

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“DISCRIMINACIÓN ESPACIAL DE LA COMUNIDAD  
ARTROPODOS TERRESTRES A DIFERENTES NIVELES DE  
RESOLUCIÓN TAXONOMICA EN EL DISTRITO  
ALTOANDINO DE CAJATAMBO”**

Presentado por:

**JORGE ARMANDO LUJAN LEIVA**

Tesis para optar el título profesional de:

**BIÓLOGO**

Lima-Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“DISCRIMINACIÓN ESPACIAL DE LA COMUNIDAD  
ARTROPODOS TERRESTRES A DIFERENTES NIVELES DE  
RESOLUCIÓN TAXONOMICA EN EL DISTRITO  
ALTOANDINO DE CAJATAMBO”**

Presentado por:

**JORGE ARMANDO LUJAN LEIVA**

Tesis para optar el título profesional de:

**BIÓLOGO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc Edgar Sánchez  
PRESIDENTE

---

Mg. Sc. Zulema Quinteros Carlos  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobian  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Germán Arellano Cruz  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Todo este esfuerzo a  
Mis padres Elena y Javier y a mi hermana Lesly  
Por todo su apoyo y comprensión en los  
momentos más difíciles de mi aun corta vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Seminario Permanente en Ecología Aplicada por el financiamiento para la realización de esta investigación en el marco del Proyecto: “Determinación de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo” bajo el amparo del Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad del Ministerio de la Producción (Contrato No. 365-PNCIP-PIAP-2014).

A cada uno de los miembros del Seminario Permanente en Ecología Aplicada (Profesores, tesisistas y estudiantes) por sus consejos, apoyo en la evaluación de campo de la presente tesis, por cada reunión compartida y su amistad.

De manera muy especial al profesor y asesor de esta investigación German Arellano Cruz, por sus consejos, amistad y las facilidades para el uso de las instalaciones y equipos del Laboratorio de Ecología Artrópodos (LEA).

A los miembros del LEA por todas las horas de compañía, las charlas, los consejos, y todo el apoyo en la fase de laboratorio.

A Meiss Lozano T. por su apoyo en la identificación de las muestras de especímenes del orden Araneae.

A Dennis Quispe L. por su apoyo tanto en la fase de campo como de laboratorio de la presente investigación.

# ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| RESUMEN.....   | VII       |
| ABSTRAC.....   | VIII      |
| <b>I. INTRODUCCION.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1 Artrópodos Terrestres.....   | 4         |
| 2.2 La problemática de la evaluación de los Artrópodos terrestres .....  | 5         |
| 2.3 Artrópodos terrestres en los Andes tropicales .....  | 6         |
| 2.4. El impedimento taxonómico .....   | 7         |
| 2.5 Suficiencia taxonómica.....  | 9         |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>11</b> |
| 3.1 Área de Estudio.....   | 11        |
| 3.2 Materiales.....  | 12        |
| 3.3 Metodología.....   | 13        |
| 3.3.1 Fecha de evaluación.....   | 13        |
| 3.3.2 Evaluación de la comunidad de artrópodos terrestres.....   | 13        |
| 3.3.2.1 Establecimiento de las estaciones de muestreo.....   | 13        |
| 3.3.2.2 Trampas de caída.....  | 17        |
| 3.3.2.3 Tratamiento de las muestras.....   | 18        |
| 3.3.2.4 Determinación del material biológico recuperado.....   | 19        |
| 3.3.3 Análisis de datos.....   | 20        |
| 3.3.3.1 Rarefacción por estaciones de muestreo.....  | 20        |
| 3.3.3.2 Curvas de acumulación de especies.....   | 21        |
| 3.3.3.3 Caracterización global del área de estudio y estaciones<br>de muestreo en base a Variables biológicas..... | 23        |
| 3.3.3.4. Discriminación espacial de la comunidad de<br>Artrópodos terrestres.....                                  | 25        |

|  |    |
|--|----|
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....  | 26 |
| 4.1 Rarefacción por estaciones de muestreo.....  | 26 |
| 4.2 Curvas de acumulación de especies.....   | 29 |
| 4.3 Caracterización global del área de estudio y de las estaciones de muestreo en base a Variables biológicas..... | 32 |
| 4.3.1 Caracterización global de toda el área de estudio.....   | 32 |
| 4.3.2 Caracterización de cada estación de muestreo dentro del área de estudio.....                                 | 39 |
| 4.4 Discriminación espacial de la comunidad de artrópodos terrestres.....  | 43 |
| 4.4.1 Análisis de Conglomerados en base al índice de Jaccard.....  | 43 |
| 4.4.2 Análisis de Conglomerados en base al índice de Morisita.....   | 46 |
| <b>V. CONCLUSIONES</b> .....   | 50 |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....   | 51 |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 52 |
| <b>VIII. ANEXOS</b> .....  | 60 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Materiales para la evaluación de los Artrópodos Terrestres.....   | 12 |
| Tabla 2. Ecosistemas y estaciones de muestreo dentro del área de estudio.....  | 17 |
| Tabla 3. Modelos de Curvas de Acumulación de Especies y sus<br>respectivas ecuaciones. ....                            | 22 |
| Tabla 4. Valores de Akaike IC de los modelos de Curva de acumulación<br>de especie para cada estación de muestreo..... | 30 |
| Tabla 5. Valores de riqueza estimada para cada estación de muestreo según el<br>modelo de Michaelis-Menten.....        | 31 |
| Tabla 6. Índices biológicos para toda el área de estudio (Distrito de Cajatambo).....                                  | 39 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Dilemas sociales y deficiencias científicas para la conservación de los invertebrados .....                       | 5  |
| Figura 2. Mapa de ubicación del distrito de Cajatambo.....  | 12 |
| Figura 3. Materiales para la determinación de especímenes.....  | 13 |
| Figura 4. Formación vegetal Agricultura.....  | 14 |
| Figura 5. Formación vegetal Matorral.....   | 15 |
| Figura 6. Formación vegetal Bosque de Eucalipto (izquierda) y Bosque de Polylepis (derecha).....                            | 15 |
| Figura 7. Formación vegetal Césped.....   | 16 |
| Figura 8. Formación vegetal Gravilla (izquierda) y formación vegetal Pajonal (derecha).....                                 | 16 |
| Figura 9. Trampas pitfall y su instalación.....   | 18 |
| Figura 10. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo A3(a), C1(b), Beu2(c) y P1(d).....                           | 27 |
| Figura 11. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo Bpo-1 (izquierda) y M7 (derecha).....                        | 28 |
| Figura 12. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo G2(izquierda) y M8 (derecha).....                            | 28 |
| Figura 13. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Clase en el distrito de Cajatambo.....                             | 32 |
| Figura 14. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Orden en el distrito de Cajatambo.....                             | 33 |
| Figura 15. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia en el distrito de Cajatambo. (Los 20 mayores valores)..... | 33 |
| Figura 16. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Agricultura.....                 | 34 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 17. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Césped.....   | 35 |
| Figura 18. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Bosque de Eucalipto.....                              | 35 |
| Figura 19. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Bosque de Polylepis.....                              | 36 |
| Figura 20. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para el ecosistema de Gravilla.....   | 37 |
| Figura 21. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Matorral.....   | 37 |
| Figura 22. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Pajonal.....  | 38 |
| Figura 23. Gráfico de distribución de la Riqueza entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.....                                 | 40 |
| Figura 24. Gráfico de distribución de la Abundancia entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.....                              | 40 |
| Figura 25. Gráfico de distribución de la Diversidad en base al índice de Shannon entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo..... | 41 |
| Figura 26. Gráfico de distribución de los valores del índice de Dominancia entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.....       | 42 |
| Figura 27. Gráfico de distribución de los valores del índice de Equidad(J) entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.....       | 42 |
| Figura 28. Dendrograma al nivel taxonómico Clase usando el Índice de Jaccard.....  | 44 |
| Figura 29. Dendrograma al nivel taxonómico Orden usando el Índice de Jaccard.....  | 45 |
| Figura 30. Dendrograma al nivel taxonómico Familia usando el Índice de Jaccard.....  | 46 |
| Figura 31. Dendrograma al nivel taxonómico Clase usando el Índice de Morisita-Horn.....  | 47 |
| Figura 32. Dendrograma al nivel taxonómico Orden usando el Índice de Morisita-Horn.....  | 48 |
| Figura 33 Dendrograma al nivel taxonómico Familia usando el Índice de Morisita-Horn.....   | 49 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| Anexo 1. Mapa de la provincia de Cajatambo y la Zona Reservada<br>Cordillera de Huayhuash (ZRCH).....                             | 61 |
| Anexo 2. Mapa de formaciones vegetales y estaciones de muestreo .....   | 62 |
| Anexo 3. Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo.....   | 63 |
| Anexo 4. Taxones capturados por distintas metodologías.....   | 69 |
| Anexo 5. Matriz General de datos al nivel taxonómico <i>Familia</i> .....   | 70 |
| Anexo 6. Matrices Generales de datos al nivel taxonómico de Clase y Orden .....   | 71 |
| Anexo 7. Tablas de estandarización del esfuerzo de muestreo<br>por el método de Rarefacción para cada estación de muestreo.....   | 72 |
| Anexo 8. Graficas de estandarización del esfuerzo de muestreo por<br>el método de Rarefacción para cada estación de muestreo..... | 76 |
| Anexo 9. Tablas de extrapolación del esfuerzo de muestreo por el método<br>de Michaelis-Mente para cada estación de muestreo..... | 81 |
| Anexo 10. Curvas de acumulación de especies y ecuaciones del método<br>de Michaelis-Mente para cada estación de muestreo.....     | 86 |

