

Artropodofauna de los Bosques de *Polylepis* (Rosaceae) de la Zona de Conchucos, Ancash

Arthropodofauna of the *Polylepis* (Rosaceae) Forests of the Conchucos Area, Ancash

Anahí J. Oroz-Ramos^{1,2}, Abdhiel A. Bustamante-Navarrete^{1,3}, Jhony Farfán-Flores¹ y Oscar J. Santander-Azpilcueta^{1,4,5}

¹ Colección Entomológica, Facultad de Ciencias, Escuela Profesional de Biología, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

² anahijeannette@yahoo.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1833-4204>

³ abdhie77@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8120-1274>

⁴ oscarjesusaz@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2463-9998>

⁵ Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, Cusco

Resumen

En este estudio de la diversidad de la artropodofauna de doce bosques de *Polylepis* en el departamento de Ancash (Tacarpo Gague, Pacchac, Yanacocha, Pumahuain, Checacmonte, Canrash, Juproc, Pachapaqui, Huinco, Jupaimarca, Huamanhueque), se reporta un total de 19 órdenes y 62 familias de artrópodos terrestres en los bosques evaluados. Los órdenes ampliamente representativos son los Diptera y Collembola. Especies de las familias Dytiscidae (*Rhantus*), Elmidae (*Stenelmis*), Psephenidae, Cucujidae, Dascillidae (Orden Coleoptera); Notonemouridae (*Neonemoura*) (Orden Plecoptera); Baetidae (*Baetis*, *Cloeodes*), Leptophlebiidae (*Thraulodes*) (Orden Ephemeroptera); Limnephilidae (*Anomalocosmoecus*), Helicopsychidae (*Helicopsyche*), Hidropsychidae (*Cailloma*) (Orden Trichoptera); y Corixidae (Orden Hemiptera) representan nuevos reportes de entomofauna en los bosques de *Polylepis*, a la vez que en Ancash y a nivel del país.

La metodología comprendió el uso de trampas Malaise, de caída (pitfall), trampas de luz, manguero, muestreo directo, y en el caso de la entomofauna acuática, barridos del lecho de los cuerpos de agua. Los índices de diversidad indican que el bosque más diverso en cuanto a familias de artrópodos terrestres es el bosque de Huinco, con un índice de diversidad de 2.66 y uniformidad de 74.24%, y el bosque menos diverso es Canrash, con un índice de diversidad de 0.98 y uniformidad de 26.73%. Ambos bosques no alcanzan un porcentaje mayor al 70% y 80% de similitud, respectivamente, con los demás bosques evaluados. De la revisión de la artropodofauna bentónica y con base en los taxones encontrados

donde se pueden observar los grupos Ephemeroptera y Trichoptera, además de representantes del orden Plecoptera y las dos familias de coleópteros acuáticos (Elmidae y Psephenidae), todos ellos con características conocidas de baja tolerancia a agentes extraños en su medio, se podría concluir que aunque las zonas de estudio se hallan sometidas a la presión antropogénica, esta no ha alterado los cuerpos de agua con la introducción de agentes sintéticos ni el exceso de materia orgánica. Además, el hecho de que grupos como los trichópteros, élmidos y ephemerópteros requieran de agua con alto grado de oxigenación y corriente rápida indicaría que estos cuerpos de agua todavía no han sido afectados significativamente en proporción a la reducción de los bosques de *Polylepis*.

Palabras Clave: Cambio climático, Andes tropicales, artrópodos, *Polylepis*, queñua, bosques, diversidad

Abstract

This study of the diversity of the arthropodofauna of twelve *Polylepis* forests in the Department of Ancash (Tacarpo Gague, Pacchac, Yanacocha, Pumahuain, Checacmonte, Canrash, Juproc, Pachapaqui, Huinco, Jupaimarca and Huamanhueque) reports a total of 19 orders and 62 families of terrestrial arthropods in the evaluated forests. The widely representative orders are the orders Diptera and Collembola. Species of the families Dytiscidae (*Rhantus*), Elmidae (*Stenelmis*), Psephenidae, Cucujidae, Dascillidae (Order Coleoptera); Notonemouridae (*Neonemoura*) (Order Plecoptera); Baetidae (*Baetis*, *Cloeodes*), Leptophlebiidae (*Thraulodes*) (Order Ephemeroptera); Limnephilidae (*Anomalocosmoecus*), Helicopsychidae (*Helicopsyche*), Hydropsychidae (*Cailloma*) (Order Trichoptera); and Corixidae (Order Hemiptera)

represent new reports of entomofauna in *Polylepis* forests; as well as in Ancash and at the country level.

The methodology included the use of Malaise traps, pitfall traps, light traps, beating, direct sampling and, in the case of aquatic entomofauna, water bottom sweeps. Diversity indices indicate that the most diverse forest in terms of families of terrestrial arthropods is the Huinco forest with a diversity index of 2.66 and uniformity of 74.24%, and the least diverse forest is Canrash with a diversity index of 0.98 and uniformity of 26.73%. Both forests do not reach a percentage greater than 70% and 80% of similarity, respectively, with the other evaluated forests. From the review of the benthic arthropodofauna and based on the taxa found where the groups Ephemeroptera and Trichoptera can be observed, as well as representatives of the order Plecoptera and the two families of aquatic Coleoptera (Elmidae and Psephenidae), all with known characteristics of low tolerance to foreign agents in their environment, it could be concluded that although the study areas are under anthropogenic pressure, this has not altered the bodies of water with the introduction of synthetic agents or excess organic matter. In addition, the fact that groups such as trichopteros, elmids and ephemeroptera require water with a high degree of oxygenation and rapid current would indicate that these bodies of water have not yet been affected significantly in proportion to the reduction of *Polylepis* forests.

