



EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA FORESTAL EN BOSQUES PREMONTANOS DE SATIPO, PERÚ

Carlos PERALES-VARGAS^{1*}, José GIACOMOTTI¹, Lhouangela ORTIZ², Carlos REYNEL²

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

² Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú.

* Correo electrónico: c.perales8975@gmail.com

RESUMEN

El estudio de la dinámica forestal nos ayuda a ver las tendencias de los bosques hacia el futuro. En esta investigación se evaluó la dinámica forestal a partir de la mortalidad y el reclutamiento en dos parcelas permanentes ubicadas en bosques premontanos entre los 800 y 1500 msnm en la provincia de Satipo, en la Selva Central del Perú. La parcela Santa Teresa Bosque Primario Intervenido (P-SPI) registró una población inicial de 698 individuos arbóreos, fue remedida después de un periodo intercensal de 5 años, registrando 80 muertos, 77 reclutas, una población final de 695 árboles y tasas anuales de mortalidad de 2,43% y de reclutamiento de 2,35%. La parcela Santa Teresa Bosque Secundario Tardío (P-SST) presentó una población inicial de 832 árboles, fue remedida después de un periodo intercensal de 8 años, registrando 152 muertos, 101 reclutas, una población final de 781 árboles y tasas anuales de mortalidad de 2,52% y de reclutamiento de 1,73%. Los resultados indican que P-SPI se encuentra en equilibrio dinámico, mientras que P-SST presenta un moderado decrecimiento en su densidad arbórea. Las familias Euphorbiaceae, Urticaceae, Burseraceae y Moraceae presentaron los mayores niveles de reclutamiento entre ambos bosques. Mientras que, las especies forestales *Senefeldera inclinata*, *Vochysia venulosa*, *Alchornea glandulosa*, *Clarisia biflora* e *Inga ruiziana* por su reclutamiento y usos reportados deben ser consideradas en proyectos de restauración ecológica en el ámbito de estudio.

PALABRAS CLAVE: mortalidad, reclutamiento, remediación, densidad arbórea

EVALUATION OF THE FORESTRY DYNAMICS IN PREMONTANE FORESTS OF SATIPO, PERU

ABSTRACT

The study of forestry dynamics helps us to see the trends of forests in the future. In this research, forest dynamics was evaluated based on mortality and recruitment in two permanent plots located in premontane forests between 800 and 1500 masl in the province of Satipo, in the Central Forest of Peru. The Santa Teresa Primary Forest Plot (P-SPI) recorded an initial population of 698 tree individuals, it was remeasured after an intercensal period of 5 years, registering 80 dead individuals, 77 recruits, a final population of 695 trees and annual rates of mortality of 2,43% and of recruitment of 2,35%. The Santa Teresa Late Secondary Forest Plot (P-SST) had an initial population of 832 trees, it was remeasured after an intercensal period of 8 years, registering 152 dead individuals, 101 recruits, a final population of 781 trees and annual rates of mortality of 2,52% and of recruitment of 1,73%. The results indicate that the P-SPI forest is in dynamic equilibrium, while P-SST shows a moderate decrease in its tree density. The Euphorbiaceae, Urticaceae, Burseraceae and Moraceae families presented the highest levels of recruitment between both forests. While, the forest species *Senefeldera inclinata*, *Vochysia venulosa*, *Alchornea glandulosa*, *Clarisia biflora* and *Inga ruiziana* a due to their recruitment and reported uses should be considered in ecological restoration projects in the study area.

KEY WORDS: mortality, recruitment, remeasurement, tree density

INTRODUCCIÓN

Los bosques cumplen un rol importante en la mitigación y adaptación al cambio climático, debido a que pueden proveer bienes y servicios ambientales de importancia local, regional, nacional e internacional. La sensibilidad de los bosques húmedos tropicales al clima se acentúa debido a la vasta fragmentación en la que se encuentran sometidos actualmente (Llerena *et al.*, 2014). La dinámica de los bosques tropicales ha sido estudiada por numerosos ecólogos, quienes han tratado de comprender los procesos naturales que permiten la coexistencia del alto número de especies que habitan en ellos (Vallejo-Joyas *et al.*, 2005). A lo largo de los años se han realizado distintas investigaciones sobre dinámica forestal en el estrato montano de la Selva Central del Perú, reportándose tasas de mortalidad de hasta 2,16% y tasas de reclutamiento de hasta 3,82%, pero aún existe poca información acerca de este tema, importante para conocer los cambios que ocurren en la densidad del bosque en el tiempo (Aguilar & Reynel, 2009; Buttgenbach *et al.*, 2013; Giacomotti & Reynel, 2018; Palacios-Ramos *et al.*, 2018).

Ante el problema de la pérdida de bosques, estudiar la dinámica forestal nos permite conocer que especies disminuyen su población y cuales tienen mayor reclutamiento, con el fin de favorecer su propagación. La mortalidad permite la regeneración y las oportunidades de cambio en el bosque, ya que se crean condiciones ecológicas, como el ingreso de luz, permitiendo el establecimiento de especies de árboles que alcanzarán posteriormente la madurez (Manta, 1988). El conocimiento y comprensión de la mortalidad arbórea como mecanismo de funcionamiento de los ecosistemas boscosos es fundamental en la formulación de estrategias para su manejo sostenible y conservación (Melo & Vargas, 2003).

En la presente investigación se analizó la dinámica forestal en dos tipos de bosque: primario y secundario tardío, ambos ubicados en la provincia de Satipo, dentro del estrato premontano entre los 800 y 1500 msnm. Para lo cual se remidieron dos parcelas permanentes de monitoreo de la vegetación de una hectárea cada una, obteniéndose el número de individuos muertos, sobrevivientes y reclutas, las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento, además de las especies forestales y familias botánicas con los mayores niveles de mortalidad y reclutamiento.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la dinámica forestal a partir de las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento, y determinar las familias botánicas y especies forestales con mayores niveles de reclutamiento en dos bosques del estrato premontano de la provincia de Satipo, en la Selva Central del Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en Instituto Regional de Desarrollo (IRD) - Fundo Santa Teresa de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en el distrito de Río Negro, provincia de Satipo, departamento de Junín, Selva Central del Perú (Figura 1). La parcela Santa Teresa Bosque Primario Intervenido (P-SPI) se encuentra a una altitud de 940 msnm en un área de bosque maduro y presenta las coordenadas geográficas UTM 538044 E y 8765986 N, fue instalada en el año 2011 (Rivera, 2014) y fue re-remedida en el año 2016 después de un periodo intercensal de 5 años. Mientras que, la parcela Santa Teresa Bosque Secundario Tardío (P-SST) se ubica en un bosque secundario tardío a una altitud de 990 msnm y presenta las coordenadas geográficas UTM 537375 E y 8765142 N, esta

fue instalada en el año 2008 (Marcelo-Peña, 2009) y remedida después de un periodo intercensal de 8 años en el año 2016. Ambas parce-

las se encuentran la zona de vida bosque húmedo premontano Tropical (bh-PT) según el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976).