## RESUMEN

En la actualidad pese a la importancia ecológica que poseen los artrópodos, estos han sido excluidos de muchas investigaciones y planes de conservación debido a dilemas políticos, sociales y déficits científicos (como una taxonomía aún incompleta y en constante cambio), es así que una tarea aparentemente sencilla como la determinación de una especie presenta dificultades a lo que se ha llamado “Impedimento Taxonómico”. Se han propuesto varias alternativas con diferente éxito para superar este impedimento, entre ellas el uso de niveles taxonómicos más altos (supra específicos) denominada “Suficiencia Taxonómica”. El objetivo principal de la investigación fue evaluar la capacidad de discriminación espacial de la comunidad de artrópodos terrestres a diferentes niveles de resolución taxonómica (en la época húmeda del distrito altoandino de Cajatambo - Lima). Los Artrópodos terrestres fueron colectados con trampas pitfall en diferentes ecosistemas altoandinos presentes en el área de estudio. La capacidad para distinguir los ecosistemas fue comparada a tres niveles taxonómicos (clase, orden y familia) utilizando el análisis Cluster y dos índices de similitud (Jaccard y Morisita-Horn). Se encontró que la comunidad de artrópodos terrestres fue capaz de distinguir los ecosistemas presentes en el área de estudio en los 3 niveles de resolución taxonómica comparados, que el nivel taxonómico a utilizar dependerá de los objetivos planteados para cada investigación y que la agregación de matrices en niveles taxonómicos más altos facilita la aplicación de las técnicas multivariadas.

Palabras clave: Impedimento taxonómico, Suficiencia taxonómica, Artrópodos terrestres, Ecosistemas Altoandinos, Cajatambo.

## ABSTRAC

Nowadays, despite the arthropods ecological importance, they have been excluded from many research and conservation plans. The principal reasons are political issues and the lack of scientific information like an incomplete and changing taxonomy. As a result, performing an apparently easy process becomes complicated to do, this is called "Taxonomic impediment". Several options have been proposed to overcome this impediment like the "taxonomic sufficiency", which is the use of higher taxonomic ranks (above specie). The main objective of this research was evaluating spatial discrimination ability of arthropods community at different levels of taxonomic resolution (In rainy season in Cajatambo district in Lima). Terrestrial arthropods were collected using pitfall traps, covering all kinds of high-andean ecosystems present in the sampling area. Spatial discrimination ability of terrestrial arthropod was compared in three different taxonomic levels using Cluster analysis, as well as, two similarity indexes (Jaccard and Morisita - Horn). We conclude that terrestrial arthropods community was able to discriminate the ecosystems present in the sampling area at the three levels of taxonomic resolution used. The choice of a specific taxonomic level depends on the objectives of each research, however, using higher taxonomic levels allows a practical use of multivariate statistics.

Keywords: Taxonomic impediment; taxonomic sufficiency; terrestrial arthropods; high-andean; ecosystems; Cajatambo.

## I. INTRODUCCIÓN

Los artrópodos terrestres constituyen un componente predominante de toda la diversidad actual conocida del planeta, en cuanto a riqueza de especies y abundancia, además de representar una gran parte de la biomasa animal. Así mismo, ocupan una amplia gama de nichos ecológicos (saprófagos, depredadores, herbívoros, parásitos, parasitoides, polinizadores, presa y alimento de aves, reptiles y mamíferos, etc.) (Rafael et al., 2012). Al ser susceptibles a las perturbaciones (Schnack, 2005) y participar activamente en procesos ecológicamente vitales como la formación del suelo y el ciclado de nutrientes, los artrópodos terrestres han sido sugeridos como indicadores ambientales (Uribe-Hernández et al., 2010; Simo et al., 2011).