Keywords: *Climate change, tropical Andes, arthropods, Polylepis, queñua, forests, diversity*

Introducción

En los Andes de América del Sur por encima de los 3800 hasta 5100 msnm, se pueden hallar pequeños fragmentos o relictos de bosques de *Polylepis*, género que incluye cerca de 20 especies distribuidas desde el norte de Venezuela al norte de Chile y Argentina, siendo los más diversos Ecuador, Bolivia y Perú (este último con 12 especies). Por ser un género nativo de los Andes, los bosques de *Polylepis* presentan estructuras particulares que responden a interacciones de sus comunidades de flora y fauna, que en el caso específico de los artrópodos cumplen funciones básicas. Estas características convierten a estos ecosistemas en vulnerables a la presión antrópica de las zonas altoandinas (Simpson, 1979; Ormazábal, 1991; Fjeldså, 1993; Kessler, 1995; Hjarsen, 1997).

Para la determinación de áreas prioritarias de conservación es de gran utilidad la identificación de espacios particularmente ricos en especies, especies raras, endémicas, vulnerables o con alguna combinación de estos atributos, haciendo necesarios estudios de recopilación y procesado de información taxonómica, que permitan obtener inventarios de calidad. (Sánchez, 2003), Dentro de la biodiversidad biológica, las plantas y animales son una fracción minoritaria en comparación con invertebrados e insectos, solo basta hacer una comparación, se han descrito a lo mucho 43,000 especies de vertebrados, en tanto que en insectos supera el millón (Arce de Hamity y Neder de Román, 1992). Sin embargo, una de las mayores dificultades en la elaboración de estrategias de conservación de ecosistemas altoandinos es el gran vacío de información biológica que se tiene al respecto debido a que la mayoría de estudios realizados sobre diversidad y taxonomía de artrópodos son realizados en selva baja y costa. Estudios realizados en bosques de *Polylepis* en la cordillera de Abancay y Vilcanota reportan que los órdenes más representativos que se hallan en estos bosques corresponden a dípteros, himenópteros, colémbolos, araneos y ácaros, que bien podrían considerarse como indicadores del estado de bosque, lo cual ayudaría a evaluar el impacto potencial de las actividades humanas.

El objetivo del trabajo fue realizar la evaluación de la entomofauna asociada a los bosques de *Polylepis* del Sur de Conchucos. El presente informe está basado en los datos obtenidos de seis de los doce bosques evaluados en los meses de marzo–mayo del 2005.

Materiales y Métodos:

Área de Estudio

El área de estudio se sitúa al sur del Corredor de Conchucos, ubicado al oriente de la Cordillera Blanca, en el departamento de Ancash. Políticamente, los bosques pertenecen a los distritos de Chavín de Huántar y San Marcos (provincia de Huari), y Aquia y Huasta (provincia de Bolognesi). Los bosques estudiados están ubicados en las zonas de paso frecuente de los habitantes de la región y próximos a zonas de pastoreo. Todos estos bosques se hallan afectados por la tala en distinto grado (Tabla 1).

Tacarpo (T) (Figura 1)

UTM8938658 y 18L0268232. 4211 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, medianamente alterado; los árboles de queñua de no más de cinco metros de altura y con abundancia de brinzales, asociado con *Gynoxys*. Suelo rocoso, cubierto en un 50% de musgo. Se halla ubicado dentro del territorio de la Comunidad Campesina de Pujum, distrito de San Marcos de la provincia de Huari.



Figura 1. Bosque de Tacarpo.

Gague (G) (Figuras 2 y 3)

Se halla ubicado en la localidad de Challhuayacu, distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari. Para facilitar el estudio de este bosque, se determinaron dos áreas de estudio:

Gague 1 - UTM 8935897 y 18L 0267780. 3950-4000 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri* con áreas conservadas y áreas alteradas; árboles de *Polylepis* de menos de 8 m de altura, en asociación con *Myrsine*, *Miconia* y *Gynoxys*; suelo cubierto de musgo en un 80% y pocas áreas expuestas.

Gague 2 - UTM 8935926 y 18L 266917. 3500 msnm. Bosque heterogéneo de *Polylepis weberbaueri* y *Polylepis sericea*. Las especies arbóreas están asociadas con *Gynoxys* sp., *Myrsine* sp., *Vallea stipularis*, *Miconia* spp., *Cytharexylum* sp. y *Hesperomeles* sp. Suelo cubierto de musgo en un 80% y pocas áreas expuestas.



Figura 2. Bosque de Gague 1.



Figura 3. Bosque de Gague 2.

Pacchac (P) (Figura 4)

UTM 8934400 y 18L 0267532. 3990-4260 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, húmedo moderadamente alterado; árboles de tamaño mediano, en asociación con *Gynoxys* sp., *Miconia*, poaceas. Suelo con poca cobertura vegetal, cubierto de musgo en un 30%. Políticamente pertenece a la localidad de Challhuayacu, distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari.



Figura 4. Bosque de Pacchac.

Yanacocha (Y) (Figura 5)

UTM 8932106 y 18L 0265683. 4400 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, húmedo medianamente conservado, con áreas fuertemente alteradas; árboles de tamaño mediado a grande, en asociación con *Miconia*, y poaceas; suelo con poca cobertura vegetal, musgo en un 60%. Jurisdicción de la localidad de Challhuayacu, distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari.



Figura 5. Bosque de Yanacocha.

Pumahuain (Ph) (Figura 6)

UTM 8931180 y 18L 0266317. 4180 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, moderadamente conservado, en asociación con *Gynoxys*, *Miconia* y *Tripteryx* sp., suelo cubierto 80% de musgo. Se halla ubicado dentro del territorio de la localidad de Challhuayacu, que pertenece políticamente al distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari.



Figura 6. Bosque de Pumahuain.

Checacmonte (Ch) (Figura 7)

UTM 8928944 y 18L 0269812. 4100 msnm. Bosque secundario medianamente alterado; *Polylepis weberbaueri*, en asociación con *Gynoxys* sp. y *Miconia* sp. Se halla ubicado dentro del territorio de la localidad de Challhuayacu, que pertenece políticamente al distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari.



Figura 7. Bosque de Checacmonte.