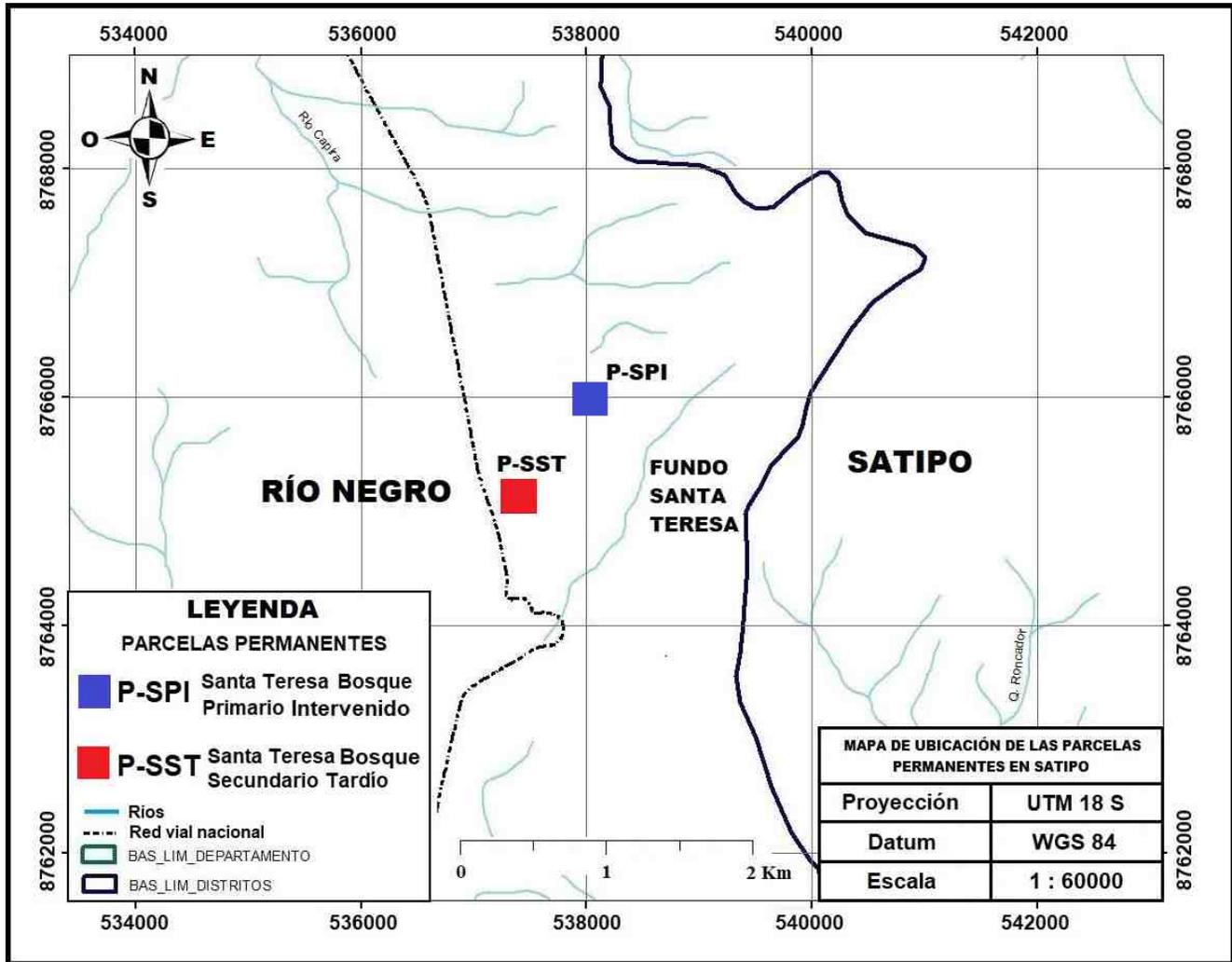


Figura 1. Ubicación de las parcelas permanentes en Satipo, Selva Central del Perú.

UNIDADES DE MUESTREO

A partir de las dos mediciones realizadas en ambas parcelas permanentes (instalación y remediación) se evaluó la dinámica forestal en base al número de individuos arbóreos reclutas, sobrevivientes y muertos. Los reclutas son aquellos individuos que fueron contabilizaron

solo en la remediación presentando medidas mayores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP). Los sobrevivientes son aquellos que fueron medidos en la instalación y en la remediación de la parcela. Finalmente, los individuos muertos son aquellos que no se contabilizaron en la remediación.

En campo se realizaron colectas botánicas, la

cuales fueron secadas, depositadas e identificadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM. Las especies, géneros y familias botánicas fueron clasificadas según el Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016). Los nombres científicos de las especies fueron revisados y escritos según la página web del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org). Estas dos parcelas permanentes fueron remediadas usando la metodología propuesta por la Red Amazónica de Inventarios Forestal (RAINFOR) (Phillips *et al.*, 2016).

ANÁLISIS DE DATOS

A partir del número de individuos muertos, reclutas y sobrevivientes se calcularon las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento en ambos bosques, empleando las siguientes fórmulas (Swaine & Lieberman, 1987; Phillips *et al.*, 1994; Nebel *et al.*, 2000):

$$\text{Tasa de mortalidad anual (m): } m = [\ln(\text{No} / \text{Ns})] / t$$

$$\text{Tasa reclutamiento anual (r): } r = [\ln(\text{Nf} / \text{Ns})] / t$$

Donde: ln = Logaritmo neperiano; No = Número de individuos inicialmente inventariados (población inicial); Ns = Número de individuos sobrevivientes; Nf = Número de individuos al final del inventario (población final); t = periodo intercensal (años).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La parcela Santa Teresa Bosque Primario Intervenido (P-SPI) presentó una población inicial de 698 individuos arbóreos, agrupados en 158 especies y 46 familias botánicas. Después de un periodo intercensal de 5 años, P-SPI registró 80 muertos y 77 reclutas, disminuyendo su pobla-

ción a 695 individuos, pero la diversidad aumentó a 162 especies agrupadas en 46 familias (Tabla 1).

