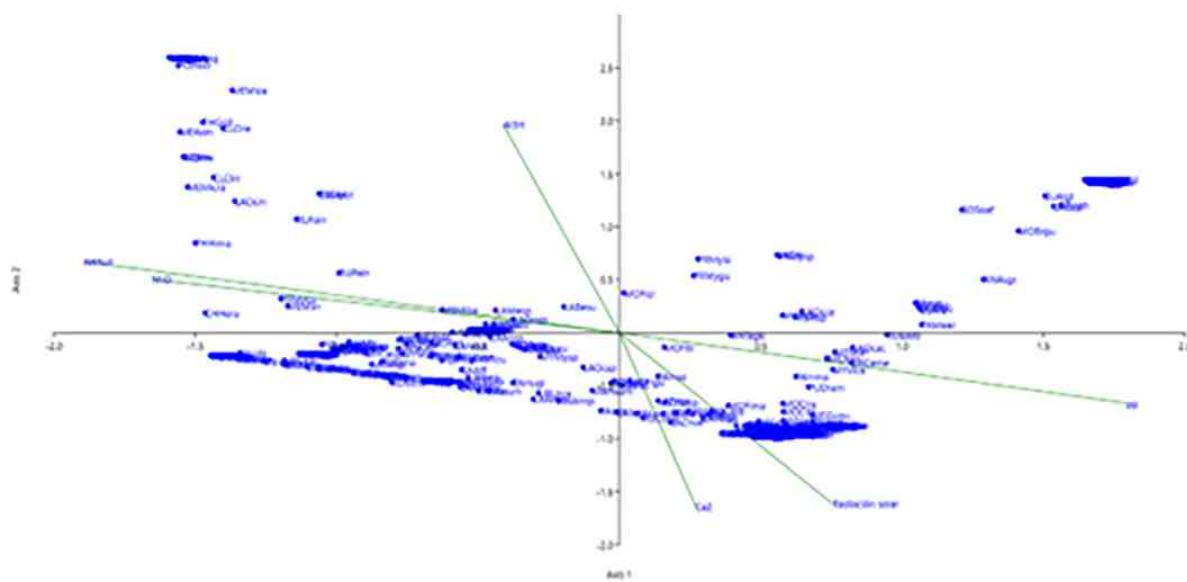


Figura 4. ACC de las especies comprendidas en los gradientes.

el modelo e indicaron que los parámetros ambientales con mayor influencia en la composición arbórea fueron altitud, radiación solar y Al^{+3}H^+ . Finalmente, se seleccionaron las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), y mediante una Agrupación Jerárquica (AJ) se validó su agrupación en comunidades vegetales basada en las afinidades ambientales.

RESULTADOS

COMUNIDAD ARBÓREA DEL IRDS FUNDO GÉNOVA

Caracterizada por especies pioneras relacionadas a etapas tempranas de sucesión (Tabla 2). El IVI más alto corresponde a *Throphis caucana* (64.9 en GBST2) con afinidad negativa hacia la radiación solar, que expone su adaptación a condiciones de sombra. Otras especies pioneras con alto IVI y que coincidieron en su afinidad negativa son *Sapium glandulosum* (54.22 en GS2) y *Cecropia polystachia* (28.85 en GS2), reforzando el carácter sucesional temprano de la comunidad. En otra perspectiva, *Trema micranthum* mostró afinidad positiva hacia la precipitación, con valores IVI altos (20.72 en GS2), indicando una preferencia por áreas húmedas, compartida también con *Erythrina ulei* (26.71 en GS2). La coexistencia de especies pioneras con otras correspondientes a estadios más avanzados como *Nectandra pulviflora* (12.94 en GS) expone indicios de rápida recuperación de áreas, y las condiciones de humedad que devienen del cierre del dosel.