Canrash (C) (Figura 8)

UTM 8929912 y 18L 0274669. 4490 msnm. Bosque discontinuo moderadamente alterado. La especie arbórea predominante es *Polylepis weberbaueri*, en asociación con *Gynoxys* y poaceas. Áreas expuestas; cobertura de musgo en un 30%.



Figura 8. Bosque de Canrash.

Juproc (J) (Figura 9)

UTM 8939306, 18L 0271257. 4100 msnm. Bosque moderadamente conservado de *Polylepis weberbaueri*, en asociación con *Gynoxys* sp., *Miconia*

sp., *Hesperomeles* sp. y *Escallonia resinosa*. Se halla ubicado dentro del territorio de la Comunidad Campesina de Juproc, que pertenece políticamente al distrito de San Marcos de la provincia de Huari.



Figura 9. Bosque de Juproc.

Pachapaqui (Pch) (Figura 10)

UTM 8900586 y 18L 0271965. 4325 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, en asociación con *Gynoxys* sp.; áreas expuestas en un 40%, cobertura de musgo en un 20%. Sin corriente de agua. Ubicado dentro del territorio de la localidad de Pachapaqui, que pertenece políticamente al distrito de Aquia de la provincia de Bolognesi.



Figura 10. Bosque de Pachapaqui.

Huinco (H) (Figura 11)

UTM 8893384 y 18L 0275697. 4430 msnm. Bosque heterogéneo de *Polylepis weberbaueri*, *Polylepis pepeii* y *Polylepis* sp.; bosque muy húmedo y moderadamente conservado, con árboles de tamaño mediano a grande y abundantes brinzales. Suelo con buena cobertura vegetal, musgo en un 40%.

Políticamente pertenece al distrito de Huasta de la provincia de Bolognesi.



Figura 11. Bosque de Huinco.

Jupaymarca (Jp) (Figura 12)

UTM 8890698 y 18L 0277212. 4200 msnm. Bosque homogéneo discontinuo de *Polylepis weberbaueri*, en asociación con *Gynoxys* sp. Sin corriente de agua. Localidad de Jupaymarca, distrito de Huasta de la provincia de Bolognesi.



Figura 12. Bosque de Jupaymarca.

Huamanhueque (Hh)

UTM 8886660 y 18L 0270418. 4406-4434 msnm. Bosque homogéneo de *Polylepis weberbaueri*, húmedo alterado; árboles de tamaño mediano, en asociación con *Miconia* y poaceas. Suelo pedregoso con poca cobertura vegetal, musgo en un 60%. Localidad de Huamanhueque, distrito de Aquia de la provincia de Bolognesi.

Tabla 1. Ubicación y situación de los puntos de muestreo en los bosques estudiados.

Bosque	Estación	18L		Altitud msnm	Exposición de trampas	Estado actual
		N	E			
Tacarpo (T)	A	8938734	267873	4312	2	Levemente impactado
	B	8938776	267943	4370	2	Levemente impactado
Gague 1 (G1)	A	8935897	267780	4100	1	Conservado
	B	8935898	267679	4180	4	Impactado
Gague 2 (G2)	A	8935678	267886	3943	3	Medianamente impactado
	B	8935890	266698	3990	1	Conservado
Pacchac (P)	A	8934400	267532	4193	4	Fuertemente impactado
	B	8934476	267457	4269	3	Medianamente impactado
Yanacocha (Y)	A	8932106	265683	4409	2	Levemente impactado
	B	8932246	265650	4390	3	Levemente impactado
Pumahuain (Ph)	A	8931180	266317	4181	1	Conservado
	B	8931226	266754	4294	2	Levemente impactado
Chacacmonte (Ch)	A	8928944	269812	4141	2	Levemente impactado
	B	8929032	269069	4224	2	Levemente impactado
Canrash (C)	A	8929912	274669	4499	3	Levemente impactado
	B	8929562	274608	4496	3	Medianamente impactado
Juproc (J)	A	8939464	271179	4149	1	conservado
	B	8939306	271257	4123	4	Fuertemente impactado
Pacahapaqui (Pch)	A	8900586	271965	4325	2	Medianamente impactado
	B	8900676	271889	4274	4	Medianamente impactado
Huinco (H)	A	8892832	275697	4423	3	Levemente impactado
	B	8893048	275788	4466	3	Levemente impactado
Jupaymarca (Jp)	A	8890698	277212	4409	4	Medianamente impactado
	B	8890588	277368	4259	4	Medianamente impactado
Huamanhueque (Hh)	A	8886660	270418	4406	3	Levemente impactado
	B	8886678	270344	4434	4	Fuertemente impactado

Metodología:

Colectas en Campo

Las colectas se realizaron mediante la instalación de trampas, manguero, aspiración, revisión de musgo y corteza, y muestreos en las corrientes de agua.

Instalación de trampas - En cada bosque evaluado se determinaron dos estaciones de muestreo a diferentes altitudes y tomando las consideraciones del caso: área a estudiar, pendiente y exposición. Cada estación consistió en un transecto a favor de la gradiente altitudinal con una trampa Malaise, complementada por una batería de bandejas en su parte inferior, y un juego de 15 trampas de caída (pitfall) distanciadas tres metros una de otra.

Trampas Malaise - Es una trampa de malla sintética a manera de tienda o carpa tensada por cuerdas en cuya parte superior se halla un frasco colector conteniendo cianuro de potasio (Figura 13).



Figura 13. Trampa Malaise.

El principio de esta trampa, que sirve principalmente para insectos voladores, es que los insectos interceptados, por un instinto natural, suben a la parte superior entrando al frasco colector. Adicionalmente, se dispusieron bandejas de aluminio bajo la trampa para coleccionar aquellos insectos que no suben al frasco colector (Figura 14). Estas bandejas contenían



Figura 14. Bandejas con solución colectora.

una solución colectora a base de agua saturada de sal y unos gramos de detergente (lo suficiente para romper la tensión superficial). Las trampas Malaise proporcionan entonces dos datos: las muestras colectadas en el contenedor como propias de Malaise y las colectadas en las bandejas que contienen una solución colectora, consideradas como de intercepción.

