

INFLUENCIA DEL SUELO EN LA DIVERSIDAD ALFA Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN EN LOS BOSQUES DE LA CARRETERA IQUITOS - NAUTA, PERÚ

Luis Andrés VALLES PÉREZ^{1,2,*}, Roger ESCOBEDO TORRES³,
Guiuseppe Melecio TORRES REYNA⁴, Ricardo ZÁRATE-GÓMEZ³,
Tony Jonatan MORI VARGAS³, Pedro PÉREZ PEÑA⁴,
Anita Rocio JARAMA VILCARROMERO³, Juan José PALACIOS-VEGA³,
Harvey Kuinsy Jonathan DEL ÁGUILA CACHIQUE^{4,5}

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Pevas 5ta cuadra, Iquitos, Perú.

2 Soil-Plant Service SCRL. Calle Santa Rosa 546, Iquitos, Perú.

3 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Dirección de Investigación en Sociedades Amazónicas (SOCIODIVERSIDAD). Av. Quiñones km 2.5, Iquitos, Perú.

4 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Dirección de Investigación en Diversidad Biológica Terrestre Amazónica (DBIO). Av. Quiñones km 2.5, Iquitos, Perú.

5 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas. Pevas 5ta cuadra, Iquitos, Perú.

* correo electrónico: luis8_valles@hotmail.com

RESUMEN

El suelo es la parte superficial de la tierra donde crecen las plantas, entre ellas, especies de importancia económica que proporcionan alimento, medicina y madera para la población; sin embargo, poco se ha estudiado sobre la influencia del suelo en las plantas de la Amazonía peruana. Por estas razones, se evaluó la relación entre las características físico-químicas del suelo con la diversidad y estructura en los bosques del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. Para este estudio se establecieron 102 calicatas para el muestreo del suelo y 37 parcelas de 50 x 20 m para estudio de la vegetación. El índice de correlación de Spearman indicó que la diversidad alfa está relacionada negativamente con la cantidad de potasio, fósforo y materia orgánica y la capacidad de

intercambio catiónico; y la estructura (cantidad de individuos) está relacionada negativamente con la cantidad de arcilla y pH. En conclusión, la diversidad alfa y estructura de la vegetación está determinada por las características físico-químicas del suelo.

PALABRAS CLAVE: Amazonía peruana, características del suelo, comunidad de plantas, relación suelo-planta, diversidad, vegetación.

INFLUENCE OF SOIL ON ALPHA DIVERSITY AND VEGETATION STRUCTURE IN FORESTS ALONG IQUITOS - NAUTA ROAD, PERU

ABSTRACT

Soil is the superficial part of the earth where plants grow, among them, species of economic importance that provide food, medicine and wood for local people, however, little has been studied about the influence of the soil on the plants in the Amazon Peruvian. Due to these reasons, the relationship between the physical-chemical characteristics of the soil and the diversity and structure in the forests in the area of the Iquitos-Nauta highway, Loreto, Peru, was evaluated. 102 pits for soil sampling and 37 plots of 50 x 20 m for vegetation study, were settled. Spearman's correlation index indicated that alpha diversity is negatively related to cation exchange capacity, potassium, phosphorus, and organic matter; and the structure (number of individuals) is negatively related to the amount of clay and pH. In conclusion, the alpha diversity and structure of the vegetation is determined by the physical-chemical characteristics of the soil.

KEYWORDS: Peruvian Amazon, soil characteristics, plant community, soil-plant relationship, diversity, vegetation..

INTRODUCCIÓN

El suelo es la parte superficial de la tierra y está compuesto por sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases; la variación en la proporción de estos compuestos pueden establecer varios tipos de suelos (USDA, 2010), y estos dan origen a diferentes tipos de vegetación y diversidad florística en una área en particular, donde crecen especies de importancia ecológica (Del Vitto & Petenatti, 2009) y económica que proporcionan alimento, medicina y madera para la población (Pérez-Peña *et al.*, 2019), esto ocurre, ya que ambos componentes están estrechamente relacionados (Janssens *et al.*, 1998; Van Der Maarel, 2005; Goldillo & Bohórquez, 2005).

Las actividades antropogénicas como la minería, conversión de bosques para la agricultura, ya sea para monocultivos o plantaciones a gran escala, construcción de carreteras; ocasionan la erosión y degradación de los suelos amazónicos (Pitman *et al.*, 2016; Mäki *et al.*, 2001), provocando que los suelos disminuyan su calidad y fertilidad, afectando el crecimiento y desarrollo de la vegetación y la sostenibilidad del ecosistema (BIODAMAZ, 2004; Rojas *et al.*, 2019), lo que conlleva a una pérdida significativa de estos recursos, de donde la población amazónica obtiene su sustento alimenticio y económico para solventar sus gastos familiares (Pérez-Peña *et al.*, 2019). Además la pérdida de bosque está influenciando en el cambio de clima (Maeda *et al.*, 2021). Y los factores relevantes de la deforestación y conservación de la Amazonía son la falta de rendición de cuentas, la desconfianza entre los actores y el escaso sentido de responsabilidad para detener la deforestación (Lima *et al.*, 2021). Aunque el uso adecuado del territorio tiene algunas medidas de mitigación como la zonificación ecológica y económica, esta puede llegar tarde o no resolver el problema (Mäki *et al.*, 2001; Palacios-Vega *et al.*, 2021).

Son pocos los estudios en el Perú sobre la influencia del suelo en la vegetación, Vásquez *et al.* (2021) estudió las características físico-químicas del suelo en cuatro sistemas silvopastoriles en el departamento Amazonas, ubicado al noreste del Perú, mientras que Oliva *et al.* (2016) midió el efecto de las plantaciones de *Pinus patula* sobre las características físico-químicas del suelo en una zona altoandina de la región Amazonas; un estudio más específico lo realizó Romero (2017) analizó la correlación entre la diversidad arbórea y las características edáficas en la gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo, selva del departamento de Junín.

Y en el departamento de Loreto, existen escasos estudios sobre la relación suelo-planta, Rodríguez (2007) estudió las características estructurales del bosque que pueden indicar diferencias en la dinámica de dos tipos de suelos de tierra firme, en áreas de influencia de Iquitos; por lo tanto, para la conservación de estos dos componentes ambientales, se necesita información confiable para mejorar la toma de decisiones, lo que podría aumentar los bienes y servicios ambientales que brindan a la población.