A pesar de la importancia de los artrópodos, en todo el mundo se han descuidado los estudios y el establecimiento de políticas para su conservación, pues existen dilemas sociales y deficiencias científicas que dificultan el avance del conocimiento de este taxón (Cardoso et al., 2011). Es así que el estudio de los artrópodos terrestres es un gran reto para los investigadores, pues aún se sabe muy poco sobre ellos, sobre todo en la región Neotropical. En el caso particular del Perú, esta problemática se ve agravada, ya que respecto a las evaluaciones de las comunidades de artrópodos terrestres hay pocas investigaciones y experiencias prácticas (Giraldo, 2014a), pues suelen ser excluidos de muchos estudios ecológicos, estudios de conservación de áreas u organismos, así como estudios de impacto ambiental.

En la actualidad, una de las más grandes crisis que sufre la estabilidad ecológica de la Tierra es la acelerada y cada vez mayor extinción en masa de especies, perteneciendo la gran mayoría a los artrópodos (Purvis y Hector, 2000; Dubois, 2003). La mayor parte de las especies existentes de Artrópodos son aún desconocidas para la ciencia (Erwin et al., 2004), y algunas de las más conservadoras estimaciones mencionan que al ritmo actual de descripción (15 000 especies por año) se requeriría de alrededor de 100 años para describir todas las especies de este taxón existentes en la actualidad (Cardoso et al., 2010). Esto

sugiere que un enorme número de ellos se extinguirán sin haber sido estudiados o por lo menos descritos.

Como resultado, se han generado vacíos de información y esto es mucho más marcado debido a la ausencia de taxónomos especializados para hacerle frente a la ardua tarea de clasificar toda la biodiversidad aún desconocida, se ha dado lugar a la acuñación del concepto “impedimento taxonómico” (Gonzales-Oreja, 2008), pues obstruye la generación de conocimientos. Frente a este problema, se han propuesto una serie de soluciones tales como: el uso de taxones más altos (Suficiencia taxonómica) o el de taxones indicadores (taxones focales) para la obtención de información útil sin la necesidad de conocer la identidad de todas las especies (Cardoso et al., 2011).

Con referencia al problema planteado, la presente tesis es una de las primeras aproximaciones al uso de la Suficiencia taxonómica en las comunidades de artrópodos terrestres en el Perú, sirviendo de referencia para futuras evaluaciones espaciales de distribución y abundancia.

La presente tesis se encuentra enmarcada dentro del proyecto “Determinación de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo” perteneciente al Seminario Permanente en Ecología Aplicada de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual es financiado por el Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FINCyT).

Los objetivos de investigación fueron los siguientes:

Objetivo general:

Determinar la capacidad de discriminación espacial de la comunidad de artrópodos terrestres a diferentes niveles de resolución taxonómica (clase, orden y familia) en la época húmeda del distrito altoandino de Cajatambo -Lima.

Objetivos específicos:

- Caracterizar en base a variables biológicas a la comunidad de artrópodos terrestres presentes en las formaciones vegetales del distrito de Cajatambo.
- Contrastar la pérdida de información en la capacidad de la estructura de la comunidad de artrópodos terrestres para distinguir las formaciones vegetales al utilizar diferentes niveles de resolución taxonómica (clase, orden y familia).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Artrópodos Terrestres

Los artrópodos son el grupo de organismos eucariotas con el mayor número de especies registradas alrededor del mundo, pues cuenta con alrededor del 57 por ciento del total de las especies descritas en el planeta (cifra que bordea entre los 1.5 y 2 millones) (May, 2002). Es tal su predominancia, que los únicos taxones animales que alcanzan una riqueza de especies dentro del rango de decenas a centenas de miles son los insectos y arácnidos, ambos grupos característicos del Phylum Artrópoda (May, 1988). Sin embargo, la cifra real de las especies de este Phylum es un tema de mucha controversia, pues al ser la mayor parte de ellas desconocidas aun para la ciencia (Erwin et al., 2004) los intentos por estimar esta cifra no han sido pocos y el rango entre en una estimación u otra suele ser muy amplio (Giraldo, 2010).

Los artrópodos se presentan usualmente en cifras exorbitantes dentro de los ecosistemas terrestres (Rafael et al. 2012), es así que suelen poseer una mucho mayor densidad y biomasa por unidad de área en comparación con los vertebrados, ello puede estar explicado en su capacidad para la colonización de ambientes con un nivel muy bajo de productividad primaria, estableciendo redes tróficas compuestas de manera predominante por detritívoros y predadores (Giraldo, 2010).

Se considera artrópodos terrestres, a aquellas especies que están asociadas a la superficie del suelo, es decir, que viven o pasan largo tiempo sobre la superficie de la tierra (incluyendo la vegetación herbácea cercana a la superficie), recibiendo de este hábitat casa, protección y/o alimento (Lavelle et al., 2006). Por su parte Pizarro et al. (2008) mencionaron que “forman un ensamble claramente diferenciable, en términos de actividad de forrajeo, desplazamientos, oferta trófica, comportamiento reproductivo y conductas circadianas.

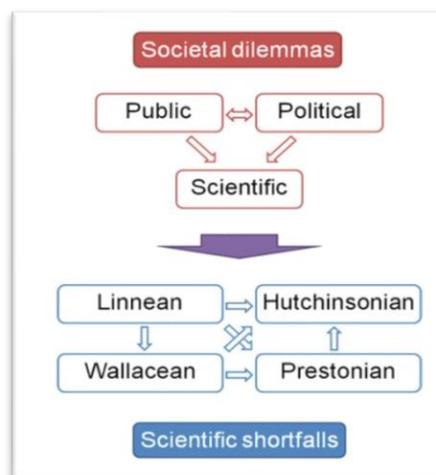
Los artrópodos terrestres participan en procesos fundamentales como la agregación, estructura, textura y consistencia del suelo (Morales-Vásquez et al., 2014). Así mismo,

Giraldo (2014b) menciona que: (1) pueden discriminar las pequeñas discontinuidades en el paisaje que pasarían desapercibidas por los vertebrados, (2) se relacionan estrechamente con plantas y vertebrados que poseen un elevado valor de conservación, y (3) pueden brindar información acerca de propiedades y procesos ecosistémicos difícilmente cuantificables.

## 2.2 La problemática de la evaluación de los Artrópodos terrestres

Cardoso et al. (2011) caracterizaron con gran habilidad el problema del estudio de los invertebrados (haciendo un énfasis en los artrópodos) al mencionar siete impedimentos para su conservación (tres dilemas sociales y cuatro deficiencias científicas) (Véase Figura 1).