Trampas de caída - Consistente en vasos plásticos de 8 cm de alto que contiene una solución colectora, instalados a profundidad, de manera que la boca quede a ras del terreno (Figura 15). Este método proporciona datos de artrópodos de hábitos terrestres. Como solución colectora se utilizó la misma solución que en las bandejas de intercepción.



Figura 15. Trampa de caída.

Manguero - Mediante el uso de mallas entomológicas para la obtención de muestras en el follaje de *Polylepis* y flora asociada (*Gynoxys*,

Myconia, *Myrcinus*). El manguero se realizó en un promedio de ocho árboles próximos a cada uno de los transectos a razón de 10 “golpes” por árbol.

Colecta directa y por aspiración - La colecta directa se realizó con el uso de pinzas flexibles y aspiradores entomológicos para la colecta de artrópodos de la corteza de los árboles de *Polylepis* y del musgo circundante a los transectos.

Colecta y crianza de inmaduros - Se colectaron muestras de insectos inmaduros, en especial de pupas de los órdenes Lepidóptera (mariposas y polillas), Diptera (moscas, mosquitos) e Hymenoptera (avispas) con el propósito de obtener adultos y/o posibles parasitoides.

Las muestras obtenidas fueron depositadas en cámaras de crianza consistentes en bandejas plásticas con divisiones individuales de 2x3 cm y con adecuada ventilación (Figuras 16 y 17). Todo el proceso de crianza se realizó bajo condiciones de campo y temperatura ambiente.



Figura 16. Bandeja de crianza y transporte.



Figura 17. Bandeja de crianza y transporte.

Transporte

Las muestras colectadas en las trampas Malaise, por manguero, colecta directa y aspiración se acondicionaron en papel toalla y luego fueron depositadas en contenedores de plástico. En el caso del material colectado por las trampas de caída (pitfall), intercepción y muestras acuáticas, se utilizaron viales plásticos y alcohol al 70% como medio de conservación.

Preparación, Montaje e Identificación

Las muestras se dispusieron en cámaras húmedas para devolverles la flexibilidad y facilitar su manipulación. Se procedió al montaje y etiquetado. Las identificaciones se realizaron con el uso de un microscopio estereoscópico de 40X-80X. Para facilitar el manejo de los modelos estadísticos y poder relacionar la diversidad a niveles de jerarquía taxonómica (Martín-Piera, 2000), las muestras fueron identificadas hasta el nivel de familia. La identificación del material continúa para llegar al nivel de género.

Todo el material se encuentra actualmente en la Colección Entomológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Resultados y Discusión

Sobre la base del conteo de individuos por familia (jerarquía taxonómica) y adicionalmente por método de captura (Tabla 7), se realizaron los análisis estadísticos de diversidad por orden por bosque (Tabla 2), diversidad y uniformidad por órdenes (Tabla 3) y por familias (Tabla 4) por bosque, similitud de familias por bosque (Tabla 5) y porcentaje de similitud de artrópodos bentónicos por bosque (Tabla 6). Para la realización de los análisis se utilizó el paquete estadístico DIVERS (Pérez-López y Sola-Fernández, 1993). En la identificación y registros de la artropodofauna acuática se utilizó la *Guía para la Determinación de lo Artrópodos Bentónicos Sudamericanos* (Fernández y Domínguez, 2001).

Se registran 13 órdenes y 32 familias para el bosque de Tacarpo. El índice de diversidad (H'), según Shannon, es de 1.73 con una uniformidad de 49.95%, lo que significa que este es uno de los bosques menos diversos en artropodofauna de la

zona de Conchucos. Su índice de similaridad, a su vez, nos indica que este bosque se halla mejor relacionado con el bosque de Yanacocha en un 80% y en menor relación con Canrash (23%). Las familias más abundantes son Mycetophilidae y Phoridae, ambas del orden Diptera. Su presencia se explica por la humedad presente en este tipo de bosques. En el caso de Mycetophilidae, su presencia es debido a que su principal fuente de alimentación son los hongos; Phoridae se ve atraído por la materia animal y vegetal descompuesta. En el orden Coleóptera, la familia Silphidae, al igual que Phoridae, es atraída por materia en descomposición. Los homópteros de las familias Psyllidae y Cicadellidae son presencia normal en bosques debido a sus hábitos fitófagos. En el caso de los collémbolos de las familias Etmobryidae y Poduridae, son conocidos grupos de hábitos hidrófilos. La artropodofauna bentónica está representada por las familias de dípteros Chironomidae (género *Chironomus*) y Simuliidae, caracterizadas por sus estadios juveniles acuáticos. Se hallan presentes mayormente en zonas con gran presencia de humedad (no es necesaria la presencia de una corriente de agua). La familia Simuliidae incluye especies de interés médico veterinario (no se puede precisar el género encontrado). Las familias Leptophlebiidae, Baetidae (orden Ephemeroptera) e Hydrobiosidae (orden Trichoptera) son los grupos propiamente acuáticos. Leptophlebiidae con el género *Thraulodes*, Baetidae con *Baetis*, e Hydrobiosidae con el género *Cailloma* se constituyen en registros nuevos para el Perú, anteriormente solo registrados en la entomofauna bentónica de Argentina, Chile y Ecuador. La importancia de estos grupos es su poca tolerancia a agentes extraños al agua. lo que los convierte en potenciales indicadores de la calidad ambiental. La presencia de grupos como Carabidae y Staphylinidae se debe a que son habitantes de las márgenes de cuerpos de agua o zonas muy húmedas, lugares donde realiza la oviposición o simplemente busca alimento (no son propiamente acuáticos).