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del suelo en la diversidad alfa y estructura de la vegetación en el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, en la Amazonía peruana.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, que está ubicada entre los distritos de Iquitos, Punchana, Belén, San Juan Bautista, Fernando Lores (provincia Maynas) y distrito de Nauta (provincia Loreto), del departamento de Loreto, Perú, entre las

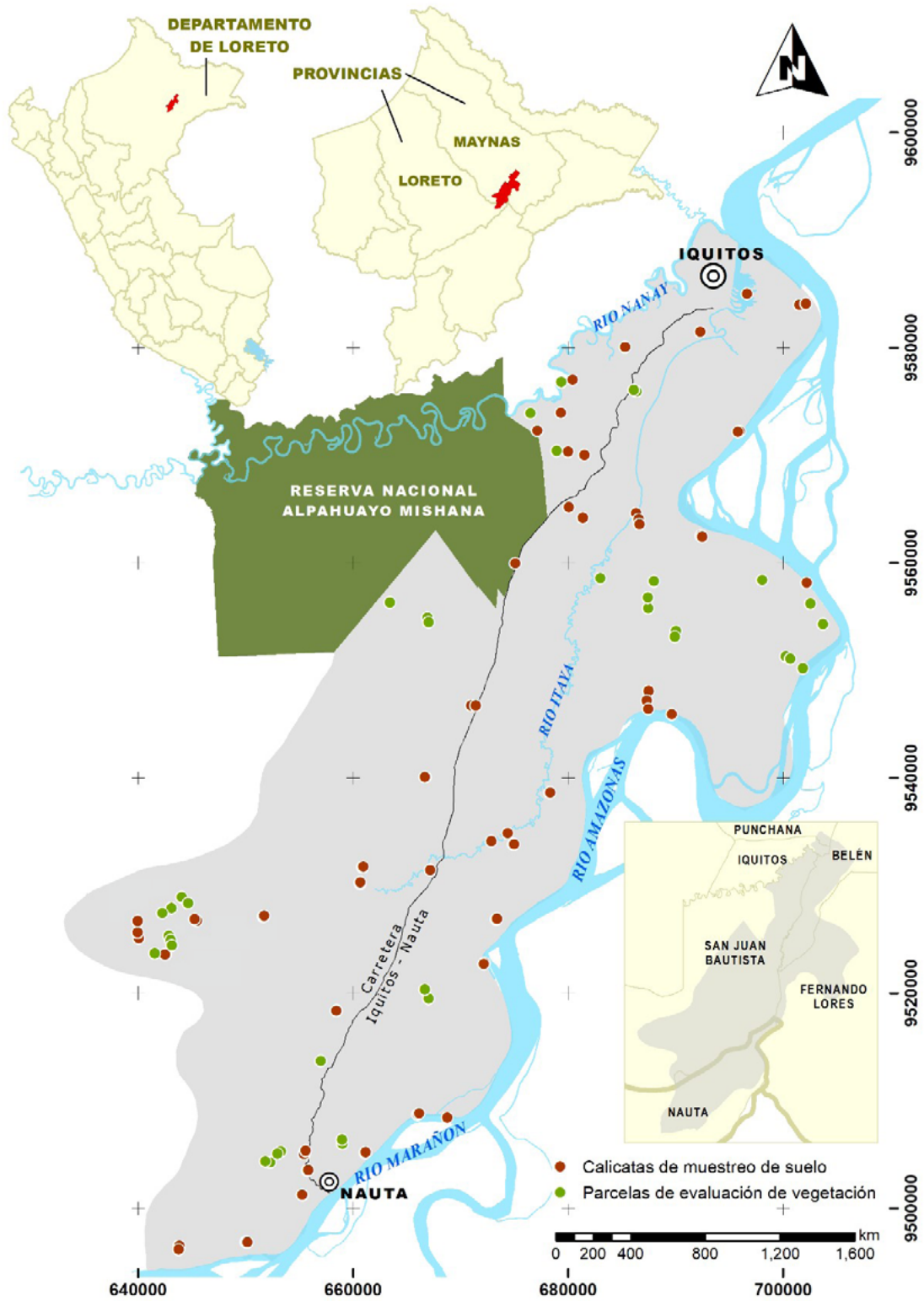


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio y de calicatas de muestreos de suelo y parcelas de evaluación de vegetación, área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú.

siguientes coordenadas del Sistema Geográfico Mundial (-73,8061; -4,5676 y -73,1564; -3,6928). Abarca una superficie de 2618,38 km², limita al Norte con los ríos Nanay y Amazonas, al Sur con el río Marañón, al Oeste con parte de la margen izquierda del río Nanay, Reserva Nacional Allpahuayo - Mishana, hasta el centro poblado Villa Belén, y al Este con la margen izquierda del río Amazonas, sector altamente dinámico, que contribuye a la generación de vegetación y consolidación del suelo (Figura 1).

La geomorfología del área de estudio se caracteriza por la presencia de depósitos fluviales o aluviales, complejos de orillares recientes y antiguos, terrazas bajas, medias y altas, y un sistemas de colinas bajas (Soria-Díaz *et al.*, 2015).

La vegetación presenta 24 comunidades vegetales, con fisonomía de bosques, palmerales y herbazales con alta diversidad de especies de plantas (Zárate *et al.*, 2013). La temperatura presenta medias mínimas entre 20 – 23 °C y máximas entre 30 – 33 °C, y la precipitación varía de 2600 a 3000 mm por año (Paredes, 2012).

ESTABLECIMIENTO DE CALICATAS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

Se establecieron 102 calicatas, de acuerdo a las unidades fisiográficas identificadas en Escobedo & Torres (2012), que fueron usadas para conocer las características físico-químicas del suelo sobre el cual se desarrolla las comunidades vegetales, las cuales fueron distribuidas en forma sistemática en transectos establecidos; la ubicación de las calicatas están detalladas en la Figura 1 y Tabla 1. Las dimensiones de las calicatas fluctuaron de 0,5 a 1,5 m de largo x 0,5 a 1 m de ancho y 0,3 a 1,8 m de profundidad, de acuerdo a las características del desarrollo del suelo (Resolución Ministerial N° 194-2017-MINAGRI). Se colectaron muestras del suelo para determinar la cantidad presente

en la arcilla, limo, arena, materia orgánica y saturación de bases expresados en porcentaje, asimismo el potasio y fósforo presente expresado en ppm; la capacidad de intercambio catiónico expresado en mEq/100 g, y finalmente el pH. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM).

ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA Y ESTRUCTURA

Se establecieron 37 parcelas de 20 x 50 m y se registraron todas las plantas ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Se colectaron muestras de plantas para la identificación de las especies de acuerdo a los protocolos de herborización estandarizados (Judd *et al.*, 1999). Se calculó la diversidad alfa de cada parcela a partir de la cantidad de especies e índices de diversidad alfa como Shannon H, Simpson 1-D y α Fisher; estas variables se calcularon en el programa Past (Hammer *et al.*, 2001), la estructura se determinó a partir del área basal y cantidad de individuos.