El primer dilema social proviene de la esfera pública, ya que las reacciones humanas comúnmente adoptadas hacia los invertebrados son el desinterés, el miedo e incluso la aversión (Melic, 2003). Es difícil justificar su estudio y conservación si el público en general ve por ejemplo a los insectos solo como posibles plagas o a los arácnidos como potenciales amenazas (Martin-López et al., 2007), siendo muy pocas las excepciones como el caso de las mariposas. Es así que la idea de conservación es raramente asociada con artrópodos (Schnack, 2005), pues los servicios ecosistémicos que estos brindan suelen ser desconocidos y por lo tanto esta percepción desfavorable termina reduciendo no solo el financiamiento sino también el recurso humano para estudios que puedan contribuir a su conocimiento y conservación, lo que a fin de cuentas solo termina por perpetuar los vacíos de información ya existentes (Cardoso et al., 2011).



**Figura 1. Dilemas sociales y deficiencias científicas para la conservación de los invertebrados (FUENTE Cardoso et al. 2011)**

El segundo dilema proviene de la esfera política, pues aquellos encargados de tomar las decisiones acerca de las políticas de conservación suelen pasar por alto los problemas relacionados a la conservación de artrópodos, generalmente asumiendo que al proteger a las especies de animales más grandes están protegiendo todas las demás especies que ocupan el mismo hábitat (efecto sombrilla) (Simberloff, 1988). Este punto de vista no posee un sustento claro ni ha sido verídicamente probado por lo que en la mayoría de casos es solo asumido

El tercer dilema proviene de la esfera científica, y hace referencia a los amplios vacíos de información que existen en los invertebrados. Es así que Cardoso et al. (2011) clasificaron estos vacíos de información en cuatro categorías denominadas *déficits*: el primero de ellos hace referencia a la vasta cantidad de especies aun por describir (El déficit de Linneo), el segundo menciona la falta de información acerca de la distribución de las especies registradas (El déficit de Wallace), el tercero nos evidencia la falta de datos acerca de la abundancia de los invertebrados así como su variación en el espacio y el tiempo ( El déficit de Preston), y por último el cuarto describe la ausencia de información acerca de los estilos de vida y la sensibilidad frente a los cambios de hábitat (El déficit de Hutchinson).

Así mismo, aun en las investigaciones que se han realizado con el objetivo de disminuir estos vacíos de información no ha sido posible la realización de inventarios exhaustivos, principalmente por el financiamiento y el esfuerzo que se requerido (Gotelli y Colwell 2001).

Al no realizarse inventarios completos, la comparación directa -sin un previo tratamiento estadístico entre los mismos- no es posible, incluso cuando el esfuerzo de muestreo haya sido el mismo; lo cual parece pasar desapercibido por muchos investigadores conduciéndolos a resultados erróneos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

### **2.3 Artrópodos terrestres en los Andes tropicales**

Los andes tropicales son un punto crítico de diversidad (hot spot) de plantas y vertebrados a nivel mundial (Myers et al., 2000), una tendencia que es muy probable que vea reflejada en los artrópodos, pero aún existen muy pocas investigaciones al respecto (Fandiño-Lozano y van Wyngaarden, 2005). Esta falta de información se agrava aún más en los ecosistemas alto andinos (por encima de los 3000 msnm), ya que debido a sus características climáticas

y complejidad estructural se dificulta la ejecución de la mayor parte de las metodologías de captura y disminuye la riqueza de la mayoría de los taxones de artrópodos (Giraldo, 2014a). Sin embargo, esta región es reconocida como un importante centro de especiación de algunos grupos de insectos, como escarabajos y mariposas, debido a la complejidad de su historia geológica y su clima (Larsen et al., 2012).

La pérdida de hábitat y el uso de agroquímicos son las más frecuentes amenazas en contra de los artrópodos terrestres. Siendo los de las zonas tropicales especialmente susceptibles al cambio en el patrón de uso de suelo y la pérdida de hábitat (por fragmentación o desaparición) en comparación con sus símiles de zonas templadas (Nichols et al., 2007), ya que suelen ser ecológicamente más especializados pues tienden a encontrárselos en un solo tipo de hábitat o en rangos altitudinales más estrechos.

Considerando que los ecosistemas de los Andes tropicales se ven continuamente afectados por alteraciones de hábitat, Larsen et al. (2012) propone como prioridad, la conservación de los artrópodos en dichos ecosistemas, pues los estudios de gradientes altitudinales son importantes para comprender los procesos que generan y mantienen la biodiversidad (Hodkinson, 2005).

#### **2.4. El impedimento taxonómico**

Determinar la especie de un individuo podría parecer una tarea simple y básica del trabajo biológico, sin embargo, esto difiere en gran medida de la realidad. Es por ello que a la dificultad que surge al intentar determinar o ubicar un espécimen, colectado en alguna localidad en específico, dentro de una categoría taxonómica (idealmente el nivel de especie) se le ha denominado *Impedimento taxonómico* (Giraldo, 2010). Dificultad que se ve acentuada en taxones hiperdiversos, como lo son los artrópodos terrestres (Kim, 1993; Samways, 1933), y aún más al tratar con especímenes provenientes de regiones que concentran una alta diversidad, como es el caso de las regiones tropicales (Raven, 1985), como se verá en las secciones siguientes.

La causa de este llamado Impedimento taxonómico ha sido asociada a diferentes razones. Desde la falta de taxónomos para manejar la ardua tarea de identificar y nombrar la enorme biodiversidad aún desconocida en la tierra (Evenhuis, 2007), así como la desigual proporción de estos entre los taxones (pues el número de aquellos dedicados al estudio de

los artrópodos en comparación con la de sus símiles dedicados al estudio de los vertebrados es mucho menor) (Gardner et al., 2008); la falta de fondos no solo para la remuneración de los expertos si no también como para los requerimientos necesarios para cumplir su labor (de Carvalho et al., 2007); hasta el incumplimiento por parte de los taxónomos de los pasos involucrados en la descripción de una especie (Evenhuis, 2007). Sin embargo, estas pueden resumirse, como la falta de recursos humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de la labor de determinación taxonómica con éxito (Cardoso et al., 2011; Giraldo, 2015).

El Perú no es ajeno a esta situación, y como lo demuestra Giraldo (2010) al comparar el esfuerzo taxonómico para diferentes grupos terrestres del Phylum Artrópoda entre los países neotropicales con una alta cantidad de especies por unidad de área (como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Panamá) este tuvo con frecuencia valores menores. Así mismo cabe resaltar que generar y mantener tanto colecciones científicas como especialistas resulta particularmente difícil, lo que es un problema común a toda Iberoamérica (Llorente-Bousquets y Castro-Gerardino, 2002).

Para hacerle frente al panorama de dificultades que genera el impedimento taxonómico, se han propuesto diferentes soluciones, algunas más aceptadas y otras más controversiales, dentro de las cuales tenemos a la *Parataxonómia* y la *Suficiencia taxonómica* (Moreno et al., 2007). Llegando a ser recomendadas como opciones metodológicas dentro de las estrategias nacionales para la evaluación de los artrópodos terrestres en países como Australia (New, 1996), Sudáfrica (Slotow y Hammer, 2000) y Nueva Zelanda (Ward y Laviviere, 2004).