En el bosque de Gague 1, se reporta un total de 10 órdenes y 31 familias. El índice de diversidad de Shannon indica que posee una baja diversidad, con uniformidad de 37%, existiendo abundancia de dos familias: Chironomidae (Diptera) y Etmobryidae (Collembola). El índice de similaridad cuantitativo en representantes terrestres relaciona este bosque con el bosque de Pacchac en un 81% y en menor grado con Juproc (40%). Es importante resaltar que Gague 1 alberga a cuatro de las ocho familias de collémbolos

registradas a nivel mundial: Entomobryidae, Isotomidae, Poduridae y Smythuridae.

En el bosque Gague 2 existen 9 órdenes y 32 familias, siendo los órdenes más representativos Diptera y Collembola, por el número de individuos registrados. A diferencia del bosque Gague 1, Gague 2 posee una mayor uniformidad en cuanto a los taxones encontrados, no existiendo dominancia de ningún taxón, con una uniformidad de 73.72% y una diversidad de 2.53. Haciendo un análisis de similitud entre las Estaciones A y B, no se ha hallado diferencia significativa. Cuantitativamente, Gague 2 se encuentra estrechamente relacionado con el bosque de Pumahuain (84.5%) y en menor escala con Canrash (28.4%), en términos de insectos terrestres.

En los bosques de Gague, la artrópodo-fauna bentónica está constituida por los dípteros de las familias Chironomidae (*Chironomus*), Simuliidae y Psychodidae, estas dos últimas de interés médico veterinario (no se determinaron los géneros). Las familias Leptophlebiidae y Baetidae (*Thraulodes* y *Baetis*) se hallan acompañadas de la familia Limnephilidae (género *Anomalocosmoecus*) del orden Trichoptera y *Perlesta* (Perlidae: Plecoptera) dentro del grupo de los insectos verdaderamente acuáticos, todos estos con la misma característica de poca resistencia a los agentes extraños. *Perlesta* y *Anomalocosmoecus* son registros nuevos a la entomofauna acuática del departamento de Ancash (*Anomalocosmoecus* es registro nuevo para el Perú). La familia Elmidae (Coleoptera), con el género *Stenelmis*, es uno de los pocos coleópteros susceptible a ser usado como indicador de calidad ambiental, pues vive dentro del agua a nivel de larva y adulto. Este es un nuevo registro para Ancash (anteriormente reportado en Cusco).

El bosque de Pacchac, de acuerdo con el número de taxones encontrados, se caracteriza por poseer una mediana a alta diversidad (2.54), con uniformidad de 69.02%, siendo este bosque uno de los más representativos en cuanto a artrópodos de queñuales, pues los índices de similaridad lo relacionan en un 80% con los bosques de Yanacocha, Pumahuain, Checacmonte y Juproc, y en menor grado con Canrash y Huamanhueque, con 57.3% y 56.4% respectivamente. En este bosque se reportan 40 familias distribuidas en 14 órdenes de artrópodos, y se aprecia la dominancia de quironómidos, phóridos y entomobryídeos. El bosque de Pacchac incluye en su entomofauna

bentónica a dípteros de la familia Tabanidae, solo de interés entoveterinario (posiblemente *Tabanus*). Los insectos puramente acuáticos son *Thraulodes* (Leptophlebiidae) y Elmidae con *Stenelmis*. Las familias Carabidae, Curculionidae y Chrysomelidae son grupos más bien riparios. Respecto a artrópodos bentónicos, cualitativamente Pacchac es más similar a Juproc y Canrash en un 26.7%

En el bosque de Yanacocha, se reportan 40 familias de artrópodos distribuidas en 14 órdenes. En este bosque se reporta el primer registro del orden Psocóptera, con la familia Psocidae (tres ejemplares obtenidos en las trampas de intercepción). Los órdenes más abundantes en este bosque son Diptera y Collembola. Los índices de diversidad y similitud de artrópodos terrestres nos indican que este bosque es medianamente diverso con uniformidad de 69.03% y una similitud de hasta 91.6% con el bosque de Pumahuain, un 80% con los bosques de Pacchac, Checacmonte y Juproc, y en menor porcentaje con Canrash (38.4%). En cuanto a artrópodos bentónicos, su fauna acuática guarda mayor relación con la fauna acuática de muestras obtenidas de cuerpos de agua cercanos al bosque de Canrash. La artrópodo-fauna acuática está constituida por *Helicopsyche* (Helicopsychidae), *Smicridea* (Hydropsichidae) y *Anomalocosmoecus* (Limnephilidae) en el orden Trichoptera. *Smicridea* y *Helicopsyche* son registros nuevos para el Perú, anteriormente solo reportados en Argentina y el norte de Chile. La familia Corixidae representa un nuevo registro para Ancash, el género no ha sido determinado. Se determinó también a un ejemplar de la familia Dytiscidae (Coleoptera) perteneciente al género *Rhantus* (reporte nuevo para Ancash).

El bosque de Pumahuain es un bosque medianamente diverso con un índice de diversidad de 2.44 y uniformidad de 67.69%. Se registran 11 órdenes con 37 familias, con abundancia de las familias Phoridae, Chironomidae, Sciaridae y Entomobryidae. Existen diferencias significativas entre los índices de similitud de los artrópodos terrestres y bentónicos encontrados para este bosque. Pumahuain tiene en su entomofauna bentónica a los dípteros Chironomidae y Simuliidae (propios de zonas húmedas). Leptophlebiidae (*Thraulodes*?), Baetidae (*Baetis*) del orden Ephemeroptera, Notonemouridae (*Neonemoura*, nuevo registro para el Perú) del orden Plecoptera y Limnephilidae (*Anomalocosmoecus*) del orden Trichoptera son los acuáticos presentes en las

corrientes de agua de Pumahuain. Este bosque resulta ser uno de los más interesantes al presentar los tres grupos más importantes de insectos acuáticos en un mismo punto (adicionalmente Notonemouridae es un nuevo registro para Ancash). Para complementar a las anteriores familias, se halla presente Psephenidae del orden Coleoptera. Esta familia es otra de las posibles alternativas para uso como indicador ambiental, ya que, al igual que Elmidae también presente en este boque, usa el oxígeno disuelto en el agua para su respiración. Psephenidae es un nuevo registro para el Perú, pudiendo tratarse de una nueva especie, ya que solo se reportan cuatro géneros con ocho especies en América del Sur.