HERBORIZACIÓN

La colecta de las muestras botánicas se realizó con la ayuda de tijeras. Las muestras botánicas fueron prensadas en periódicos y codificadas, luego se preservaron en alcohol al 70%, posteriormente fueron trasladadas a ambientes adecuados para proceder con el secado. La identificación de las especies se realizó con la ayuda de claves taxonómicas elaboradas por Ribeiro *et al.* (1999); Vásquez (1997); Gentry (1993); Spichiger *et al.* (1990), Zárate *et al.* (2015); Amasifuén & Zárate (2005); Berg *et al.*, (2005); Vásquez & Rojas (2004); Prance (2001); asimismo, se utilizaron las exicatas disponibles en el Herbario AMAZ y la información disponible en la página web del

Tabla 1. Coordenadas en el Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) Zona 18 Sur de las calicatas de muestreo de suelo.

Calicata	Este	Norte	Calicata	Este	Norte	Calicata	Este	Norte
1	642571	9523570	35	643809	9496496	69	655452	9505050
2	642542	9523559	36	643822	9496494	70	655450	9505014
3	642533	9523565	37	643763	9496158	71	655443	9505000
4	642502	9523584	38	650028	9496842	72	655570	9505321
5	642482	9523556	39	650046	9496842	73	655281	9501216
6	640043	9525077	40	650056	9496831	74	655273	9501230
7	639957	9525606	41	650116	9496809	75	655262	9501241
8	639957	9525606	42	650159	9496810	76	655256	9501250
9	639959	9526688	43	661121	9505125	77	658469	9518361
10	645469	9526731	44	661130	9505143	78	658468	9518340
11	645238	9526858	45	661140	9505156	79	658451	9518339
12	651646	9527105	46	661148	9505186	80	658432	9518339
13	651659	9527110	47	665981	9508693	81	655734	9503489
14	651685	9527145	48	666121	9508798	82	655766	9503502
15	651732	9527181	49	668763	9508406	83	655780	9503531
16	660656	9530171	50	672207	9522794	84	655804	9503543
17	660673	9530281	51	672131	9522680	85	667174	9531416
18	660860	9531710	52	673310	9526841	86	666724	9540085
19	660884	9531706	53	673319	9526855	87	666715	9540089
20	660901	9531700	54	673345	9526866	88	666708	9540083
21	660925	9531718	55	673390	9526892	89	666680	9540092
22	672840	9534119	56	687484	9548055	90	670969	9546714
23	674891	9533810	57	687305	9547164	91	671420	9546711
24	674943	9533807	58	687438	9546403	92	681372	9564170
25	674955	9533819	59	689632	9545905	93	681386	9564174
26	674373	9534853	60	692373	9562521	94	680068	9565163
27	678278	9538607	61	692455	9562394	95	675080	9559919
28	678292	9538613	62	702184	9558116	96	679988	9570322
29	678310	9538614	63	695954	9572181	97	681500	9570007
30	678346	9538618	64	695790	9572166	98	679319	9573918
31	686301	9564589	65	701506	9583983	99	680410	9577016
32	686575	9564031	66	702114	9584088	100	685301	9580035
33	686638	9563566	67	696639	9584976	101	692305	9581466
34	643804	9496489	68	655462	9505067	102	677122	9572280

Tabla 2. Coordenadas en el Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) Zona 18 Sur de las parcelas para la evaluación de la vegetación.

Parcela	Este	Norte	Parcela	Este	Norte
RTC-1	642853	9525313	RTC-31	702541	9556200
RTC-2	643021	9524899	RTC-33	698057	9558370
RTC-4	643141	9524421	RTC-37	652284	9504255
RTC-8	643088	9527887	RTC-38	651839	9504359
RTC-9	644065	9528903	RTC-39	653291	9505248
RTC-10	644653	9528355	RTC-40	652963	9505055
RTC-11	641556	9523674	RTC-41	659011	9505961
RTC-12	642232	9527419	RTC-42	658958	9506376
RTC-14	682990	9558571	RTC-44	656999	9513669
RTC-15	687438	9555769	RTC-47	667023	9519476
RTC-16	687413	9556763	RTC-48	666672	9520330
RTC-17	690040	9553633	RTC-49	678923	9570395
RTC-18	687995	9558281	RTC-51	663412	9556310
RTC-19	689907	9553101	RTC-52	666928	9554892
RTC-27	701838	9550189	RTC-53	667010	9554456
RTC-28	703710	9554269	RTC-54	679357	9576786
RTC-29	700240	9551288	RTC-55	676488	9573893
RTC-30	700649	9551065	RTC-56	686335	9575916
			RTC-57	686119	9576045

Tabla 3. Características del suelo del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú,

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
1	15,55	7,68	30,60	3,08	2,28	4,00	19,60	18,00	62,40
2	14,38	6,98	33,40	2,86	1,86	3,94	21,00	17,60	61,40
3	16,87	7,62	39,40	3,08	2,22	3,87	12,80	23,20	64,00
4	20,26	5,41	26,60	2,84	0,61	4,28	22,00	16,40	61,60
5	30,25	5,28	26,50	2,63	0,45	4,25	25,00	17,00	58,00
6	13,02	8,86	33,40	3,12	2,63	3,95	20,80	22,00	57,20
7	12,26	10,21	33,60	3,06	1,74	4,09	26,40	24,00	49,60
8	19,36	5,96	22,75	3,13	0,64	4,25	9,00	15,50	76,00
9	17,92	7,82	21,25	2,25	1,37	4,31	6,00	34,00	60,00
10	10,37	9,63	24,40	2,22	1,60	4,08	29,40	24,80	45,80
11	5,20	20,08	31,00	2,05	0,84	4,05	44,50	38,25	17,25
12	6,56	21,86	57,00	2,32	1,60	4,20	40,00	36,00	24,00
13	6,57	19,87	46,80	2,70	1,94	3,99	39,20	37,60	23,20
14	8,87	14,98	55,20	3,10	2,32	3,82	35,40	39,60	25,00
15	8,22	16,54	46,60	2,58	0,87	3,94	40,80	36,40	22,80
16	5,89	32,43	131,00	4,72	7,09	3,71	65,20	18,00	16,80
17	7,74	21,49	69,00	2,03	3,36	3,75	44,67	21,33	34,00
18	10,86	18,14	62,40	3,32	1,17	4,08	43,60	31,60	24,80
19	11,95	15,90	51,00	4,22	1,24	3,99	35,20	34,00	30,80
20	11,34	15,78	47,20	3,74	0,98	4,11	35,00	38,40	26,60
21	29,53	16,48	63,00	3,05	2,05	4,14	30,50	32,50	37,00
22	15,33	7,92	31,75	3,93	1,35	3,70	11,50	35,00	53,50
23	23,94	5,73	30,20	3,00	1,01	4,43	28,60	17,60	53,80
24	13,80	6,30	20,40	2,66	0,92	4,10	24,80	19,60	55,60
25	37,72	10,99	46,00	3,50	10,30	4,42	6,00	13,00	81,00
26	8,58	15,80	59,50	3,43	2,58	4,03	41,25	29,00	29,75
27	7,76	19,14	70,20	2,42	1,52	4,19	42,40	31,20	26,40
28	8,40	19,78	79,60	2,54	1,34	4,21	44,80	31,00	24,60
29	8,67	13,20	38,75	1,85	0,93	4,19	29,50	29,50	41,00
30	34,09	10,35	37,67	3,27	3,89	4,41	13,33	37,33	49,33
31	50,83	20,03	60,60	3,28	1,56	4,78	30,20	38,20	31,60
32	45,18	10,61	30,33	3,87	0,85	5,08	10,67	40,67	48,67
33	56,96	20,61	92,00	2,82	5,68	5,19	32,00	38,00	30,00
34	14,53	20,83	76,80	2,16	2,88	4,09	39,60	29,00	31,40
35	15,20	9,87	32,17	2,07	0,91	4,10	28,67	30,33	41,00
36	14,21	9,82	82,80	2,06	0,69	4,19	26,40	27,80	45,80