La parcela Santa Teresa Bosque Secundario Tardío (P-SST) registró una población inicial de 832 individuos arbóreos, agrupados en 94 especies y 37 familias. Luego del periodo intercensal de 8 años, registró 152 muertos y 101 reclutas, presentando una población final que disminuyó hasta 781 individuos agrupados también en 94 especies y 37 familias (Tabla 1).

MORTALIDAD

En la parcela P-SPI se registraron 80 árboles muertos, teniendo como media 3,02 fustes muertos por subparcela. El número de árboles muertos por subparcelas va desde 1 a 7, siendo la subparcela 18 la que presentó la mayor mortalidad con 7 fustes muertos. En la parcela P-SST se registró un total de 152 árboles muertos, con una media de 6,08 individuos muertos por parcela. Se encontraron entre 1 y 20 árboles muertos por subparcela. La subparcela con mayor mortalidad fue la número 11 con 20 muertos (Figura 2).

En cuanto a las categorías de mortalidad en las parcelas estudiadas, estas fueron “muerto caído”, “muerto parado” y “muerto roto” en ambas parcelas, además de “muerto no ubicado” en P-SPI y “presumido muerto” en P-SST. Se obtuvo un registro de 10 árboles muertos no ubicados (12,5%) en P-SPI, debido principalmente a la cobertura vegetal de este bosque y al alto número de 42 árboles muertos caídos, lo que hizo muy difícil localizar a estos individuos muertos, los cuales posiblemente se encuentren enterrados o cubiertos con vegetación, después del periodo intercensal de medición de 5 años.

Tabla 1. Resultados de mortalidad y reclutamiento en las parcelas permanentes.

	Santa Teresa Bosque Primario Intervenido (P-SPI)	Santa Teresa Bosque Secundario Tardío (P-SST)
Población inicial	698	832
Nº de especies (1º censo)	158	94
Nº de familias (1º censo)	46	37
Nº de especies (remedición)	162	94
Nº de familias (remedición)	46	37
Muertos (Nm)	80	152
Sobrevivientes (Ns)	618	680
Reclutas (Nr)	77	101
Población Final (Nf)	695	781
Tasa de mortalidad anual % (m)	2,43%	2,52%
Tasa de reclutamiento anual % (r)	2,35%	1,73%
Periodo intercensal (años)	5 años	8 años

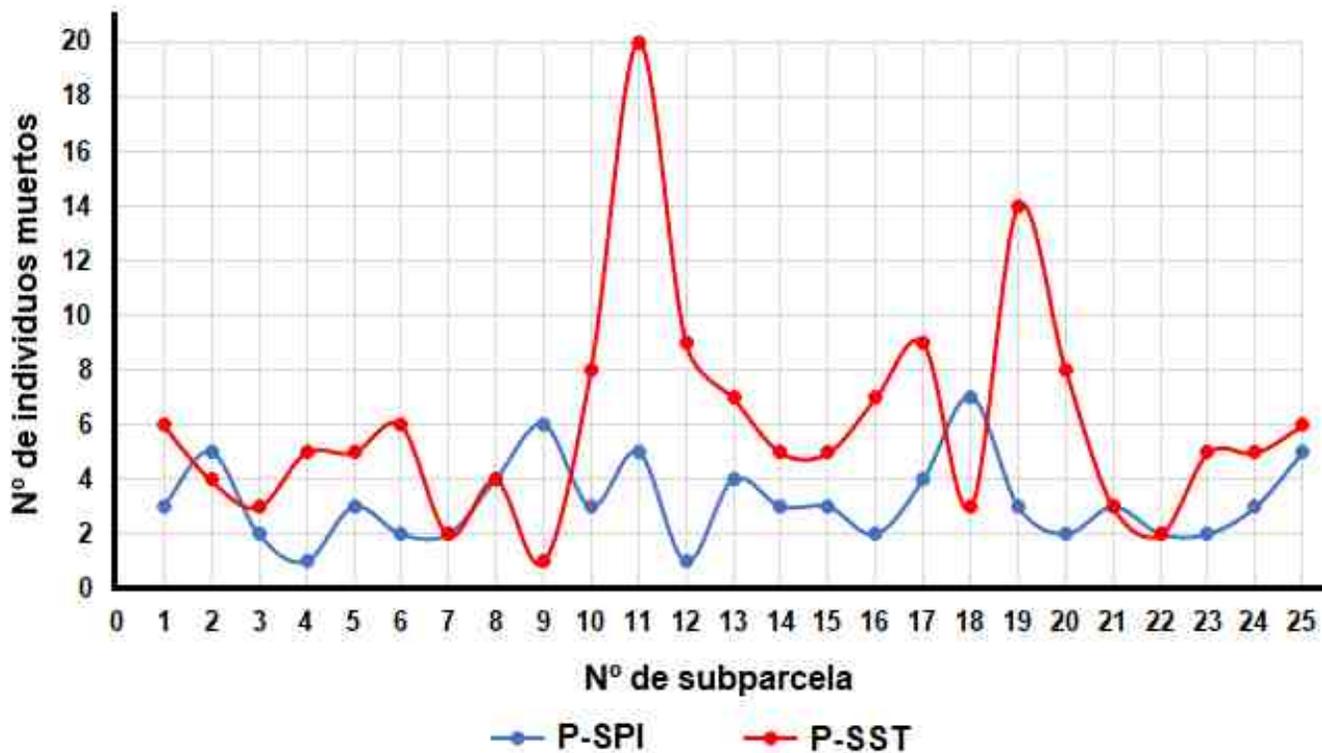


Figura 2. Variación de la mortalidad por subparcelas en P-SPI y P-SST.

Ambas parcelas destacan por sus altos porcentajes de mortalidad en la categoría “muerto caído”, teniendo P-SPI un 52,5% y P-SST un 42,1% respectivamente (Figura 3), lo que en gran medida origina claros que impulsan la regeneración de especies pioneras en el bosque (Córdoba *et al.*, 2005; Quinto-Mosquera *et al.*, 2009). Esta categoría de mortalidad ocasiona una apertura en el dosel superior, permitiendo que aumente la penetración de luz en el piso del bosque y se origine el establecimiento de nueva regeneración, con lo cual se activa el crecimiento de aquellos árboles que se encuentran suprimidos en el dosel (Quesada-Monge *et al.*, 2012), lo que indicaría que estos procesos benefician el establecimiento de individuos reclutas en el bosque.