Para el bosque de Checacmonte, se reportan 38 familias distribuidas en 13 órdenes, con un índice de diversidad de 23.5 y uniformidad de 64.06%. El índice de similitud de artrópodos terrestres lo relaciona en mayor porcentaje con el bosque de Juproc (97.8%) y Pumahuain (96.2%). Existe predominancia de quironómidos, phóridos, Sciaridae (*Sciara* y *Rhynchosciara*) y Entomobryidae. Checacmonte presenta las familias Chironomidae y Simuliidae (no se pudo establecer los géneros). Nuevamente la entomofauna acuática está representada por *Thraulodes*, *Baetis* (Ephemeroptera), *Cailloma*, *Anomalocosmoecus* (Trichoptera) y *Stenelmis* (Elmidae: Coleoptera). Se hallan también presentes representantes del orden Ácari (Hydrachnidae). El índice cualitativo de similitud de artrópodos bentónicos demuestra que los bosques más relacionados con Checacmonte son Jupro y Canrash.

En el bosque de Canrash, se registra un total de 40 familias distribuidas en 12 órdenes. El índice de diversidad para este bosque lo califica como un bosque poco diverso, con uniformidad de 26.73%. De acuerdo con el índice de similitud para artrópodos terrestres, el bosque de Canrash alcanza un máximo de similitud con el bosque de Gague 1 (77.1%), con gran predominancia de quironómidos, lo que no sucede con artrópodos bentónicos, cuyos índices, si bien no son altos, relacionan a Canrash con Pumahuain, Checacmonte, Juproc y Tacarpo por encima del 50%. En la entomofauna acuática encontramos quironómidos (*Chironomus*) y simúlidos dentro del orden Diptera (sin identificar). *Cloeodes* de la familia Baetidae (nuevo registro para el Perú), Notonemouridae (Plecoptera), Helicopsychidae y Limnephilidae son los insectos acuáticos, junto a *Stenelmis* (Elmidae: Coleoptera) y Corixidae. En el

caso de Corixidae, no se puede determinar su uso como indicador.

El bosque de Juproc registra el mayor número familias de artrópodos, con un total de 50 familias distribuidas en 14 órdenes. De acuerdo con el índice de diversidad, se le califica como bosque medianamente diverso (2.55), con uniformidad de 65.4%, y un porcentaje de similitud en artrópodos terrestres que supera el 90% con los bosques de Checacmonte y Pumahuain. Para este bosque se reporta la presencia de áphidos alados y ápteros, lo que nos indica la presencia de colonias de este grupo (Homóptera), cuya situación requiere un mayor estudio. Para los artrópodos bentónicos se tiene un porcentaje de similitud superior al 60% con los bosques de Pumahuain, Checacmonte y Canrash. Chironomidae, Simuliidae y Blephariceridae (registro nuevo para Ancash) representan al orden Diptera. *Thraulodes*, *Baetis* (Ephemeroptera), *Helicopsyche*, *Cailloma*, *Anomalocosmoecus* (Trichoptera) y Corixidae (orden Hemiptera) son los principales taxones acuáticos en el bosque de Juproc.

El bosque de Huinco reporta 10 órdenes con 36 familias. Para este bosque se realizó un estudio comparativo independiente de las dos estaciones de muestreo, donde la Estación A y la Estación B tienen un porcentaje de similitud no mayor del 50% en cuanto a artrópodos terrestres capturados por las trampas Malaise e intercepción, y un 78% de similitud de las trampas de caída. Las diferencias más marcadas en este bosque se dan con las familias de dípteros e himenópteros, colectados en la Estación A. Para el estudio de artrópodos terrestres, el índice de diversidad lo califica como el bosque más diverso de todos los estudiados con un índice de diversidad de 2.66 y uniformidad de 74.24%. La mayor diversidad de artrópodos encontrados en este bosque se daría como respuesta la composición misma de bosque. En Huinco se pudo hallar, fuera de *Chironomus*, al limnephílido *Anomalocosmoecus*. Huinco se constituye de esta manera como el bosque menos diverso en artropodofauna y entomofauna bentónica.

En el bosque de Huamanhueque se registra un total de 10 órdenes y 30 familias de artrópodos terrestres, con una diversidad media (2.38) y uniformidad de 70%. El estudio comparativo entre las dos estaciones de muestreo instaladas en este bosque nos permite hacer una distinción más clara de la diversidad de artrópodos presentes en una estación

totalmente alterada y una estación más conservada, donde la colonización de especies herbáceas juega un rol importante; así que en zonas más alteradas predominan las familias Muscidae, Anthómidae, Syrphidae, y Cicadellidae. El porcentaje de similitud de artrópodos terrestres lo relaciona en un 79% con el bosque de Gague 2.

Los bosques de Pachapaquí y Jupaymarca se les ha excluido del análisis estadístico general por motivo de alteración en las muestras obtenidas; solo se considera el análisis a nivel de trampas Malaise. Estos dos bosques guardan un porcentaje de similitud de 71.4%. Para Pachapaquí se registra un total de 36 familias en siete órdenes. Para Jupaymarca se reportan 9 órdenes con 30 familias de artrópodos terrestres. Chironomidae con *Chironomus*, *Thraulodes* (Leptophlebiidae: Ephemeroptera) y *Baetis* (Baetidae: Ephemeroptera) representan a la entomofauna bentónica de Pachapaquí, haciendo de este bosque uno de los menos diversos en cuanto a artropodofauna bentónica. Jupaymarca cuenta con *Chironomus* (Chironomidae) y la familia Blephariceridae en el orden Diptera. Leptophlebiidae, Baetidae (Ephemeroptera), Helicopsychidae, Limnephilidae (Trichoptera) y Elmidae (Coleoptera) son los taxones netamente acuáticos.