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
37	11,93	13,50	41,00	2,58	0,44	4,27	34,80	41,00	24,20
38	6,19	16,99	56,80	1,86	1,35	4,08	37,60	27,80	34,60
39	11,32	16,80	55,50	2,10	1,79	4,02	35,00	26,00	39,00
40	10,45	11,14	34,80	1,98	0,62	4,20	31,20	30,20	38,60
41	10,52	18,46	68,60	2,14	0,79	4,32	42,80	23,00	34,20
42	9,81	10,72	35,40	1,32	0,66	4,25	22,40	33,00	44,60
43	9,34	9,70	22,80	2,78	1,54	4,20	30,80	19,00	50,20
44	11,63	8,83	22,40	2,14	1,02	4,19	30,00	20,00	50,00
45	13,08	10,50	14,60	1,84	1,06	4,29	32,00	19,60	48,20
46	13,87	8,80	27,57	1,90	0,90	4,27	24,43	21,43	54,14
47	77,60	18,34	108,80	8,68	1,13	6,37	35,20	50,40	14,20
48	71,09	31,25	146,33	19,23	7,72	5,66	33,67	43,33	23,00
49	100,00	10,62	58,40	5,80	0,65	7,67	7,40	51,60	41,00
50	100,00	11,09	70,00	15,07	1,36	7,56	8,33	56,67	35,00
51	100,00	10,03	62,67	10,67	2,04	7,60	7,00	39,33	53,67
52	13,31	8,83	16,80	2,26	1,23	4,86	33,80	13,60	52,60
53	22,21	8,90	14,00	2,28	1,49	4,17	32,60	12,80	54,60
54	10,06	9,82	15,00	2,44	1,38	4,22	28,80	16,00	55,20
55	9,70	8,45	13,60	2,14	0,80	4,43	31,00	16,00	53,00
56	3,56	70,80	68,00	9,60	68,13	3,79	0	0	0
57	1,44	116,00	35,00	9,40	87,23	3,60	0	0	0
58	2,33	112,00	78,00	11,20	81,03	3,51	0	0	0
59	44,06	15,96	46,00	9,50	0,97	5,31	17,50	54,75	27,50
60	45,53	14,61	39,83	8,58	0,75	5,21	15,00	55,33	29,67
61	51,90	16,86	83,40	10,00	8,58	5,34	23,00	50,50	26,50
62	79,14	14,96	74,25	2,83	1,42	7,22	15,00	66,00	19,00
63	67,98	15,76	90,50	4,70	0,57	5,91	24,00	56,50	19,50
64	76,18	18,24	69,00	3,03	0,89	6,05	20,33	59,67	20,00
65	85,36	10,13	41,33	4,45	0,53	6,28	8,33	28,83	62,83
66	80,03	14,08	68,80	7,04	1,12	6,39	18,40	45,00	36,60
67	76,01	11,68	75,50	7,65	1,22	6,55	17,50	55,50	27,00
68	6,40	15,41	68,33	2,95	2,15	3,31	68,33	2,95	2,15
69	8,26	15,90	58,20	2,84	2,37	3,17	58,20	2,84	2,37
70	9,99	9,50	20,20	2,56	1,60	3,22	30,40	18,20	51,40
71	20,28	5,60	20,60	2,76	0,72	3,63	16,00	13,40	70,60
72	19,76	8,67	28,50	4,22	1,06	3,65	24,00	33,00	43,00