En cambio, los árboles muertos agrupados en la categoría “muerto parado” alcanzaron el primer lugar en P-SST con un 44,7% (68 muertos parados) y el segundo lugar en P-SPI con un 25% (20 muertos parados) (Figura 3). Esta mortalidad está asociada muchas veces a ataques de patógenos ocasiona que los troncos de los árboles muertos empiecen a descomponerse, con lo cual se van a desintegrar de forma gradual, lo que origina claros pequeños en el bosque que ayudan a que especies tolerantes a la sombra se regeneren en el bosque (Chao & Phillips, 2005; Quinto-Mosquera *et al.*, 2009).

RECLUTAMIENTO

En P-SPI se registró un total de 77 individuos reclutas que alcanzaron DAP mínimo de 10 cm durante el periodo intercensal de 5 años. Se obtuvo una media de 3,08 árboles reclutas por subparcela, teniendo el 96% de las subparcelas individuos reclutas, salvo en la subparcela 25 donde no existió reclutamiento (Figura 4).

En la parcela P-SST después de un periodo intercensal de 8 años, se registraron 101 indivi-

duos reclutas con un DAP mayor o igual a 10 cm, con una media de 4,04 reclutas por subparcela. Se encontraron de 1 a 13 reclutas en las subparcelas. En 24 de las 25 subparcelas presentaron reclutamiento, solamente la subparcela 4 no registró individuos reclutas, siendo la subparcela 22 la de mayor reclutamiento con 13 reclutas (Figura 4).

TASAS DE MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO

Las tasas anuales de mortalidad fueron en la parcela P-SPI de 2,43% y en la parcela P-SST de 2,52%. Estos valores se ubican dentro de los rangos reportados en el estrato premontano de la selva central peruana, con tasas de mortalidad que van de 0,72 a 2,16% (Buttgenbach *et al.*, 2013; Giacomotti & Reynel, 2018; Palacios-Ramos *et al.*, 2018); en bosques de la selva baja amazónica de Perú, Brasil y Ecuador con valores que van de 1,05 a 3,08% (Nebel *et al.*, 2000) y para bosques de Centroamérica de Panamá y Costa Rica con rangos de mortalidad de 1,09 a 3,02% (Nebel *et al.*, 2000). Se han reportado tasas anuales de mortalidad que exceden el 3% en bosques tropicales (Nebel *et al.*, 2000; Asquith, 2002; Gomes *et al.*, 2003), pero cuando logran pasar el 5% estamos ante una “mortalidad catastrófica” (Lugo & Scatena, 1996). En esta investigación la mortalidad en ambas parcelas estuvo por debajo de 5%, por lo que estos bosques están sujetos mayormente a perturbaciones naturales como vientos, lluvias, inestabilidad del terreno y/o agentes patógenos, por lo que presentan una “mortalidad de trasfondo” (Lugo & Scatena, 1996) que no origina una disminución considerable de su densidad arbórea, pero de igual forma estas perturbaciones influyen en los procesos de mortalidad y reclutamiento del bosque (Ramírez-Angulo *et al.*, 2002).

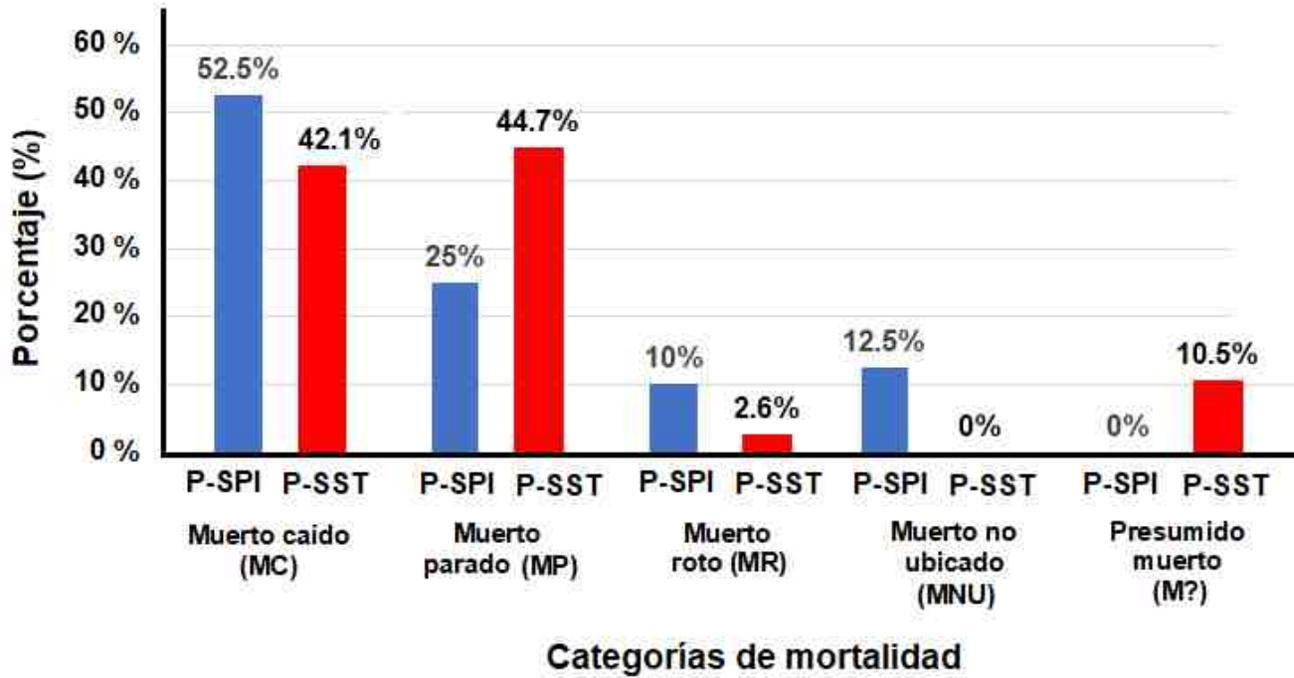


Figura 3. Categorías de mortalidad en las parcelas P-SPI y P-SST.