COMUNIDAD ARBÓREA DE LA CPC PUYU SACHA

Se registró una composición equilibrada de especies adaptadas a suelos ácidos y condiciones de nubosidad constante (Tabla 3). El IVI más notorio se registró en *Ocotea* spp. (18.3 en

PA), con una afinidad positiva hacia la radiación solar, coincidente con *Gordonia fruticosa* (11.08 en PA). Mientras que especies, con afinidades negativas como *Helicocarpus americanus* (5.75 en PPLT) o *Sapium glandulosum* (1.95 en PL) obtuvieron menor IVI. Se observa una tolerancia lumínica heterogénea entre especies que han logrado emerger del dosel, y otras acondicionadas a la sombra. En otro aspecto, *Pseudolmedia rigida* (13.54 en PL) exhibió una afinidad positiva hacia la acidez intercambiable, tendencia simultánea con *Cecropia angustifolia* (9.58 en PPLT) y *Guarea kunthiana* (8.12 en PPLT). Se identifican tolerancias a la acidez, que son reforzadas por las afinidades positivas de *Nectandra longilofia* (10.18 en PL2) y *Hieronyma oblonga* (14.19 en PL2) hacia la acumulación de materia orgánica, debido a las menores temperaturas en el estrato montano, y la consecuente acidificación del suelo.

COMUNIDAD ARBÓREA DEL IRDS SANTA TERESA

Se hallaron especies pioneras, en conjunto con algunas de estadios maduros, todas con afinidades positivas hacia la altitud (Tabla 4). Las especies pioneras como *Senefeldera inclinata* (53.12 en SPI) o *Pourouma minor* (37.65 en SST) presentan IVI altos, y en contraste, especies tardías como *Cedrelinga cateniformis* (9.34 en SST) o *Eschweilera coriacea* (6.09 en SPI) que muestran IVI más moderados, pertenecientes a individuos remanentes de intervenciones de aprovechamiento forestal en el pasado. Se observa una agrupación premontana, que dispone de condiciones microclimáticas en emplazamientos altitudinales específicos.

DISCUSIÓN

El análisis de doce parcelas a lo largo del gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo per-

Tabla 2. Comunidad vegetal identificada en el IRDS Fundo Génova.

Parámetro determinante de la comunidad	Especies vinculadas/ Respuesta al parámetro	IVI				
		GBST2	GC	GL	GS	GS2
Radiación solar	<i>Trophis caucana</i> (-) Moraceae	64.89	13.86	12.38	25.04	7.02
	<i>Mauria heterophylla</i> (-) Anacardiaceae	10.95	6.16	3.59	12.73	9.86
	<i>Heliocarpus americanus</i> (-) Malvaceae	2.35	0.66	1.92	5.00	8.49
	<i>Sapium glandulosum</i> (-) Euphorbiaceae	14.61	7.05	-	26.89	54.22
	<i>Cecropia polystachya</i> (-) Cecropiaceae	3.90	3.07	-	12.94	28.85
	<i>Nectandra pulverulenta</i> (-) Lauraceae	2.30	9.22	15.55	12.38	-
	<i>Chimarrhis glabriflora</i> (-) Rubiaceae	-	4.14	12.31	3.25	1.96
	<i>Alchornea grandiflora</i> (-) Euphorbiaceae	1.35	-	10.78	11.75	5.64
	<i>Clarisia biflora</i> (-) Moraceae	1.74	9.26	11.14	3.71	-
	<i>Terminalia amazonia</i> (-) Combretaceae	-	4.95	0.42	1.98	2.50
Precipitación	<i>Erythrina ulei</i> (+) Fabaceae	1.14	2.76	0.38	4.94	26.71
	<i>Trema micranthum</i> (+) Ulmaceae	2.97	4.83	2.67	0.59	20.72
	<i>Dendropanax arboreus</i> (+) Araliaceae	1.59	2.11	0.82	3.01	6.61
	<i>Ficus maxima</i> (-) Moraceae	0.74	0.62	-	9.21	1.49
Ca ⁺²	<i>Triplaris setosa</i> (-) Polygonaceae	1.94	1.32	12.44	0.50	9.32

mitió reconocer tres comunidades arbóreas diferenciadas, reguladas principalmente por altitud, radiación solar y acidez intercambiable. Los demás parámetros son modulados indirectamente a partir de los principales. Este patrón confirma que, a escalas más locales, los factores topográficos y edáficos son determinantes en el ensamblaje de especies (de Bello, 2013).