Calicata	Porcentaje de saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
73	14,95	15,07	82,00	2,64	0,99	3,84	43,60	22,20	34,20
74	11,10	15,68	93,00	2,84	0,97	3,68	43,60	21,80	34,60
75	12,14	14,88	73,20	3,14	1,01	3,71	35,60	30,20	34,20
76	61,20	14,62	79,00	5,06	4,03	4,72	14,00	30,00	56,00
77	13,77	8,08	36,17	2,82	0,69	3,51	33,33	31,00	35,67
78	17,10	7,09	24,14	2,80	0,58	3,40	32,43	26,43	41,14
79	13,65	9,52	34,67	2,33	0,47	3,66	28,33	26,33	45,33
80	17,44	16,99	69,80	2,96	1,38	3,65	33,40	27,40	39,20
81	12,10	9,48	30,50	3,10	1,59	3,90	41,00	21,00	38,00
82	12,70	8,03	9,20	2,76	1,74	3,73	35,40	19,80	44,80
83	17,53	6,24	46,20	2,88	0,83	3,82	28,40	14,60	57,00
84	18,26	6,72	20,75	3,35	1,33	3,55	36,50	15,50	60,50
85	10,25	11,33	43,20	2,82	1,35	3,53	28,00	35,00	37,00
86	9,04	29,36	144,50	3,13	1,24	3,57	48,00	31,00	21,00
87	13,28	22,66	109,60	2,18	1,46	3,35	46,00	35,00	19,00
88	15,16	26,11	129,00	2,58	1,10	3,39	49,20	30,20	20,60
89	9,65	18,08	74,40	1,90	1,39	3,61	41,20	39,00	19,80
90	5,69	14,18	46,60	2,88	2,52	3,23	38,40	30,20	31,40
91	10,88	20,68	106,00	2,30	2,21	3,59	50,00	28,25	21,50
92	14,10	7,36	28,83	2,67	1,32	3,63	35,33	14,67	50,00
93	10,38	7,65	22,40	2,02	1,14	3,12	36,80	13,80	49,40
94	24,26	2,69	15,80	2,30	0,74	4,19	7,60	7,40	85,00
95	38,75	1,60	14,33	2,37	0,93	3,59	2,00	5,67	92,33
96	27,38	3,36	15,80	2,38	1,06	3,78	8,80	14,20	77,00
97	30,14	2,40	12,33	2,23	0,41	4,02	2,00	6,33	91,67
98	18,59	5,12	16,40	2,32	1,14	3,92	13,20	19,40	67,40
99	7,58	28,64	70,33	2,60	12,67	3,50	54,00	27,00	19,00
100	21,22	7,52	21,80	8,86	0,76	3,94	27,60	18,20	54,20
101	45,31	15,04	71,25	4,23	1,28	4,70	33,00	37,00	30,00
102	17,30	34,28	200,50	50,65	26,26	3,39	6,00	41,00	53,00
Promedio	24,31	15,78	52,29	4,26	4,30	4,29	29,12	28,75	41,61
Desviación estándar	24,01	16,44	33,55	5,46	13,47	0,97	14,41	13,83	19,41
Coefficiente de variación	98,76	104,18	64,17	128,14	313,50	22,49	49,49	48,09	46,63

Tabla 4. Diversidad Alfa y Estructura de Parcelas de 50 m x 20 m en el área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú,

Id,	Parcela	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal m ²	Individuos
1	RTC-19	6	1,512	0,7424	3,02	1,013813	19
2	RTC-42	22	2,968	0,9383	55,48	0,551548	27
3	RTC-12	16	2,269	0,8133	13,93	0,904845	30
4	RTC-17	12	2,176	0,8554	7,182	1,70712	31
5	RTC-55	21	2,936	0,9407	28,6	2,574632	31
6	RTC-18	21	2,684	0,8882	22,17	1,620707	35
7	RTC-57	9	1,653	0,7403	3,668	1,914239	39
8	RTC-15	19	2,611	0,8928	14,62	2,499983	39
9	RTC-28	31	3,304	0,9562	49,82	2,899741	43
10	RTC-14	28	3,051	0,9287	33,14	0,921115	44
11	RTC-53	28	3,182	0,9521	31,67	3,196721	45
12	RTC-31	29	3,161	0,947	32,26	1,984093	47
13	RTC-39	31	3,338	0,9606	39,66	2,556966	47
14	RTC-40	31	3,304	0,9579	39,66	1,942948	47
15	RTC-16	30	3,238	0,9531	34,23	1,754253	48
16	RTC-11	41	3,633	0,9704	118,3	2,116302	49
17	RTC-33	2	0,2712	0,142	0,4129	0,678779	52
18	RTC-38	36	3,474	0,9652	51,77	3,060425	52
19	RTC-2	40	3,557	0,9652	79,42	2,231983	52
20	RTC-56	13	1,258	0,4763	5,498	3,463436	53
21	RTC-52	30	3,251	0,9555	28,64	3,039755	53
22	RTC-51	34	3,307	0,9498	40,93	2,975556	53
23	RTC-37	37	3,415	0,9547	51,83	2,347463	54
24	RTC-48	38	3,497	0,9636	57,06	2,155546	54
25	RTC-47	36	3,417	0,9605	43,53	3,236121	56
26	RTC-54	35	3,354	0,956	38,58	2,827972	57
27	RTC-10	44	3,588	0,9608	83,14	2,365625	58
28	RTC-41	48	3,819	0,9767	120,2	1,791484	59
29	RTC-27	24	2,65	0,8918	13,75	3,532605	65

Id,	Parcela	Especies	Shannon H	Simpson 1-D	α Fisher	Área basal m ²	Individuos
30	RTC-9	56	3,929	0,9771	138,6	3,261897	69
31	RTC-44	46	3,561	0,9575	50,59	2,3084	75
32	RTC-8	50	3,732	0,97	65,56	2,125895	75
33	RTC-1	56	3,905	0,9765	96,13	2,871659	76
34	RTC-4	58	3,884	0,9738	88,32	3,095127	82
35	RTC-49	8	1,303	0,6384	2,147	1,908255	87
36	RTC-29	8	1,468	0,7158	1,961	3,11104	114
37	RTC-30	5	1,292	0,6688	1,011	2,229542	141
	Promedio	29,16	2,89	0,88	42,88	2,29	55,62
	Desviación estándar	15,21	0,92	0,17	35,86	0,79	23,35
	Coefficiente de variación	52,16	31,77	19,38	83,63	34,64	41,99

Tabla 5. Índices de correlación entre el promedio de las variables del suelo y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú,

Diversidad alfa y estructura	Spearman y p-value	Saturación de bases (%)	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	Arcilla (%)	pH	Limo (%)	Arena (%)
Especies	rs	-0,418	-0,736	-0,700	-0,791	-0,755	0,336	-0,545	-0,264	0,374
	p-value	0,188	0,008	0,015	0,002	0,006	0,296	0,076	0,416	0,245
Shannon H	rs	-0,345	-0,782	-0,664	-0,764	-0,800	0,309	-0,527	-0,282	0,442
	p-value	0,283	0,003	0,023	0,005	0,001	0,339	0,088	0,384	0,159
Simpson 1-D	rs	-0,345	-0,782	-0,664	-0,764	-0,800	0,309	-0,527	-0,282	0,442
	p-value	0,283	0,003	0,023	0,005	0,001	0,339	0,088	0,384	0,159
αFisher	rs	-0,227	-0,691	-0,682	-0,682	-0,900	0,264	-0,555	-0,100	0,323
	p-value	0,484	0,017	0,019	0,019	0,000	0,416	0,071	0,755	0,310
Área basal (m ²)	rs	-0,418	0,173	-0,236	-0,027	0,473	0,046	-0,173	0,145	-0,296
	p-value	0,188	0,595	0,467	0,924	0,132	0,881	0,595	0,653	0,353
Individuos	rs	-0,345	-0,491	-0,282	0,073	0,118	-0,445	0,009	-0,427	0,542
	p-value	0,283	0,116	0,384	0,818	0,714	0,159	0,968	0,178	0,076