Conclusiones

Por sus características ecológicas, los bosques de *Polylepis* presentan condiciones favorables para albergar comunidades de artrópodos hidrófilos, muchos de ellos considerados como bioindicadores para determinar los grados de toxicidad en el ambiente por su sensibilidad a bajas concentraciones de sedimentos, contaminación por metales pesados y acumulación de biocontaminantes asociados a cuerpos de agua y suelos hidrófilos.

Se reporta un total de 19 órdenes y 62 familias de artrópodos terrestres en trece bosques de *Polylepis* evaluados. Los órdenes ampliamente representativos en bosques de *Polylepis* son los órdenes Diptera y Collembola.

El índice de diversidad de Shannon nos indica que el bosque más diverso en cuanto a familias de artrópodos terrestres es el bosque de Huinco con un índice de diversidad de 2.66 y uniformidad de

74.24%; y el bosque menos diverso es Canrash, con un índice de diversidad de 0.98 y uniformidad de 26.73%. Ambos bosques no alcanzan un porcentaje mayor al 70% y 80% de similitud, respectivamente, con los demás bosques evaluados.

Los índices de similitud entre los doce bosques evaluados cuantitativamente (Tabla 5), definen como bosques más similares entre sí a Pumahuain, Juproc, Checacmonte y Yanacocha con un índice mayor a .90. La mayor diversidad de insectos se presenta en los bosques heterogéneos de *Polylepis* (p. ej. Huinco), en comparación con bosques donde hay predominancia de una sola especie de queñua. A su vez se puede considerar como una variable de importancia la presencia de especies herbáceas y arbustivas en bosques impactados, lo cual conlleva que los índices de diversidad sean más altos en los bosques con mayor actividad antropogénica.

Dytiscidae (*Rhantus*), Elmidae (*Stenelmis*), Psephenidae, Cucujidae y Dascillidae (Orden Coleoptera); Notonemouridae (*Neonemoura*) (Orden Plecoptera); Baetidae (*Baetis*, *Cloedes*) y Leptophlebiidae (*Thraulodes*) (Orden Ephemeroptera); Limnephilidae (*Anomalocosmoecus*), Helicopsychidae (*Helicopsyche*) y Hidropsychidae (*Cailloma*) (Orden Trichoptera); y Corixidae (Orden Hemiptera) constituyen nuevos reportes de entomofauna en los bosques de *Polylepis*, a la vez que en el departamento de Ancash y a nivel del país.

De la revisión de la artropodofauna bentónica y en base a los taxones encontrados donde se pueden observar los grupos Ephemeroptera y Trichoptera, además de representantes del orden Plecoptera y las dos familias de coleópteros acuáticos (Elmidae y Psephenidae), todos ellos con características conocidas de baja tolerancia a agentes extraños en su medio, se podría concluir que aunque las zonas de estudio se hallan sometidas a la presión antropogénica, ésta no altera los cuerpos de agua con la introducción de agentes sintéticos ni el exceso de materia orgánica. Además, el hecho de que grupos como los trichópteros, élmidos y ephemerópteros requieran agua con alto grado de oxigenación y corriente rápida indicaría que estos cuerpos de agua todavía no han sido afectados en proporción a la reducción de los bosques de *Polylepis*.

Tabla 2. Diversidad de artrópodos por orden en 11 bosques de *Polylepis*.

	T	G1	G2	P	Y	Ph	Ch	C	J	H	H
Acari	4	5	5	22	13	3	5	3	7	0	5
Aranea	30	10	19	26	16	22	24	22	29	75	116
Chilopoda	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	19	10	18	41	30	30	38	75	51	21	59
Collembola	96	212	121	244	192	235	173	293	109	29	477
Dermaptera	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0
Diplopoda	2	1	0	1	1	3	1	0	0	0	0
Diptera	1711	577	288	915	1223	1011	1171	4833	1262	766	453
Hemiptera	0	0	0	3	2	1	2	0	1	2	0
Homoptera	28	10	11	72	22	24	55	48	41	62	34
Hymenoptera	17	3	16	40	72	59	73	7	63	27	21
Lepidoptera	16	4	8	15	25	21	11	18	47	29	27
Neuroptera	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Opiliones	2	0	0	1	2	0	1	0	1	0	1
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pseudoscorpionida	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psocoptera	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0
Thysanoptera	0	0	0	3	20	0	0	11	1	2	0
Trichoptera	1	0	1	0	0	0	1	0	4	4	1

Tabla 3. Índices de diversidad y uniformidad de la artropodofauna, basados en órdenes, en los bosques de *Polylepis* de la zona de Conchucos.

Bosque	T	G1	G2	P	Y	Ph	Ch	C	J	H	Hh
H'	0.55086	0.85464	1.23012	1.18047	0.97591	0.98580	1.71584	0.42119	0.94388	1.00192	1.40660
E	0.21477	0.37117	0.55985	0.44731	0.36980	0.41111	0.37262	0.16950	0.35766	0.43513	0.61088

[H' = Índice de diversidad de Shannon; E = Índice de Rarefacción o uniformidad]

Tabla 4. Índices de diversidad y uniformidad de la artropodofauna, basados en familias, en los bosques de *Polylepis* de la zona de Conchucos.

Bosque	T	G1	G2	P	Y	Ph	Ch	C	J	H	Hh
H'	1.73146	1.98968	2.53157	2.54615	2.54672	2.44425	2.35245	0.98636	2.55876	2.66051	2.38179
E	0.49959	0.57941	0.73721	0.69022	0.69038	0.67691	0.64061	0.26739	0.65408	0.74243	0.70028

[H' = Índice de diversidad de Shannon; E = Índice de Rarefacción o uniformidad]

Tabla 5. Índice de similitud de familias de artrópodos por bosque evaluado.