La comunidad IRDS Fundo Génova está conformada en su mayoría por especies pioneras con afinidades positivas hacia la precipitación y negativa hacia la radiación solar. La afinidad negativa de *Trophis caucana* hacia la radiación solar concuerda con lo reportado por Kanagaraj *et al.* (2011), quienes la identifican como una especie de estadios tempranos, que persiste hasta

Tabla 3. Comunidad vegetal identificada en la CPC Puyu Sacha.

Parámetro determinante de la comunidad	Especies vinculadas/ Respuesta al parámetro	IVI				
		PA	PL	PL2	PPLT	PR
Materia orgánica	<i>Hieronyma oblonga</i> (+) Euphorbiaceae	0.66	6.24	14.19	-	0.58
	<i>Morus insignis</i> (-) Moraceae	-	3.54	1.78	11.87	1.05
	<i>Nectandra longifolia</i> (+) Lauraceae	-	3.08	10.18	-	0.58
Radiación solar	<i>Gordonia fruticosa</i> (+) Theaceae	11.08	0.60	0.90	-	0.67
	<i>Sapium glandulosum</i> (-) Euphorbiaceae	-	1.95	1.94	0.47	1.85
	<i>Ocotea</i> spp. (+) Lauraceae	18.30	-	6.44	-	4.91
	<i>Clusia</i> spp. (+) Clusiaceae	8.82	-	1.04	-	1.19
	<i>Helicocarpus americanus</i> (-) Malvaceae	-	3.51	1.52	5.75	-
Al ⁺³ H ⁺	<i>Clethra revoluta</i> (+) Clethraceae	4.65	0.38	-	0.72	-
	<i>Guarea kunthiana</i> (+) Meliaceae	-	3.10	4.48	8.12	5.02
	<i>Pseudolmedia rigida</i> (+) Moraceae	-	13.54	5.16	7.76	-
	<i>Cecropia angustifolia</i> (+) Cecropiaceae	-	-	1.77	9.58	5.33
Altitud	<i>Miconia</i> spp. (-) Melastomataceae	5.97	-	3.06	-	4.24
Precipitación	<i>Trema micrantha</i> (+) Ulmaceae	-	0.71	3.54	-	4.29
Ca ⁺²	<i>Urera caracasana</i> (-) Urticaceae	-	0.84	1.56	4.29	-

estadios intermedios bajo condiciones de dosel cerrado. Por otro lado, la afinidad positiva hacia la precipitación de *Trema micranthum* coincide con lo hallado por Pereira & Válio (2001), quienes señalan que la germinación está condicionada a altas dosis de radiación solar, siendo viable su desarrollo en condiciones favorables de humedad y temperatura bajo dosel.

En cambio, la comunidad CPC Puyu Sacha

está conformada por especies adaptadas a condiciones del estrato montano, en donde la nubosidad constante se traduce en afinidades mayoritariamente positivas hacia la radiación solar, así como hacia la acidez intercambiable. La mixtura de tolerancias lumínicas concuerda con lo analizado por Easdale *et al.* (2007), quienes identificaron que la tolerancia a la sombra y el tiempo de vida de las especies son indepen-

Tabla 4. Comunidad vegetal identificada en el IRDS Fundo Santa Teresa.