La *clasificación parataxonómica* o *Parataxonómia* es el procedimiento los especímenes con clasificados de acuerdo a sus diferencias morfológicas en unidades por lo general “equivalentes” a especies (también puede darse el caso de ser asignados a niveles taxonómicos supra específicos como género, familia o más raramente orden) a las que suele llamársele *morfoespecies* o *unidades parataxonómicas*, usualmente por personal no especializado en taxonomía (Oliver y Beattie, 1993). Esta práctica ha si popularizada sobre todo como un método para las evaluaciones biológicas rápidas, sin embargo durante su aplicación no se pueden evitar la existencia de errores provocados ya sea por las propias características morfológicas del taxón estudiado (dimorfismo sexual, polimorfismo, tamaño corporal) o la técnica de revisión de los ejemplares (principalmente el montaje) (Krelll,

2004), pese a esto sus resultados en forma finales suelen presentar bajo niveles de error pues mientras que se sobreestima las unidades de un grupo se subestima las de otro.

Por otro lado, pese a su aparente eficacia no existen códigos universales para la comunicación de sus resultados, por lo que su uso aun genera cierta controversia, e incluso se han llegado a tomar posiciones más radicales, afirmando que no posible el reconocimiento de especies a partir de solo un pequeño puñado de características externas (Giraldo, 2010).

## **2.5 Suficiencia taxonómica**

Ellis (1985) postula a la suficiencia taxonómica como el procedimiento a través del cual los individuos se clasifican hasta el nivel de resolución taxonómica que sea suficiente para cumplir con los objetivos de una investigación.

Basado en dos premisas bastante obvias pero contundentes: (i) el hecho de que exista un menor número de taxones de nivel supra específico que de nivel específico, (ii) la menor dificultad para la determinación de niveles taxonómicos más altos; este método busca reducir el esfuerzo humano, el tiempo requerido y las implicancias económicas que conlleva la determinación taxonómica hasta el nivel de especie (Gaston y Williams, 1993; Giraldo, 2010), asumiendo que los cambios en las comunidades biológicas que se evidencian al nivel de especie también son apreciables a niveles superiores (Pik et al., 1999).

El estudio de la suficiencia taxonómica para la evaluación de los artrópodos terrestres es aún mucho menor en comparación al de sus pares acuáticos (marinos y continentales) (Hodkinson y Jackson, 2005) que los aventajan en varias décadas de investigación y en donde se ha encontrado resultados favorables (Jones, 2008). Algunos estudios incluso han sugerido que datos a nivel de Phylum pueden llegar a ser útiles para evaluar diversos grados de polución, con la ventaja adicional de ser posible su comparación entre localidades distintas alrededor del planeta (Warwick y Clarke, 1993).

A pesar de que esta alternativa se perfila como una práctica viable, pues se ha probado en repetidas ocasiones la eficacia de la Suficiencia taxonómica a través del análisis de la relación entre el número de especies y el número de taxones de alto rango, dando como resultados valores muy estrechos o cercanos (Giraldo, 2010), aún existe un punto de controversia: la “artificialidad” de los taxones supraespecíficos en comparación a la aparente

“realidad” de las especies. Autores como Bertrand et al (2006), sugieren que los taxones de nivel superior al específico son *ficticios* pues provienen de distintos puntos de vista (como el evolutivo, el cladístico, el filogenético, etc.) y por lo tanto no pueden ser comparados entre sí como unidades equivalentes dentro de la jerarquía taxonómica (es decir una familia del orden Lepidoptera no puede ser compara como de nivel taxonómico similar a una familia del orden Odonata).

Sin embargo, el argumento del *realismo* de las especies no está ausente de cuestionamientos: es así que autores como Stamos (2005) mencionan que el término especie es un concepto heredado del esencialismo (disciplina científica que postula que la esencia de un objeto se encuentra en una o varias propiedades que de perderlas el objeto en cuestión pierde su naturaleza) y que tales características o propiedades que se asumen esenciales para una la determinación de una especie son escogidas arbitrariamente.

Otro fuerte cuestionamiento es el hecho de que no exista un único concepto de especie (Reynel et al., 2013), y que todos posean igual legitimidad en sus respectivos contextos tanto temporales como teóricos (Standford,1995; Giraldo, 2010).

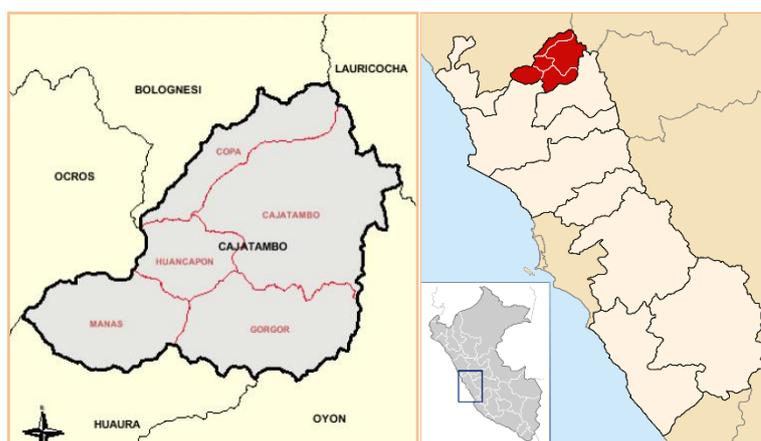
### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Área de Estudio

Cajatambo es uno de los cinco distritos de la provincia del mismo nombre ubicada en el extremo noroeste de la Región Lima (Véase Figura 2). El área de estudio abarcó la superficie total del distrito, aproximadamente 567.96 km<sup>2</sup>, con un rango altitudinal que va desde los 2 800 a 4 500 msnm.

Parte del distrito de Cajatambo (Lima) junto a parte del territorio de las provincias de Bolognesi (Ancash) y Lauricocha (Huánuco) conforman la Zona Reservada Cordillera Huayhuash (Véase Anexo 1), creada en el 2002 para asegurar la conservación de sus ecosistemas altoandinos (matorrales montanos, bosques de *Polilepys* y humedales) así como su excepcional belleza paisajística, siendo además de interés para los aficionados al turismo de alta montaña y el ecoturismo. En sus 30km de extensión comprende 21 nevados, siendo el Yerupaja el más alto de ellos con 6 634 msnm (el segundo más alto del Perú), originando en su vertiente occidental a los ríos Pativilca y Huara tributarios de la cuenca del Pacífico (SERNANP, 2015).