Tabla 6. Índices de correlación entre las variables del suelo superficial y la vegetación del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú,

Diversidad alfa y estructura	Spearman y p-value	Saturación de bases (%)	Capacidad de intercambio catiónico	Potasio K (ppm)	Fósforo P (ppm)	Materia orgánica (%)	Arcilla (%)	pH	Limo (%)	Arena (%)
Especies	rs	-0,336	-0,864	-0,627	-0,555	-0,718	0,173	-0,436	-0,173	0,136
	p	0,296	0,000	0,035	0,071	0,011	0,595	0,168	0,595	0,673
Shannon H	rs	-0,273	-0,891	-0,591	-0,545	-0,773	0,091	-0,500	-0,255	0,227
	p	0,400	0,000	0,051	0,076	0,004	0,776	0,109	0,433	0,484
Simpson 1-D	rs	-0,273	-0,891	-0,591	-0,545	-0,773	0,091	-0,500	-0,255	0,227
	p	0,400	0,000	0,051	0,076	0,004	0,776	0,109	0,433	0,484
αFisher	rs	-0,164	-0,900	-0,673	-0,682	-0,855	0,200	-0,400	-0,091	0,046
	p	0,614	0,000	0,021	0,019	0,000	0,538	0,210	0,776	0,881
Área basal (m ²)	rs	-0,555	0,136	-0,200	0,291	0,336	-0,064	0,164	0,282	-0,182
	p	0,071	0,673	0,538	0,369	0,296	0,839	0,614	0,384	0,575
Individuos	rs	-0,427	-0,218	-0,255	0,264	0,200	-0,636	-0,609	-0,509	0,545
	p	0,178	0,502	0,433	0,416	0,538	0,032	0,043	0,102	0,076

Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>) y Field Museum of Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>). Las muestras después de ser identificadas fueron depositadas en el Herbario Herrerense del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de correlación entre la diversidad y estructura de la vegetación con las características físico-químicas del suelo, se utilizó la correlación de Spearman debido a que algunas variables no tienen una distribución normal. Los datos se correlacionaron en base a los promedios de las características del suelo y vegetación por tipo de vegetación. Se hicieron dos análisis uno con el promedio de todas las muestras de las calicatas y otro con la muestra superficial de la calicata, en total se realizó de 2 a 7 muestras por calicata.

RESULTADOS

Al relacionar el promedio de las características del suelo de las muestras por calicata y por comunidad vegetal se obtuvo los siguientes resultados: La cantidad de especies está correlacionada de forma negativa con fósforo (-0,791, *p-value*: 0,002), materia orgánica (-0,755, *p-value*: 0,006), capacidad de intercambio catiónico (-0,736, *p-value*: 0,008), potasio (-0,700, *p-value*: 0,015), y probablemente también con el pH (-0,545, *p-value*: 0,076); alcanzando valores altos; el resto de variables del suelo no están correlacionadas con la cantidad de especies. Los índices de diversidad alfa están correlacionados negativamente con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica; con valores altos y el resto de variables del suelo no están correlacionadas (Tabla 5). En cuanto a la estructura de la vegetación, ninguna de las características del

suelo está relacionada con el área basal ni con la cantidad de individuos, sin embargo, probablemente si exista relación positiva con la cantidad de arena (0,542, *p-value*: 0,076), ver Tabla 5.

El resultado entre las características de la primera muestra del suelo (profundidad: hasta 28 cm aproximadamente) y la vegetación, muestra que la cantidad de especies tiende a tener una correlación negativa con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica; mientras que en la estructura, tenemos que la cantidad de individuos está relacionada negativamente con la cantidad de arcilla (-0,636) y pH (-0,609), y correlación positiva moderada con la cantidad de arena en el suelo (0,545, *p-value*: 0,076); y el área basal probablemente esté relacionado negativamente con la saturación de bases (-0,555, *p-value*: 0,071), ver Tabla 6 para mejores detalles.

DISCUSIÓN

DIVERSIDAD ALFA

Las características del suelo (saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo, porcentaje de materia orgánica y pH) del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta presentan cantidades y valores bajos; entonces, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Resolución Ministerial N° 194-2017-MINAGRI), referido a la fertilidad de los suelos, el área de estudio comprende suelos pobres para el desarrollo de cultivos introducidos; sin embargo, alberga una alta diversidad de especies de plantas, que están adaptadas a este tipo de suelos.

Nuestro resultado indica que la diversidad alfa de las plantas con tallos desde 10 cm de DAP está influenciado negativamente por la cantidad

de potasio, fósforo y materia orgánica así como la capacidad de intercambio catiónico; entonces muchas especies arbóreas en la Amazonía necesitan poca cantidad de estas características del suelo; resultados similares encontraron Laurance *et al.* (2010), en la Amazonía brasilera, cerca de Manaos; quizás este comportamiento se repita en varios lugares en la Amazonía. Los suelos más pobres son los que tienen mayor cantidad de especies, pero esto debe tener una asíntota, en la cual la cantidad de especies ya no puedan aumentar e inicia una disminución. Estas semejanzas en los resultados, podría deberse a la influencia de factores edáficos y climáticos que condicionan la disponibilidad de estos nutrientes en ambos ambientes; respecto a estas observaciones, Goldillo & Bohórquez (2005) mostraron que la mayor concentración de los nutrientes (N, P, K, Ca, Na, Mg, Mn, Cu y Fe) en un bosque húmedo tropical, se encuentran en la vegetación, siendo menor el contenido en la hojarasca y el suelo, esto indica la existencia de una alta diversidad y la gran adaptabilidad de las especies con el fin de minimizar las pérdidas y la competencia por nutrientes.

Mientras que nuestro resultado es contrario a lo reportado por Quinto & Moreno (2014) para el Chocó Colombiano, quizás estas diferencias son causadas por la precipitación, ya que en ese sector de Colombia llueve mucho más que en la Amazonía peruana; y con Flores *et al.* (2017) en la que encontró relación positiva con la materia orgánica para las especies de la familia Sapotaceae en los bosques sobre arena blanca (Perú), esto indica que no en todos los grupos de plantas la materia orgánica del suelo está influenciando de la misma manera; incluso varias especies de Burseraceae, prefieren un solo tipo de suelo (Fine *et al.*, 2005), mientras que hay otras especies que son generalistas y pueden habitar en varios tipos de suelos, y habitar varios tipos de vegetación, como *Eschweilera coriacea*, *Parahancornia peruviana*, *Euterpe precatória*

(Zárate *et al.*, 2013); entonces el suelo puede estar influenciando en diferentes direcciones a diferentes grupos de plantas.