Parámetro determinante de la comunidad	Especies vinculadas/ Respuesta al parámetro	IVI	
		SPI	SST
Altitud	<i>Senefeldera inclinata</i> (+) Euphorbiaceae	53.12	2.98
	<i>Pourouma minor</i> (+) Cecropiaceae	9.29	37.65
	<i>Alchornea glandulosa</i> (+) Euphorbiaceae	6.31	18.51
	<i>Henriettella sylvestris</i> (+) Melastomataceae	0.38	13.35
	<i>Guatteria hyposericia</i> (+) Annonaceae	0.38	12.94
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (+) Fabaceae	0.88	9.34
	<i>Eschweilera coriacea</i> (+) Lecythidaceae	6.09	2.94
	<i>Schefflera morototoni</i> (+) Araliaceae	6.84	1.95
	<i>Casearia arborea</i> (+) Flacourtiaceae	0.98	6.58
	<i>Helicostylis scabra</i> (+) Moraceae	4.01	3.32
	<i>Cabralea canjerana</i> (+) Meliaceae	0.70	5.93
	<i>Apeiba membranacea</i> (+) Malvaceae	3.02	2.90
	<i>Caryocar glabrum</i> (+) Caryocaraceae	2.16	2.74
	<i>Pourouma guianensis</i> (+) Cecropiaceae	2.17	2.72
	<i>Brosimum utile</i> (+) Moraceae	2.33	2.30

dientes entre sí, sugiriendo que especies pioneras demandantes de luz no necesariamente desaparecen en la madurez del bosque, sino que, permanecen en equilibrio con especies tolerantes de sombra, e incluso, modifican sus tolerancias una vez instalado el dosel. Es el caso de las afinidades positivas e IVI altos de *Gordonia fruticosa*, y *Ocotea* spp., en contraste con las afinidades negativas de *Sapium glandulosum*,

Helicocarpus americanus, especies también presentes en la comunidad IRDS Fundo Génova.

Ante la superposición de especies y la posibilidad de una continuidad entre ambas comunidades, se realizó una agrupación jerárquica, graficada en un mapa de calor, en donde las especies son reunidas en bloques de colores según sus afinidades ambientales (Figura 5). Una gran cantidad de especies de la comunidad IRDS Fun-

do Génova, y algunas del CPC Puyu Sacha, son delimitadas en una ramificación roja, correspondiente a dos bloques situados opuestamente, radiación solar hacia la izquierda, y precipitación hacia la derecha. Situación inversa se presenta en la ramificación amarilla, en donde se encuentran más especies de la CPC Puyu Sacha, y con la diferencia de que los parámetros de acidez intercambiable y radiación solar son más cercanos. El análisis permite perfilar el estadio sucesional temprano de la comunidad IRDS Fundo Génova. Se infiere un cierre del dosel fomentado por las especies pioneras, que interfieren la radiación solar directa, generando condiciones de humedad. La evidencia de que algunas logran permanecer en el tiempo, se refleja en su presencia dentro la comunidad CPC Puyu Sacha, en un entorno diferente. Esta vez, la nubosidad, sombra, y acidez del suelo, las conllevan a coexistir con otras especies más tardías (*Ocotea* spp., *Pseudolmedia rigida*).

Finalmente, una ramificación violeta demarca las especies contenidas en la comunidad del IRDS Santa Teresa. A diferencia de las otras comunidades, a pesar de ser conformada por especies pioneras en su mayoría, muestra solo una afinidad positiva hacia el parámetro de altitud. Por ello, se muestra un bloque claro, ubicado al extremo derecho, que deviene de una ramificación separada. La alta presencia de *Senefeldera inclinata* en SPI, que cuenta con un historial de perturbación, corresponde a condiciones generadas por la apertura de claros, tal como se ha reportado por Neyret *et al.* (2016), quienes describen a la especie como sensible a variaciones de temperatura y precipitación. La afinidad de las demás especies hacia la altitud sugiere que la topografía de la zona de estudio genera microclimas específicos que favorecen su establecimiento. Sin embargo, la resolución espacial de la información climática disponible resulta insuficiente para confirmar una hipótesis a microescala. Es recomendable que las siguientes