Cajatambo, de acuerdo a los datos reportados por el SENAMHI (2015), posee un clima frío con una temperatura media anual cercana a los nueve grados celcius y precipitaciones que bordean los 660 mm. Dada la distribución, tan poco uniforme, de la precipitación durante el año se pueden reconocer tres estaciones: La época húmeda (generalmente de enero a marzo o a veces abril) con valores mensuales por encima de los 100 mm, la época seca (asociada al invierno, usualmente de abril o mayo a agosto o septiembre) con valores muy bajos de precipitación que puede apenas llegar a tres milímetros al mes o ser salgo mayores pero no suelen superar los 20 mm, la época intermedia (usualmente septiembre o noviembre a diciembre) con valores intermedios entre las dos estaciones antes mencionadas.



**Figura 2. Mapa de ubicación del distrito de Cajatambo**

FUENTE: INEI

### 3.2 Materiales

En la tabla 1. se detallan los materiales empleados para los tres momentos de la evaluación de los artrópodos terrestres (incluyendo aquellos provenientes de la vegetación herbácea cercana a la superficie): el muestreo, el tratamiento de las muestras y la determinación de especímenes.

**Tabla 1. Materiales para la evaluación de los Artrópodos Terrestres**

| Muestreo                                       | Tratamiento de la Muestra     | Determinación de especímenes                                      |
|--|-------------------------------|---|
| Trampas pitfall<br>(Envases plásticos de 0.5L) | Alcohol (70%)                 | Guías de identificación especializadas para la región neotropical |
| Galoneras                                      | Frascos de Plástico de 250ml  | Placas Petri  |
| Agua   | Frascos de Plásticos de 125ml | Pinzas suaves   |
| Formol (40%)                                   | Etiquetas                     | Algodón   |
| Detergente                                     | Estilógrafos                  | Viales (10ml)   |
| Jarras Medidoras                               | Placas Petri cuadriculadas    | Microscópicos estereoscópicos                                     |
| Picos  | Pinzas (suaves y de relojero) |   |
| Cinta Flagging                                 | Colador de nyal               |   |
| Marcador indeleble                             | Microscopios estereoscópicos  |   |
| Cintas de embalaje                             |                               |   |
| Libretas de Campo                              |                               |   |
| Lápices  |                               |   |
| Cinta métrica (30m)                            |                               |   |

FUENTE: Elaboración Propia

En lo que respecta al análisis de los datos se utilizó el programa de análisis estadístico PAST 2.17c (Hammer, 2001).



**Figura 3. Materiales para la determinación de especímenes**

FUENTE: Elaboración propia

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Fecha de evaluación**

Se realizó una salida de campo de 9 días, entre el 10 y 19 de abril del 2015, correspondiente a la época húmeda.

#### **3.3.2 Evaluación de la comunidad de artrópodos terrestres**

##### **3.3.2.1 Establecimiento de las estaciones de muestreo**

Para el establecimiento de las estaciones de muestreo se hizo uso de un mapa de diversidad ecosistémica del distrito de Cajatambo (área de estudio), elaborado a partir de la interpretación de imágenes satelitales LANDSAT, el cual fue proporcionado por el Seminario Permanente en Ecología Aplicada (Véase Anexo 2)

De los 16 diferentes ecosistemas que se identificaron dentro del área de estudio se hizo una selección de aquellos en los que se realizarían la evaluación de artrópodos terrestres. Como primer criterio, en concordancia con la investigación, se seleccionó solo los ecosistemas predominantemente terrestres (dominados por un tipo de formación vegetal), dejando de lado así los parches de agua (lagos, ríos y lagunas) además de aquellos en los que este

elemento fuera tan abundante que interferiría con los métodos de evaluación (trampas de caída) como lo son los juncales, los bofedales y los nevados.

En segundo lugar, en base a criterios logísticos y temporales para la evaluación, algunos de los ecosistemas restantes se agruparon dentro de una clasificación más general, así:

- El césped de puna y el césped de río se agruparon bajo la denominación de Césped.
- El matorral, el matorral más pedregal/roquedal y matorral denso se agruparon bajo la denominación de Matorral.
- El pajonal y el pajonal más pedregal se agruparon bajo la denominación de Pajonal

De esta manera, los ecosistemas (formaciones vegetales) que fueron objeto de la evaluación fueron siete, los cuales se detallan a continuación (Ver tabla 2):

La formación vegetal denominada Agricultura hace referencia a las regiones dentro del área de estudio destinadas al cultivo de productos vegetales (alfalfa, tarwi, habas, olluco, oca entre otras), ya sea para autoconsumo o comercio.



**Figura 4. Formación vegetal Agricultura**

FUENTE: Elaboración propia

La formación vegetal denominada Matorral, fueron zonas de vegetación muy densa generalmente de porte herbáceo.



**Figura 5. Formación vegetal Matorral**

FUENTE: Elaboración propia

Las formaciones vegetales denominadas Bosque fueron áreas donde existía una marcada preponderancia de la vegetación de porte arbóreo. Se reconocieron dos tipos de boques: los de Eucaliptos y los de Polylepis.



**Figura 6. Formación vegetal Bosque de Eucalipto (izquierda) y Bosque de Polylepis (derecha)**

FUENTE: Elaboración propia

La formación vegetal denominada Césped se caracterizó por la presencia de vegetación de porte herbáceo, en algunos casos utilizadas como forraje para el ganado local.



**Figura 7. Formación vegetal Césped**

FUENTE: Elaboración propia

La formación vegetal Gravilla correspondió a zonas muy elevadas dentro del área de estudio con muy escasa vegetación o desprovista de ella. Por último, la formación vegetal reconocida como Pajonal, fueron las zonas más elevadas dentro del área de estudio con una marcada abundancia de gramíneas.



**Figura 8. Formación vegetal Gravilla (izquierda) y formación vegetal Pajonal (derecha)**

FUENTE: Elaboración propia

En base a las formaciones vegetales seleccionadas se siguió un muestreo aleatorio estratificado, con el fin de minimizar el esfuerzo muestral global manteniendo una precisión adecuada. Cada formación vegetal representó un estrato y el esfuerzo de muestreo fue repartido de manera proporcional al área que ocupa el ecosistema (formación vegetal) dentro del área total del distrito, considerando además, la factibilidad de su acceso, el tiempo y presupuesto requerido. De esta manera los ecosistemas que representaron un área mayor del total del área de estudio (distrito de Cajatambo) tuvieron un mayor esfuerzo de muestreo

(más estaciones de muestreo) en comparación a aquellos que solo representaron una pequeña parte del área de estudio.

El tamaño de la unidad muestral que se utilizó fue el de un transecto lineal de 30 metros por estación de muestreo, cada transecto contó con seis trampas de caída separadas equitativamente entre sí, las cuales estuvieron en actividad durante tres días (72 horas). Para la ubicación del transecto dentro de cada estación de muestreo se tuvo en consideración la heterogeneidad del lugar, así como su accesibilidad. Se procuró que la instalación de las trampas se realizara de la forma más simultánea posible, logrando con ello que todas estuvieran expuestas al mismo tiempo atmosférico.