La variación del suelo condiciona diferentes hábitats y eso está contribuyendo a la variación de las comunidades vegetales (Gentry, 1981). Además, existe una variación de las características físico-químicas en suelos de un mismo orden (Escobedo & Torres, 2012), lo cual también está influenciando notoriamente en la riqueza de especies de plantas.

Las características del suelo que no influyen en la diversidad alfa de las comunidades de plantas de los bosques del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta son: saturación de bases, arcilla, limo y arena; en cuanto a la cantidad de arena, el presente resultado concuerda con lo publicado por Laurance *et al.* (2010) para la diversidad alfa de las comunidades de árboles de un sector del norte de Manaos en la Amazonía brasilera.

La cantidad de la concentración de fósforo de la parte superficial del suelo probablemente está correlacionada negativamente (-0,555, p-value: 0,071) con la cantidad de especies, es decir hay más especies de plantas mientras disminuya la cantidad de fósforo en el suelo; sin embargo, para Laurance *et al.* (2010), el fósforo influye en la riqueza de especies, pero con un valor positivo (0,425) para la Amazonía brasilera, quizás ocurra que el contenido de fósforo está correlacionado negativamente hacia el oeste de la Amazonía y positivamente hacia el Este. También se debe considerar que, para reducir la competencia por nutrientes, las especies manejan óptimos de nutrientes que le permiten crecer mejor por sus propios medios (óptimo fisiológico) y prosperar en compañía de otras plantas (óptimo ecológico), un cambio en esta dinámica sería perjudicial para el equilibrio del bosque y podría causar la dominancia de una o más especies con la consecuente pérdida (Goldillo & Bohórquez, 2005).

ESTRUCTURA

Nuestros resultados de las características del suelo que están correlacionadas con la cantidad de individuos y área basal son: arcilla y pH, y probablemente con la arena y saturación de bases; son similares a lo publicado por Laurance *et al.* (2010) y Calle-Rendón *et al.* (2011), en cuanto a la cantidad de arena y el pH; lo cual indica que no siempre en la Amazonía una sola característica físico-química del suelo influencia de la misma manera en la cantidad de individuos y área basal. Lo mismo pasa con la influencia del pH para el bosque del Chocó en Colombia (Quinto & Moreno, 2014). La cantidad de individuos tiene una relación negativa con la cantidad de materia orgánica (Quinto & Moreno, 2014; & Flores *et al.*, 2017), mientras que, en la presente investigación, la materia orgánica no está relacionada con la estructura. Probablemente las características del suelo pueden no estar influenciado de la misma manera en diferentes lugares.

El pH de la primera capa del suelo influye notoriamente en la cantidad de individuos, mientras más ácido es el suelo mayor cantidad de individuos; en la presente investigación se reporta un valor de -0,609 de índice de correlación de Spearman. Este resultado está en concordancia con Laurance *et al.* (2010) quienes encontraron un valor de -0,516, $p < 0,011$.

Cada tipo de vegetación se desarrolla en un orden de suelo (Lugo, 2006), como es el caso de los aguajales y varillales que se desarrollan sobre suelos orgánicos; y los bosques de terrazas bajas, bosques de terrazas medias, altas y bosques de colinas que se desarrollan sobre suelos minerales (Escobedo & Torres, 2012); esta estrecha relación está ocasionada por características geológicas y sus las propiedades edáficas (Higgins *et al.*, 2011).

En la presente investigación solo se ha estudiado la relación del suelo y las comunidades vegetales de selva baja en ámbito de la carretera

Iquitos-Nauta, por lo cual aún falta generar más estudios en otras localidades de la Amazonía, tanto en selva baja como alta del país, ya que el material parental (roca madre o material geológico inalterado) es diferente en la selva alta y selva baja.

CONCLUSIÓN

La diversidad alfa de los árboles y palmeras de los bosques y palmerales del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta están relacionados negativamente, al menos el 70 % con la capacidad de intercambio catiónico, potasio, fósforo y materia orgánica. Y la estructura, en cuanto a la cantidad de individuos, está relacionada negativamente con la arcilla y el pH.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Clelia Rengifo, Joannela Reyna, Diego Macedo, Daniel Escobedo, Pablo Pisco, Elmer Flores, Raquel Ramírez, Raúl García, Eloy Pacaya y Abelardo Ritz, por su valiosa ayuda durante el muestreo en campo del presente proyecto.

REFERENCIAS

- Amasifuén, C.; Zárate, R. 2005. *Composición taxonómica, ecología y período de floración de plantas leñosas "dicotiledóneas" en dos tipos de bosques del fundo UNAP (Km 31.5 carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. 347pp.
- Berg, C. C.; Rosselli, P. F.; Davidson, D. W. 2005. Cecropia. *Flora Neotropica*, 94: 1-230.

- Calle-Rendón, B.; Moreno, F.; Cárdenas-López, D. 2011. Relación entre suelos y estructura del bosque en la Amazonía colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 59(3): 1307-1322. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v0i0.3401>
- Del Vitto, L.A.; Petenatti, E.M. 2009. Asteráceas de importancia económica y ambiental: Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. *Multequina*, 18(2): 87-115.
- Escobedo, R.; Torres, G. 2012. *Guía metodológica de levantamiento de suelos para procesos de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) en la Amazonia Peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 158pp.
- Fine, P.; Daly, D.; Villa Muñoz, G.; Mesones, I.; Cameron, K. 2005. The contribution of edaphic heterogeneity to the evolution and diversity of burseraceae trees in the western Amazon. *Evolution*, 59(7): 1464-1478. DOI: <https://doi.org/10.1554/04-745>
- Flores, D. I.; Zárate, R.; Mozombite, L. F.; Gallardo, G. P.; Palacios, J. J.; Gonzáles, P. Y.; Macedo, N. L. 2017. Influencia de la hojarasca en la diversidad y estructura de tres familias angiosperma del varillal, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 26(1): 85-98 DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v26i1.421>
- Gentry, A. 1993. *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa*. Conservation International. Washington. 920pp.
- Gentry, A.H. 1981. Patterns of plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden* 75: 1-34. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Goldillo, E.; Bohórquez, D.P. 2005. Concentración de nutrientes en hojas, hojarasca y suelo en un Bosque Húmedo Tropical. *Momentos de Ciencia*, 2(1): 2538-9602.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electrónica* 4(1): 9.
- Higgins, M. A.; Ruokolainen, K.; Tuomisto, H.; Llerena, N.; Cardenas, G.; Phillips, O. L.; Vásquez, R. Räsänen, M. (2011). Geological control of floristic composition in Amazonian forests. *Journal of biogeography*, 38(11), 2136-2149.
- BIODAMAZ. 2004. *Estrategia regional de la diversidad biológica amazónica*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, 81pp.
- Janssens, F.; Peeters, A.; Tallowin, J.; Bakker, J.; Bekker, R.; Fillat, F.; Oomes, M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil*, 202: 69-78. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1004389614865>
- Judd, W.; Campbell, C.; Kellogg, E.; Stevens, P. 1999. *Plant Systematics: A phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland. 464 pp.
- Laurance, S.; Laurance, W.; Andrade, A.; Fearnside, P.; Harms, K.; Vicentini, A.; Luizao, R. 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science*, 21: 96-106. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01122.x>
- Lima, M. G. B.; Harring, N.; Jagers, S. C.; Löfgren, Å.; Persson, U. M.; Sjöstedt, M.; Brülde, B.; Langlet, D.; Steffeng, W.; Alpízar, F. (2021). Large-scale collective action to avoid an Amazon tipping point-key actors and interventions. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3: 1-13.
- Lugo, L. R. 2006. *La fisiografía, los suelos la vegetación y su relación con el sistema de agricultura migratoria, en el sector norte de la reserva forestal Sipapo, estado Amazonas*,