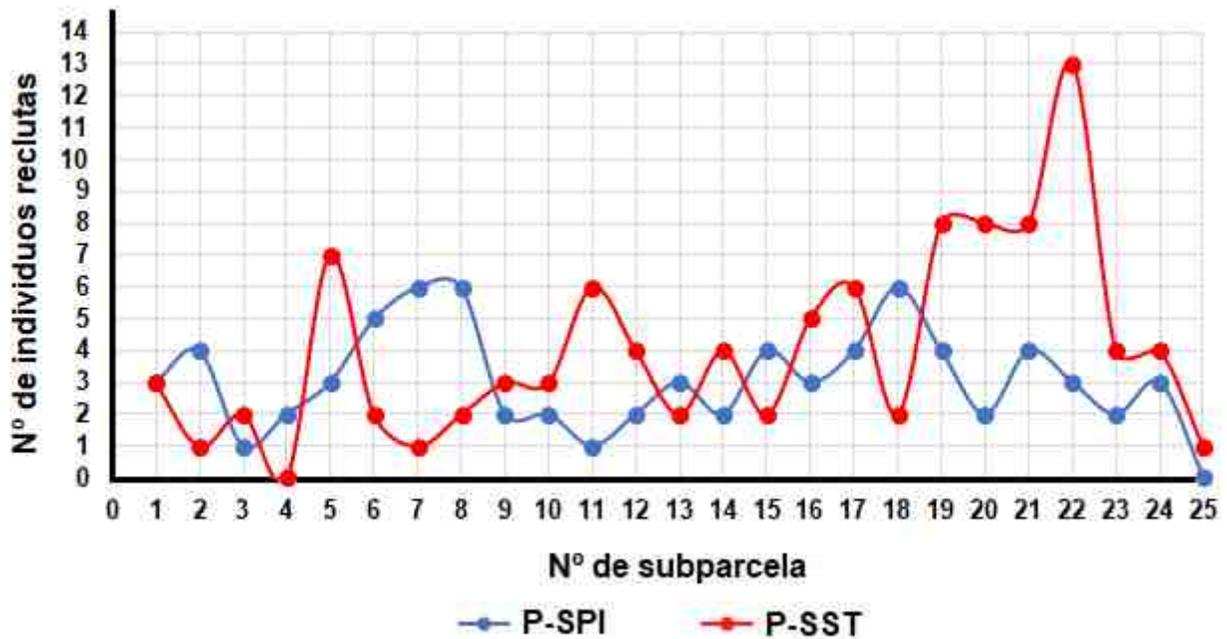


Figura 4. Variación del reclutamiento por subparcelas en P-SPI y P-SST.

Las parcelas P-SPI y P-SST presentaron tasas anuales de reclutamiento de 2,35% y 1,73% respectivamente, por debajo a las reportadas en bosques premontanos de la Selva Central del Perú con tasas de reclutamiento de 3,15% (Giacomotti & Reynel, 2018), 3,27% (Buttgenbach *et al.*, 2013) y 3,82% (Palacios-Ramos *et al.*, 2018), y ubicándose dentro de los rangos para tasas de reclutamiento en bosques de la amazonía baja de Perú, Brasil y Ecuador con valores de 0,81 hasta 3,56% (Nebel *et al.*, 2000) y en bosques de Centroamérica con registros de 0,9 a 4,48% (Nebel *et al.*, 2000).

En P-SPI se presentaron similares tasas de mortalidad de 2,43% y de reclutamiento de 2,35%, esto indicaría un equilibrio en la dinámica forestal y un mantenimiento en la densidad, estructura y diversidad del bosque (Quinto-Mosquera *et al.*, 2009), posiblemente esto este asociado a que en esta parcela el 52,5% de los árboles muertos fueron “muertos caídos”, originando la formación de varios claros en el bosque, lo que permitió una alta regeneración y desarrollo de reclutas, manteniendo un equilibrio en este bosque.

P-SST presentó una tasa de mortalidad de 2,52% la cual es mayor a su tasa de reclutamiento de 1,73%, lo que indica un decrecimiento en su población. Esta disminución en su densidad arbórea podría deberse a que en esta parcela el 45% de la mortalidad fueron “árboles muertos parados”, lo que dificulta la entrada de luz al bosque, disminuyendo la regeneración y posterior reclutamiento.

ESPECIES CON MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO

En el primer censo P-SPI registró 158 especies forestales, siendo las más abundantes *Senefeldera inclinata* (170 individuos), *Hevea guianensis* (26 individuos), *Oenocarpus bataua*

(23 individuos), *Pourouma minor* (23 individuos), *Alchornea glandulosa* (20 individuos), *Oreopanax cf. liebmannii* (20 individuos) y *Schefflera morototoni* (19 individuos). Después de 5 años, en P-SPI 43 especies forestales presentaron mortalidad, destacando *Oenocarpus bataua* (6 muertos), *Schefflera morototoni* (5 muertos), *Senefeldera inclinata* (5 muertos), *Alchornea glandulosa* (4 muertos), *Dendropanax arboreus* (4 muertos), *Miconia sp.6* (4 muertos) y *Mouriri myrtilloides* (4 muertos). Además, 30 especies presentaron reclutamiento, donde las más importantes fueron *Senefeldera inclinata* (29 reclutas), *Inga ruiziana* (5 reclutas), *Casearia decandra* (3 reclutas), *Clarisia biflora* (3 reclutas), *Cyathea sp.* (3 reclutas), *Endlicheria aff. bracteata* (3 reclutas), *Pausandra trianae* (3 reclutas) y *Protium puncticulatum* (3 reclutas) (Figura 5). Tras la remediación de P-SPI las especies forestales con mayor abundancia fueron *Senefeldera inclinata* (194 individuos), *Hevea guianensis* (26 individuos), *Pourouma minor* (21 individuos), *Oreopanax cf. liebmannii* (19 individuos), *Oenocarpus bataua* (17 individuos), *Alchornea glandulosa* (16 individuos) y *Schefflera morototoni* (14 individuos).