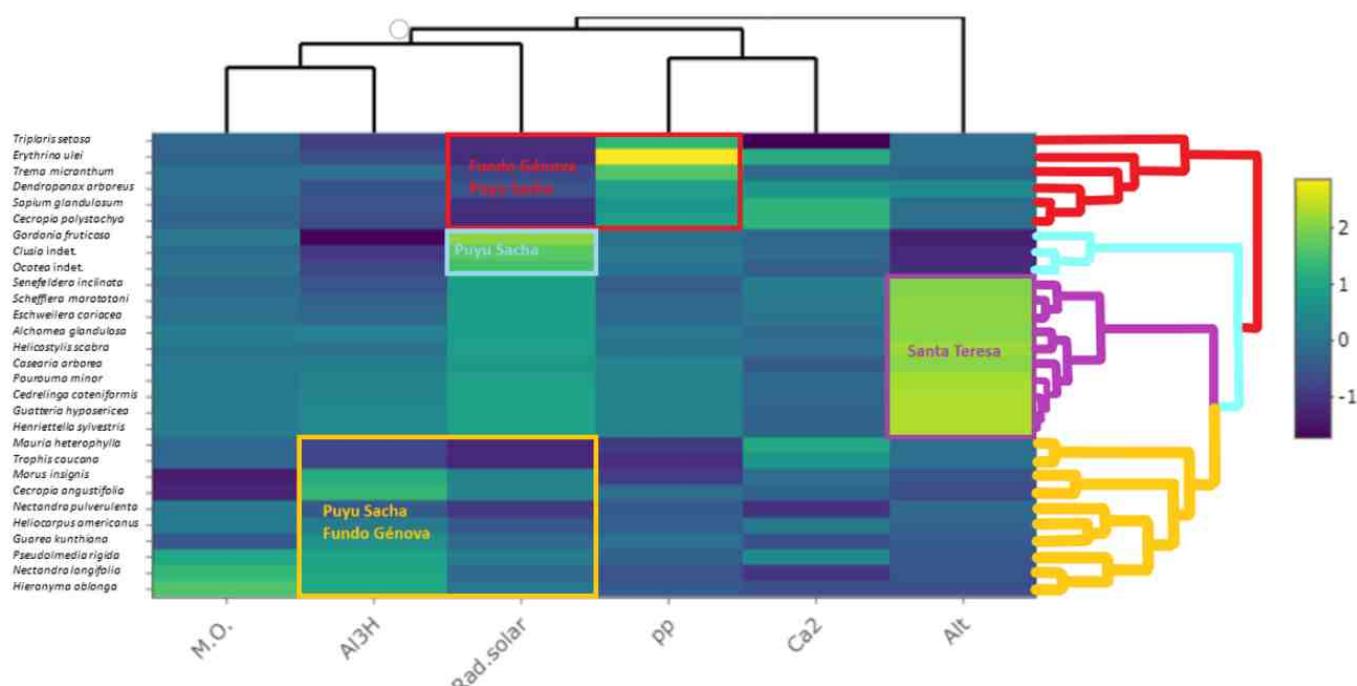


Figura 5. Agrupación jerárquica de las comunidades vegetales representada en un mapa de calor.