- Venezuela. Tesis Doctoral, Universidad de los Andes- Venezuela. 115pp.
- Maeda, E. E.; Abera, T. A.; Siljander, M.; Aragão, L. E.; Moura, Y. M. D.; Heiskanen, J. (2021). Large-scale commodity agriculture exacerbates the climatic impacts of Amazonian deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(7): 1-10.
- Mäki, S.; Kalliola, R.; Vuorinen, K. (2001). Road construction in the Peruvian Amazon: process, causes and consequences. *Environmental Conservation*, 28(03): 199-214.
- MINAGRI. 2006. Decreto Supremo N° 017-2009-AG: *Decreto supremo que aprueba el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor*. El Peruano. 14pp.
- Oliva, M.; Silva, R.C.; Espinoza, T.A.E. 2016. Efecto de las plantaciones de *Pinus patula* sobre las características fisicoquímicas de los suelos en áreas altoandinas de la región Amazonas. *INDES Revista de Investigación para el desarrollo sostenible*, 2(1): 28-36.
- Palacios-Vega, J. J.; Zárate-Gómez, R.; Martín-Brañas, M.; Minaya-Vela; R. (2021). Pérdida de bosque en zonas para la conservación y recuperación de la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) de la provincia Alto Amazonas, Loreto, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 9(1): 1-16.
- Paredes, M. 2012. *Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta: Clima*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos. 79pp.
- Pérez-Peña, P.E.; Bardales-Alvites, C.; Ramos-Rodríguez, M.C.; Alcántara-Vásquez, O.E.; Acho-Zevallos, G.W.; Lavajos, L.E. 2019. Mamíferos. In: Pérez-Peña, P.E.; Ramos-Rodríguez, M.C.; Díaz Alván, J.; Zárate Gómez, R.; Mejía Carhuana, K. (Eds). *Biodiversidad en las cuencas del Napo y Curaray, Perú*. p. 128-151.
- Pitman, N.; Bravo, A.; Claramunt, S.; Vriesendorp, C.; Alvira Reyes, D.; Ravikumar, A.; del Campo, A.; Stotz, D.F.; Wachter, T.; Heilpern, S.; Rodríguez Grández, B.; Sáenz Rodríguez, A.R.; Chase Smith, R. 2016. *Perú: Medio Putumayo-Algodón. Rapid biological and social inventories Report 28*. The Field Museum. Chicago. 522pp.
- Prance, G. 2001. *Chrysobalanaceae*. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 291pp.
- Quinto, H.; Moreno, F. 2014. Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del Chocó Biogeográfico. *Revista Árvore*, 38(6), 1123-1132. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000600017>
- Ribeiro, J., Hopkins, M., Vicentini, A., Sothers, C., Costa, M., Brito, J., Souza, M., Martins, L., Lohmann, L., Assuncao, P., Pereira, E., Silva, C., Mesquita, M.; Procopio, L. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA. Manaus. 799 pp.
- Rodríguez, L.A. 2007. *Características estructurales del bosque que pueden indicar diferencias en la dinámica en dos tipos de suelos en la Amazonía peruana*. Tesis pre-grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas. 48 pp.
- Rojas, N.B.; Barboza, E.; Maicelo, J.L.; Oliva, S.M.; Salas, R. 2019. Deforestación en la Amazonía peruana: Índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 81: 1-34. DOI: <https://doi.org/10.21138/bage.2538a>
- Romero, A. 2017. *Relaciones de la diversidad arbórea y el suelo en la gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo*. Tesis pre-grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 151pp.
- Soria-Díaz, H.; Camarasa-Belmonte, A.; Carmona-González, P. (2015). Riesgo de inundación de la ciudad de Iquitos, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 5(1): 11-24.

- Spichiger, R.; Méroz, J.; Loizeau, P.; Stutz L. 1990. *Contribución a la Flora de la Amazonía Peruana: Los Árboles del Arboretum Jenaro Herrera. Tomo I: Moraceae a Leguminosae*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 359 pp.
- USDA- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2010. *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Estado de México. 365pp.
- Van Der Maarel, E. 2005. *Vegetation ecology*. Blackwell Publishers, Oxford. 395 pp.
- Vásquez, R. 1997. *Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú*. Missouri Botanical Garden Press. Saint Louis. 1046 pp.
- Vásquez, R.; Rojas, R. 2004. *Plantas de la Amazonía peruana: Clave para Identificar las familias de Gymnospermae y Angiospermae*. Arnaldoa Trujillo. 261 pp.
- Vásquez, H.V.; Valquia, L.; Bobadilla, L.G.; Arbizu, C.I.; Alegre, J.C.; Maicelo, J.L. 2021. Influence of arboreal components on the physical-chemical characteristics of the soil under four silvopastoral systems in northeastern Peru. *Heliyon*, 7(8): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07725>
- Zárate, R.; Mori, T. J.; Maco-García, J.T. 2013. Estructura y composición florística de las comunidades vegetales del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. *Folia Amazónica*, 22(1-2): 77-89. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v22i1-2.50>
- Zárate, R.; Mori, T. J.; Ramírez, F. F.; Dávila. H. P.; Gallardo, G. P.; y Cohello, G. 2015. Lista actualizada y clave para la identificación de 219 especies arbóreas de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú. *Revista Acta Amazonica*, 45(2): 133 – 156. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402922>.

Recibido: 26 de marzo de 2021 **Aceptado para publicación:** 26 de mayo de 2022