La parcela P-SST registró en su primer censo de instalación a *Guatteria hyposericea* (132 individuos), *Pourouma minor* (96 individuos), *Alchornea glandulosa* (63 individuos), *Vochysia venulosa* (54 individuos), *Henriettella sylvestris* (47 individuos) y *Miconia barbeyana* (30 individuos) como las especies más abundantes. Luego de un periodo intercensal de 8 años, 32 especies presentaron mortalidad, siendo la de mayor registro *Guatteria hyposericea* con 51 muertos debido su alta densidad arbórea en el censo de instalación. Le siguen *Alchornea glandulosa* (14 muertos), *Henriettella sylvestris* (9 muertos), *Jacaranda glabra* (8 muertos), *Pourouma minor* (8 muertos) y *Vochysia venulosa* (7 muertos). En cambio, 24 especies forestales reportaron reclu-

tamiento, destacando *Pourouma minor* (15 reclutas), *Vochysia venulosa* (15 reclutas), *Alchornea glandulosa* (8 reclutas), *Crepidosperrum goudotianum* (7 reclutas), *Trattinnickia lawrancei* (7 reclutas), *Guatteria hyposericea* (6 reclutas) y *Senefeldera inclinata* (6 reclutas) (Figura 5). La remediación de P-SST reportó que las especies con mayor abundancia fueron *Pourouma minor* (103 individuos), *Guatteria hyposericea* (87 individuos), *Vochysia venulosa* (62 individuos), *Alchornea glandulosa* (57 individuos), *Henriettella sylvestris* (38 individuos) y *Trattinnickia lawrancei* (31 individuos).

La especie *Senefeldera inclinata* fue la más importante entre ambos boques en términos de reclutamiento, registrando el valor más alto en P-SPI (29 reclutas) y un valor importante en P-SST (6 reclutas), esto que sugiere su capacidad de repoblamiento en los bosques premontanos de la provincia de Satipo. Además, se ha estudiado esta especie con buenos resultados para la industria del aserrío debido a la densidad alta de su madera (Aguirre, 2014) y en Colombia tiene usos medicinales, artesanales y en aserrío (Peñuela & Jiménez, 2010). También hay que destacar por su reclutamiento en P-SPI a *Inga ruiiziana* y a *Clarisia biflora*. La especie *Inga ruiiziana* tiene un rápido crecimiento y puede ser utilizada en la recuperación de suelos degradados, debido a que proporciona hojarasca y materia orgánica al suelo (Reynel *et al.*, 2003), se ha reportado su uso en sistemas agroforestales de café bajo sombra en el departamento de San Martín en la Amazonía peruana (Solis *et al.*, 2020) y en sistemas agroforestales en Costa Rica, Nicaragua y Panamá con usos para postes, leña y sombra para cultivos (Cordero & Boshier, 2003). Además, esta especie presenta frutos comestibles por poblaciones rurales de la selva central peruana (Reynel & Albán, 1985) y de Centroamérica (Cordero & Boshier, 2003). *Clarisia biflora* presenta una madera de buena cali-

dad (Hernández-Benalcázar *et al.*, 2015) con usos para el aserrío (Vásquez & Rojas, 2022), y debido a que es semidura puede emplearse en la construcción (Quispe, 2018).

En la parcela P-SST las especies forestales con mayor reclutamiento fueron *Pourouma minor* y *Vochysia venulosa* con 15 reclutas cada una, siendo *Pourouma minor* una especie heliófita característica de bosques secundarios y áreas alteradas por causas antrópicas (Reynel *et al.*, 2003), mientras que *Vochysia venulosa* ha sido reportada con usos para madera aserrada (Vásquez & Rojas, 2022) y con potencial maderable en Satipo (Talavera & Quichca, 2014). *Alchornea glandulosa*, la especie con el segundo mayor reclutamiento en P-SST, es empleada como madera aserrada (Vásquez & Rojas, 2022) y presenta usos maderables en la fabricación de puntales y soportes (Dueñas & Nieto, 2010). También destaca el reclutamiento de *Guatteria hyposericea*, especie con potencial en la industria forestal maderable por usos en la carpintería y cajonería (Arechaga, 2009), siendo utilizada en la construcción de viviendas rurales (Reynel *et al.*, 2003; Dueñas & Nieto, 2010). Estas especies constituyen alternativas importantes para considerar en proyectos de reforestación y revegetación con flora nativa.

FAMILIAS BOTÁNICAS CON MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO

En P-SPI durante el primer censo se registraron 46 familias que agruparon a 698 individuos, siendo las de mayor abundancia Euphorbiaceae (228 individuos), Araliaceae (50 individuos), Melastomataceae (47 individuos), Urticaceae (42 individuos), Arecaceae (37 individuos), Fabaceae (36 individuos), Moraceae (33 individuos) y Lauraceae (25 individuos). Tras la remediación de la parcela luego de 5 años, 22 familias registraron mortalidad, destacando Me-