remediciones de las parcelas permanentes incorporen mediciones microclimáticas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al financiamiento otorgado por el Proyecto de Investigación “Influencia de los cambios ambientales en la composición florística y funcional de los bosques montanos y premontanos de la Selva Central de Perú”, Contrato N° 068-2021-FONDECYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas, M.; García, F.; Torres, A.; Téllez, O.; Oyama, K. 2020. Environmental filters determine the distribution of tree species in a threatened biodiversity hotspot in western Mexico. *Botanical Sciences* 98 (2): 219-237. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.2398>
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant Sociology: The study of plant communities*. New York and London: McGraw-Hill book Company. 439 pp.
- Curtis, J.; McIntosh, R. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology* 32 (3): 476-496. DOI: <https://doi.org/10.2307/1931725>
- de Bello, F.; Lavorel, S.; Lavergne, S.; Albert, C.; Boulangeat, I.; Mazel, F.; Thuiller, W. 2013. Hierarchical effects of environmental filters on the functional structure of plant communities: A case study in the French Alps. *Ecography* 36: 393-402. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07438.x>
- Easdale, T.; Healey, J.; Grau, H.; Malizia, A. 2007. Tree life histories in a montane subtropical forest: species differ independently by shade-tolerance, turnover rate and substrate preference. *Journal of Ecology* 95 (6): 1234-124. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01290.x>
- Faber-Langendoen, D.; Keith, D.A.; Loidi, J.; Helmer, E.H.; Willner, W.; Navarro, G.; Hunter, J.; Liu, C.; Guuroh, R.T.; Pliscoff, P. 2025. Advancing the EcoVeg approach as a terrestrial ecosystem typology: From global biomes to local plant communities. *Ecosphere* 16(5): e70237. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.70237>
- Fick, S.; Hijmans, R. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Global Forest Watch. 2025. *Interactive Word Forest Map & Tree Cover Change Data*. <https://www.globalforestwatch.org/map/>
- Kanagaraj, R.; Wiegand, T.; Comita, L.; Huth, A. 2011. Tropical tree species assemblages in topographical habitats change in time and with life stage. *Journal of Ecology* 99 (6): 1441-1452. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01878.x>
- Legendre, P.; Legendre, L. 2012. *Developments in Environmental Modeling: Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier. 990 pp. ISBN-13: 9780444538680
- Lopez, G.; Lewis, S.; Burkitt, M.; Phillips, O. 2011. ForestPlots.net: a web application and research tool to manage and analyse tropical forest plot data. *Journal of Vegetation Science* 22 (4): 610-613. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01312.x>
- Navarro, G.; Luebert, F.; Molina, J.A. 2023. South American terrestrial biomes as geocomplexes: a geobotanical landscape approach. *Vegetation Classification and Survey* 4: 75-114. DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/VCS.96710>
- Neyret, M.; Patrick, L.; Oliveras, I.; Marimon, B.; Marimon-Junior, B.; Almeida, E.; Barbosa, F.; Castro, R.; dos Santos, J.; Matias, S.; et al. 2016. Examining variation in the leaf mass per area of dominant species across two

- contrasting tropical gradients in light of community assembly. *Ecology and Evolution* 6 (16): 5674-5689. DOI: <https://doi.org/10.1002%2Fece3.2281>
- Oksanen, J.; Simpson, G.; Blanchet, F.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.; O'Hara, R.; Solymos, P.; Stevens, M.; Szoechs, E.; et al. 2022. *vegan: Community Ecology Package. R package ver. 2.6-4.* <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pereira, R.; Válio, F. 2001. Seed Size, Seed Germination, and Seedling Survival of Brazilian Tropical Tree Species Differing in Successional Status. *Biotropica* 33 (3): 447-457. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00198.x>
- Phillips, O.; Baker, T.; Feldpausch, T.; Brienen, R.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Aymard, G.; Chave, J.; Dávila, N.; Chao, K. 2016. *RAINFOR Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas.* 28 pp.
- R Core Team. 2022. *R: A language and environment for statistical computing.* Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Reynel, C.; Palacios, S.; Terreros, S.; Reyes, C. 2023. Cedrela domatifolia (Meliaceae), un nuevo registro de cedro para el Perú. *Revista Peruana de Biología* 30(4): e25623. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v30i4.25623>
- Soil Science Division Staff. (2017). *Soil survey manual.* USDA Handbook 18.
- Whittaker, R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* (21): 213-251. DOI: <https://doi.org/10.2307/1218190>
- Willner, W.; Faber-Langendoen, D. 2025. Braun-Blanquet meets EcoVeg: a formation and division level classification of European phytosociological units. *Vegetation Classification and Survey* 2: 275-291. DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/VCS/2021/71299>

Recibido: 25 de junio de 2024 Aceptado para publicación: 01 de enero de 2025