El número de estaciones de muestro por tipo ecosistema (formación vegetal), así como su denominación, se detallan en la Tabla 2. Las ubicaciones de los ecosistemas fueron georreferenciadas, así como la de cada una de las trampas, sus coordenadas UTM se pueden observar en el Anexo 3, mientras que sus ubicaciones espaciales se visualizan en el Anexo 2

**Tabla 2. Ecosistemas y estaciones de muestreo dentro del área de estudio**

| Ecosistema (Formación Vegetal) | Numero de Estaciones de muestreo | Denominación de las estaciones de muestreo  |
|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Agricultura                    | 6                                | A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>5</sub> , A <sub>7</sub> , A <sub>8</sub>                                     |
| Matorral                       | 8                                | M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>5</sub> , M <sub>6</sub> , M <sub>7</sub> , M <sub>8</sub> , M <sub>10</sub> , M <sub>11</sub> |
| Bosque de Eucaliptos           | 2                                | Beu <sub>1</sub> , Beu <sub>2</sub>   |
| Césped                         | 2                                | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>   |
| Pajonal                        | 6                                | P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , P <sub>5</sub> , P <sub>6</sub>                                     |
| Gravilla                       | 2                                | G <sub>1</sub> y G <sub>2</sub>   |
| Bosque de <i>Polylepis</i>     | 1                                | Bpo   |

FUENTE: Elaboración propia

### 3.3.2.2 Trampas de caída

En lo que respecta a la colecta de artrópodos terrestre, la trampa de caída o “pitfall” es uno de los métodos de más fácil aplicación para una gran diversidad de ecosistemas (Ausden y Drake, 2006). Además, ofrece la posibilidad de captura de amplio de rango de taxones terrestres de este Phylum (Véase Anexo 4), lo que le ha significado ser uno de los métodos de captura más utilizadas.

Para la presente investigación, las trampas pitfall constaron de recipientes de plástico transparentes y herméticos de diez centímetros de diámetro, con una capacidad aproximada de 500ml, los cuales fueron enterrados al ras del suelo (Márquez, 2005). Luego fue vertido en ellos, hasta la mitad de su capacidad, una mezcla de formol diluido al 2 por ciento, sirviendo de preservante. A dicha solución se le adicióno diez gramos de detergente (aproximadamente una cucharada) por cada cuatro litros para romper la tensión superficial del líquido (Castro, 2010). (Ver figura 9)

Al momento del recojo de las trampas, cada recipiente de plástico fue cerrado con su respectiva tapa hermética, siendo además sellado con cinta de embalaje para evitar pérdida de muestra, luego se le identifico por medio de dos etiquetas, una en la base y otra en la tapa, en las cuales se indicaba el código de la formación vegetal, la numeración del parche, y la ubicación de la trampa dentro del transecto (uno al seis) (Giraldo, 2003). Los envases fueron empacados para posterior transporte.



**Figura 9. Trampas pitfall y su instalación. A la izquierda frascos plásticos de 500ml. Al centro trampa pitfall colocada al ras del suelo y a la derecha trampa pitfall con la mezcla (formol, detergente y agua).**

FUENTE: Elaboración Propia

### **3.3.2.3 Tratamiento de las muestras**

Todo el trabajo relacionado a la limpieza y revisión de muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Ecología de Artrópodos (LEA) perteneciente al Dpto. de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Para la limpieza de las muestras el contenido de cada recipiente de plástico (trampas de caída) fue tamizado utilizando un colador de nital para eliminar el formol, además de la tierra, piedras, hojas, etc. que cayeron durante el tiempo en el que las trampas estuvieron activas.

En primera instancia los especímenes fueron recuperados a simple vista con la ayuda de pinzas suaves (para evitar el deterioro de las muestras). Luego se prosiguió con la recuperación de los especímenes con la ayuda de los microscopios estereoscópicos (de un aumento de hasta 40x), para esto el contenido de cada trampa fue puesto en placas Petri cuadradas, las mismas que fueron observados en los estereoscopios. Con ello se completó la extracción de todo el material biológico recolectado.

El material biológico recuperado de cada trampa fue colocado en frascos de plásticos con tapa de seguridad de 125ml y alcohol al 70 por ciento, debidamente rotulados para su posterior revisión y determinación. (Giraldo, 2003)

#### **3.3.2.4 Determinación del material biológico recuperado**

En la revisión de las muestras, de igual manera, se hizo uso de microscopios estereoscópicos de hasta 40x, colocando en una placa Petri con agua los especímenes para su identificación y contabilización (Castro, 2010) (Véase Figura 3). Todos los datos fueron directamente anotados en una hoja de Excel para su consiguiente análisis, el formato para la consignación de los datos con algunas modificaciones estuvo basado en lo recomendado por Villarreal et al. (2006).

La identificación de los especímenes fue realizado principalmente con bibliografía especializada para la región Neotropical como Rafael et al. (2012); además de consultar, de ser necesario, guías referentes de otras regiones tales como Naumann et al. (1991), Triplehorn y Johnson (2005) entre otros.

La determinación de los especímenes encontrados se hizo hasta “The lowest practical taxonomic level” (LPT) (Bang y Faeth, 2011), siendo para la mayoría de grupos de artrópodos el nivel taxonómico “Familia”.

Solo se determinaron y contabilizaron dentro del estudio a los artrópodos terrestres adultos, esto debido a la alta dificultad taxonómica que existe con la determinación de estados inmaduros. Se hará una excepción con aquellos grupos de artrópodos que presentan un tipo de metabolismo simple (inmaduros semejantes a adultos) por lo que serán considerados en su totalidad (Castro, 2010).

Una vez identificados y contabilizados los especímenes fueron puestos en tubos de ensayo de 10ml con alcohol al 70 por ciento, además usando etiquetas y estilógrafos se codificarán los tubos en base al identificador (iniciales) de dicho espécimen. Los tubos se sellaron con algodón y agregados según la trampa a la que pertenecen, luego colocados en envases plásticos de 250ml llenos de alcohol al 70 por ciento con tapa de seguridad para su conservación y posterior revisión de ser necesario (Márquez, 2005).

### **3.3.3 Análisis de datos**

Los datos provenientes de la determinación de los especímenes fueron acumulados y organizados en matrices de taxones por estaciones de muestreo en tres niveles de resolución taxonómica: Clase, Orden y Familia.

#### **3.3.3.1 Rarefacción por estaciones de muestreo.**

Como ya se ha mencionado, en el estudio de los artrópodos terrestres resulta imposible el registro de la totalidad de las especies presentes en un área determinada, esto representa un gran obstáculo en las comparaciones entre una investigación y otra.