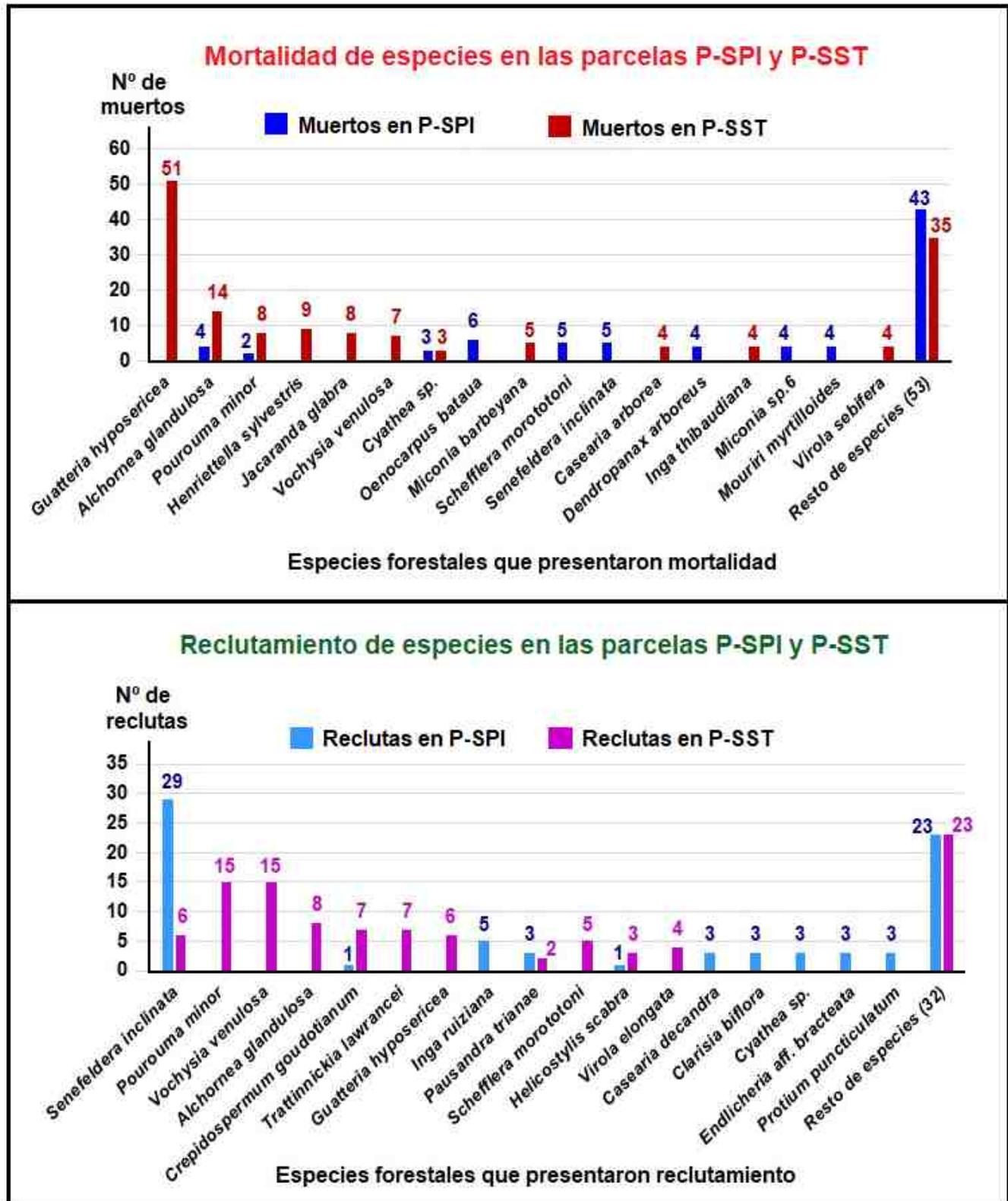


Figura 5. Especies forestales con mortalidad y reclutamiento en P-SPI y P-SST

lastomataceae (18 muertos), Araliaceae (10 muertos), Euphorbiaceae (10 muertos), Fabaceae (8 muertos) y Arecaceae (7 muertos); en cambio, 13 familias presentaron reclutamiento, siendo las principales Euphorbiaceae (33 reclutas), Fabaceae (9 reclutas), Lauraceae (6 reclutas), Moraceae (6 reclutas) y Burseraceae (4 reclutas). Como resultado de los procesos de mortalidad y reclutamiento, en P-SPI la familia Euphorbiaceae (251 individuos) siguió siendo la de mayor abundancia, seguida de Araliaceae (40 individuos), Urticaceae (39 individuos), Fabaceae (37 individuos), Moraceae (37 individuos), Lauraceae (31 individuos) y Melastomataceae (31 individuos).

La parcela P-SST en su instalación registró 37 familias que concentraron a 832 individuos arbóreos, donde las más abundantes fueron Annonaceae (134 individuos), Urticaceae (101 individuos), Melastomataceae (90 individuos), Euphorbiaceae (77 individuos), Fabaceae (74 individuos). Luego de 8 años, en la remediación de P-SST hubo 21 familias que presentaron mortalidad, teniendo como las más importantes a Annonaceae (51 muertos), Melastomataceae (15 muertos), Euphorbiaceae (14 muertos), Fabaceae (12 muertos) y Urticaceae (10 muertos). Además, se registraron 16 familias con reclutamiento, donde Euphorbiaceae (16 reclutas), Urticaceae (15 reclutas), Vochysiaceae (15 reclutas), Burseraceae (14 reclutas) y Moraceae (11 reclutas) fueron las más destacadas. La familia más abundante en P-SST pasó a ser Urticaceae (106 individuos), seguida de Annonaceae (89 individuos), Euphorbiaceae (79 individuos), Melastomataceae (76 individuos) y Fabaceae (66 individuos).

De las familias con alto número de reclutas en ambas parcelas, destacan Burseraceae, Urticaceae, Fabaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Moraceae por su reclutamiento en bosques montanos y premontanos de Chanchamayo

(Aguilar & Reynel, 2009; Buttgenbach *et al.*, 2013) y por reportar altos niveles de abundancia en bosques premontanos en Chanchamayo (Antón & Reynel, 2004; Quintero *et al.*, 2020; Giacomotti *et al.*, 2021). De estas, Euphorbiaceae y Urticaceae son importantes por su dinamismo debido a su alta mortalidad y reclutamiento, además ambas familias son características en bosques secundarios en la selva central (Echia *et al.*, 2019; Giacomotti *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

Las tasas de mortalidad y reclutamiento indican que P-SPI se encuentra en equilibrio dinámico y P-SST presenta un moderado decrecimiento en su densidad arbórea. Estas tasas se ubican en los rangos reportados en otros bosques tropicales de Sudamérica, por lo que se recomienda continuar con el monitoreo de ambas parcelas para ver su tendencia hacia el futuro.

Las familias Euphorbiaceae, Urticaceae, Burseraceae y Moraceae son las más importantes en términos de reclutamiento dentro de ambos bosques del estrato premontano debido al alto número de individuos reclutas que presentaron.

Las especies con mayores niveles de reclutamiento reportadas en esta investigación como *Senefeldera inclinata* (uso maderable), *Vochysia venulosa* (uso maderable), *Alchornea glandulosa* (uso maderable), *Clarisia biflora* (uso maderable) e *Inga ruiziana* (uso en agroforestería), deben considerarse para futuros proyectos de reforestación y restauración ecológica dentro del ámbito de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a los trabajadores del Fundo Santa Teresa (UNALM) en Satipo y al Herbario de la Facultad de Ciencias

Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M.; Reynel, C. 2009. *Dinámica Forestal y Regeneración en un bosque montano nublado de la Selva Central del Perú (localización Puyu Sacha, valle de Chanchamayo, Dp. Junín, 2100 msnm)*. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 167pp.
- Aguirre, Y. 2014. *Determinación de las propiedades físicas a tres alturas del fuste de Senefeldera inclinata Mart (Huangana caspi) procedente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Tingo María, Perú. 123pp.
- Antón, D.; Reynel, C. 2004. *Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 323pp.
- APG 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: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Arechaga, H. 2009. *Determinación de las propiedades físicas en el fuste y ramas de la especie carahuasca (Gutteria hyposericea Diels) en Tingo María*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Tingo María, Perú. 71pp.
- Asquith, N.M. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En: Guariguata, M.R.; Kattan, G.H. (Eds.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. p.377-406.
- Buttgenbach, H.; Vargas, C.; Reynel, C. 2013. *Dinámica forestal en un bosque premontano del valle de Chanchamayo (Dpto. de Junín, 1200 msnm)*. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, Lima. 103pp.
- Cordero, J.; Boshier, D.H. 2003. *Árboles de Centroamérica: un Manual para extensionistas*. Oxford Forestry Institute y Centro Agronómico Tropical de Enseñanza e Investigación (CATIE), Turrialba. 1079pp.
- Córdoba, J.A.; González, D.; Ramos, Y.A.; Serna D.Y.; Panesso, N.A. 2005. Regeneración natural en claros de un bosque pluvial tropical en Pacurita, Chocó-Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 23: 11-19.
- Chao, K.; Phillips, O.L. 2005. *Manual de campo para censos sobre el tipo de mortandad de árboles*. Proyecto Pan-Amazonia. 11pp.
- Dueñas, H.; Nieto, C. 2010. *Dendrología Tropical: Caracterización Dendrológica de las principales especies forestales de la Amazonía Peruana*. Primera edición, Cusco. 233pp.
- Echia, E.; Reynel, C.; Manta, M. 2019. La flora leñosa establecida luego de las quemadas en el valle de Chanchamayo - Selva Central del Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(1): 83-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v34i1.1287>
- Giacomotti, J.; Reynel, C.; Fernandez-Hilario, R.; Revilla, I.; Palacios-Ramos, S.; Terreros-Camac, S.; Daza, A.; Linares-Palomino, R. 2021. Diversidad y composición florística en un gradiente altitudinal en Chanchamayo, Selva Central del Perú. *Folia Amazónica*, 30(1): 1-14. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.533>
- 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: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1154>
- Gomes, E.P.; Mantovani, W.; Kageyama, P.Y. 2003. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(1): 47-60. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-69842003000100007>
- Hernández-Benalcázar, H.; Gagnon, D.; Davidson, R. 2015. Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes. *Siembra*, 2(1): 69-75. DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v2i1.1439>
- Lugo, A.E.; Scatena, F.N. 1996. Background and Catastrophic Tree Mortality in Tropical Moist, Wet, and Rain Forests. *Biotropica*, 28(4a): 585-599.
- Llerena, C.; Yalle, S.; Silvestre, E. 2014. *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Lima. 60pp.
- Manta, M. 1988. *Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica*. Tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 150pp.
- Marcelo-Peña, J.L. 2009. *Diversidad y composición florística de un relicto de bosque secundario tardío, sector Santa Teresa, Río Negro, Satipo, Junín*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 91pp.
- Melo, O; Vargas, E. 2003. *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Universidad del Tolima, Ibagué. 235pp.
- Nebel, G.; Kvist, L.P.; Vanclay, J.K.; Vidaurre, H. 2000. Dinámica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonía Peruana: Efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. *Folia Amazónica*, 11(1-2): 65-97. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v11i1-2.116>
- ONERN, 1976. *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú – ONERN, Lima. 146pp.
- Palacios-Ramos S.; Montenegro R.; Linares-Palomino R.; Reynel C. 2018. Forest dynamics of a sub-xerophilous vegetation formation in central Peru – Chanchamayo, Peru. *Revista Árvore*, 42: e420603. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000600003>
- Peñuela M.C.; Jiménez E.M. 2010. *Plantas del Centro Experimental Amazónico - CEA - Mocoa, Putumayo*. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía-Corpoamazonia. Universidad Nacional de Colombia - Sede Amazonía, Leticia. 424pp.
- Phillips, O.L.; Baker, T.R.; Feldpausch, T.; Brien, R. 2016. *Manual de campo para el establecimiento y la remediación de parcelas*. RAINFOR. 28pp.
- Phillips, O.L.; Hall, P.; Gentry, A.H.; Sawyer, S.A.; Vásquez, R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 91: 2805-2809. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805>
- Quesada-Monge R.; Acosta-Vargas, L.G.; Garro-Chavarría, M.; Castillo-Ugalde, M. 2012. Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(5): 56-66. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v25i5.474>
- Quintero, F.; Cáceres, B.; Reynel, C.; Fernandez-Hilario, R.; Wong Sato, A.A.; Chávez, J.; Palacios-Ramos, 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. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v32i1.609>

- <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1562>
- Quinto-Mosquera, H.; Rengifo-Ibarguen, R.; Ramos-Palacios, Y.A. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1): 4855-4868.
- Quispe, J. 2018. *Comparación de las propiedades físicas del Clarisia biflora Ruiz & Pav de dos tipos de bosque, procedentes de Camanti-Cusco y Tambopata-Madre de Dios*. Tesis de pre-grado, Universidad Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, Puerto Maldonado, Perú. 72pp.
- Ramírez-Angulo, H.; Torres-Lezama, A.; Serrano, J. 2002. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Ecotropicos*, 15(2): 177-184.
- Reynel, C.; Albán, J. 1985. 4 especies forestales con potencialidad alimenticia en la amazonía peruana: etnobotánica y germinación. *Revista Forestal del Perú*, 13(1): 1-24.
- Reynel, C.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; Flores, C.; Daza, A. 2003. *Árboles útiles de la Amazonía Peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Darwin Initiative Project. 509pp.
- Rivera, R. 2014. *Diversidad y composición florística en un área de bosque premontano, Fundo Santa Teresa, Río Negro, Satipo, Junín*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 118pp.
- Solis, R.; Vallejos-Torres, G.; Arévalo, L.; Marín-Díaz, J.; Ñique-Alvarez, M.; Engedal, T.; Bruun, T.B. 2020. Carbon stocks and the use of shade trees in different coffee growing systems in the Peruvian Amazon. *The Journal of Agricultural Science*, 158: 450-460. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002185962000074X>
- Swaine, M.D.; Lieberman, D. 1987. Note on the calculation of mortality rates. *Journal of Tropical Ecology*, 3(Special suplement): ii-iii.
- Talavera, R.; Quichca, E. 2014. *Dendrología de 10 especies maderables del arboreto de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCP - Satipo*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias, Satipo, Perú. 61pp.
- Vallejo-Joyas, M.I.; Londoño-Vega, A.C.; López-Camacho, R.; Galeano, G.; Álvarez-Dávila, E.; Devia-Álvarez, W. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. *Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt*, Bogotá. 310 pp.
- Vásquez, R.; Rojas, R. 2022. Catálogo de las especies forestales maderables de la Amazonía y la Yunga Peruana. *Revista Forestal del Perú*, 37(3, Número Especial): 5-138. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i3.1956>

Recibido: 14 de octubre de 2022 **Aceptado para publicación:** 05 de abril de 2023