Bosque	T	G1	G2	P	Y	Ph	Ch	C	H	J	Hh	Jp
T	1	0.335	0.501	0.541	0.805	0.680	0.679	0.231	0.291	0.639	0.206	0.206
G1		1	0.592	0.813	0.499	0.527	0.422	0.775	0.526	0.407	0.616	0.616
G2			1	0.798	0.760	0.845	0.771	0.284	0.694	0.765	0.790	0.790
P				1	0.806	0.879	0.816	0.573	0.620	0.811	0.564	0.564
Y					1	0.916	0.855	0.320	0.529	0.844	0.384	0.384
Ph						1	0.962	0.326	0.533	0.958	0.504	0.504
Ch							1	0.318	0.533	0.978	0.368	0.368
C								1	0.430	0.305	0.193	0.193
H									1	0.575	0.419	
J										1	0.356	
Hh											1	
Jp												1

Tabla 6. Porcentaje de similitud de artrópodos bentónicos de los bosques de la zona de Conchucos.

Bosque	T	G1	P	Y	Ph	Ch	C	J	Pch	H	Jp	Hh	% de Sorenson
T		53.3	18.2	16.7	55.6	82.4	55.6	66.7	72.7	20.0	40.0	44.4	
G1	36.4		16.7	15.4	63.2	66.7	52.6	52.6	50.0	36.4	62.5	20.0	
P	10.0	9.1		22.2	13.3	14.3	26.7	26.7	25.0	00.0	16.7	00.0	
Y	9.1	8.3	12.5		25.0	26.7	50.0	37.5	00.0	25.0	30.8	00.0	
Ph	38.5	46.2	7.1	14.3		66.7	72.7	72.7	53.3	42.9	73.7	15.4	
Ch	70.0	50.0	7.7	15.4	50.0		66.7	66.7	57.1	30.8	55.6	33.3	
C	38.5	35.7	15.4	33.3	57.1	50.0		63.6	40.0	28.6	52.6	15.4	
J	50.0	35.7	15.4	23.1	57.1	50.0	46.7		53.3	42.9	73.7	30.8	
Pch	57.1	33.3	14.3	00.0	36.4	40.0	25.0	36.4		28.6	50.0	33.3	
H	11.1	22.2	00.0	14.3	27.3	18.2	16.7	27.3	16.7		54.5	00.0	
Jp	25.0	45.5	9.1	18.2	58.3	38.5	35.7	58.3	33.3	37.5		54.5	
Hh	28.6	11.1	00.0	00.0	08.3	20.0	08.3	18.2	20.0	00.0	11.1		
% de Jaccard													

Agradecimientos

A la Asociación Ecosistemas Andinos (ECOAN) y a American Bird Conservancy por la utilización de los datos del proyecto “Diversidad Biológica de los Bosques de *Polylepis* del Sur de los Conchucos, Ancash, Perú”.

Referencias

- Arce de Hamity, M. y Neder de Román, E. (1992). *Los artrópodos de la Reserva de Biósfera Laguna de Pozuelos: I – Diversidad de taxones* [cap. 4, 1-14]. Disponible en: <http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/puna4.pdf>
- Fernández, H. R. y Domínguez, E. (Eds.) (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Universidad Nacional de Tucumán.
- Fjeldså, J. (1993). The avifauna of the *Polylepis* woodlands of the Andean highlands: The efficiency of basing conservation priorities on patterns of endemism. *Bird Conservation International*, 3(1), 37-55.
- Hjarsen, T. (1997). *The effects of plantations in the Andes*. *Tropical Forest Update*, 7, 15.
- Kessler, M. (1995). The genus *Polylepis* (Rosaceae) in Bolivia. *Candollea*, 50, 131-171.
- Martín-Piera, F. (2000). *Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango en Insectos. Exploración de funciones predictivas basadas en la relación de riqueza a diferentes niveles de la Jerarquía Taxonómica (modelos 'RESTAR')*. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/pribes/FERMIN/Subproyecto1.html>
- Ormazábal, C. S. (1991). Silvopastoral systems in arid and semiarid zones of northern Chile. *Agroforestry Systems*, 14(3), 207-217.
- Pérez-López, F. J. y F. M. Sola-Fernández (1993). *DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad* [programa informático en línea]. Disponible en: <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>
- Sánchez, D. (2003). *Coleópteros acuáticos y áreas prioritarias de conservación en la Región de Murcia*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. [refr: *Ecosistemas*, 12(2), mayo-agosto]
- Simpson, B. B. (1979). A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbaea). *Smithsonian Contributions to Botany*, 43, 1-62.

ORDEN	FAMILIA	Canrash			Checac monte			Gague 1			Gague 2			Huaman hueque			Huinco			Jupay marca			Juproc			Pacchac			Pachapagui			Pumahuain			Tacarpo			Yanacocha		
		I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P			
Hymenoptera	Ichneumonidae	2	33	3	3	17	1	1	3	8	3	8	1	3	6	12	5	14	1	6	13	1	15	2	30	1	12	6	1	15	2	1	12	6	44					
	Proctotrupidae	3	3	1				1	1							1										2			2						2					
Lepidoptera	Gelechiidae	1	6	4												1	1	1							3										5					
	Geometridae	13	23	7	2	3	1	1	1	3	4	15	3	5	2	5	3	2	2	7	3	5	9	10	5	3	6	3	5	9	6	6	10							
	Gracillariidae												18																											
	Noctuidae	6	8	1	2	2	3	3	1	1	8	2	2	2	1	5	1	5	5	5	5	5	3	3	1	5	2	3	3	1	3	1	1	1						
Mecoptera																		1																						
Neuroptera																																								
Opiliones				1	1					1												1									2		2							
Plecoptera				1																																				
Pseudoscorpion																																								
Pseudoscorpion																																								
Psocoptera																																								
Thysanoptera																																								
Trichoptera																																								
Total				3418	2897	613	522	851	184	430	167	261	233	79	166	368	202	622	226	688	135	94	434	393	810	200	612	420	352	264	430	672	308	1336	347	250	580	659	292	

[Métodos de Captura: Trampa de Intercepción (I), Trampa Pitfall (de caída) (P), y Trampa Malaise (M)]