La rarefacción es un método usado para medir la calidad de un muestreo y fue propuesto para la comparación del número de especies cuando las muestras diferían en tamaño (Gotelli y Colwell, 2011). Estima la riqueza de especies en función del tamaño de muestra más pequeño (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Existen dos métodos para la realización de curvas de rarefacción (por individuos y por unidades muestrales). La rarefacción utilizada fue la basada en unidades muestrales, que a diferencia de la basada en individuos, calcula el número de especies esperado de muestras obtenidas al azar a partir una serie de muestras que son representativas de una comunidad, y además conserva la estructura espacial de los datos (Gotelli y Colwell, 2011), siendo por

tanto un tratamiento más adecuado para la presente investigación, ya que la colecta se realizó a través de la toma de muestras (trampas de caída) que contienen un número variable de individuos.

### **3.3.3.2 Curvas de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación de especies (en las que se grafica el número de especies acumulado en un área determinada frente al esfuerzo de muestreo empleado) son una potente herramienta para la estandarización de las estimaciones de riqueza obtenidas en diferentes investigaciones. Además, permiten obtener resultados más confiables en análisis posteriores y comparar estudios en los que se hayan empleado metodologías diferentes y/o niveles de esfuerzo disimiles. Son también una muy útil herramienta en la planificación del esfuerzo de muestreo adecuado para monitoreos a largo plazo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

En la presente tesis se analizó la representatividad de cada unidad muestral (transecto) en cada parche o estación de muestreo a través de las “Curvas de acumulación de especies”, permitiendo que los resultados se han usados de una manera más confiable en comparaciones con otros estudios, así mismo permitirá la elaboración posterior de un plan de monitoreo para el área de estudio. En la elaboración de esta técnica se usaron las matrices con el nivel taxonómico más bajo “familia”.

Las curvas de acumulación de especies fueron construidas en concordancia con las sugerencias de Jiménez-Valverde et al. (2006) y Jiménez-Valverde & Hortal (2003). Estableciendo como eje X: “el número de trampas” y el “promedio estadístico de adición de especies con el aumento de cada trampa” en el eje Y (Castro, 2010). Los cálculos fueron realizados con el programa estadístico PAST 2.17C (Hammer et al. 2001).

Se compararon la eficacia de 4 modelos de Curvas de acumulación de especies, las cuales se detallan en la Tabla 3, a través del ajuste de los mismos a los datos haciendo uso del “Criterio de Información de Akaike” (Akaike CI). El Akaike IC es un estadístico que permite medir el ajuste de un modelo a un conjunto de datos, para lo cual toma en consideración tanto la medida en que el modelo se ajusta a las series observadas como el número de parámetros utilizados en el ajuste (Motlsky & Christopoulos, 2003; Castro, 2010).

El AIC es definido por la ecuación:

$$\text{Akaike CI} = N \cdot \ln(SS/N) + 2 \cdot K + ((2 \cdot K \cdot (K+1)) / (N-K-1)) \cdot 50$$

Donde:

N = número de trampas

SS = es la suma de cuadrados del error.

K = es el número de parámetros más uno.

La simplicidad de su cálculo (no requiere la revisión de tablas estadísticas) y su facilidad de interpretación, además de no necesitar de alguna especificación de nivel de significación para contrastar modelos, son ventajas que lo han hecho ser uno de los estadísticos más usados (Caballero, 2011). El modelo que presenta el mejor ajuste a los datos, es decir que describe de mejor manera la serie de datos es aquel que tiene el más bajo valor de Akaike CI (Motlsky & Christopoulos, 2003; Castro, 2010).

A modo de ejemplificación se extrapolará el esfuerzo de muestreo en cada estación de muestreo hasta el nivel de transectos con diez trampas, para ello se hará uso de la ecuación proporcionada por el modelo que mejor ajuste presente, como una medida de aproximación de la riqueza que se hubiera podido obtener con tal nivel de esfuerzo. Además, se compara la riqueza observada con la riqueza estimada calculando la diferencia entre ambas y el porcentaje que representa la riqueza observada tomando como referencia la riqueza estimada (100%).

**Tabla 3. Modelos de Curvas de Acumulación de Especies y sus respectivas ecuaciones. La variable dependiente Y = “número de especies” y la variable independiente X = “numero de trampas”**

| Modelo             | Ecuación                             |
|--------------------|--------------------------------------|
| Logística          | $y = a / (1 + b \cdot e^{-cx})$      |
| Bertalanffy        | $y = a(1 - b \cdot e^{-cx})$         |
| Michaelis – Menten | $y = ax / (b + x)$                   |
| Gompertz           | $y = a \cdot \exp(b \cdot \exp(cx))$ |

FUENTE: Elaboración propia basada en Hammer et al. (2001)

Tanto las curvas de rarefacción como las curvas de acumulación de especies se calcularon solo en base a las matrices del nivel taxonómico de “Familia”.

### **3.3.3.3 Caracterización global del área de estudio y de las estaciones de muestreo en base a Variables biológicas**

Se caracterizará toda el área de estudio (Distrito de Cajatambo) y a su vez cada estación de muestreo, en base las siguientes variables biológicas: Riqueza, Abundancia, Diversidad (Índice de Shannon  $H'$ ), Dominancia y Equidad (Índice de equidad de Pielou), utilizando solo las matrices del nivel taxonómico de “Familia”. Los resultados serán presentados tanto en tabla (para el área de estudio) y en gráficos de barras por Variable (ordenando de mayor a menor de acuerdo a los valores obtenidos en cada estación de muestreo). Todos los índices serán calculados con la ayuda del programa Past 2.17

La Riqueza (S) fue calculado en su expresión más sencilla: “**S = número de familias**”

La abundancia (Individuals) fue calculado según la expresión:

$$\text{Individuals} = \text{Número de individuos por familia}$$

De acuerdo a Magurran (2004) El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) es uno de los más utilizados y se calculó mediante la siguiente expresión:

Donde:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ): bits/ind

$P_i$  =  $n_i/N$

$N_i$  = Número de individuos de la familia  $i$

$N$  = Número total de Individuos

El índice varía desde 0, para área donde se encuentre un solo taxón (para el caso “familia”). Para la obtención de valores que tengan como unidad bits/individuo a los valores obtenidos por el programa Past 2.17 se dividirán entre  $\ln(2)$  de acuerdo a lo sugerido por Samo et al. 2008

Para el índice de Dominancia (D) se utilizó la siguiente expresión:

$$D = 1 - \sum p_i^2$$

Donde:

$\sum p_i^2$  = Índice de Simpson

Pi: es la proporción de individuos en la i-ésima familia.

“El índice de dominancia, mide la probabilidad de que dos individuos sacados al azar entre todos los individuos de una comunidad no sean de la misma especie. Es decir, es una medida de la igualdad de distribución, o de heterogeneidad de especies y homogeneidad poblacional entre ellas” (Castro, 2010). Varía entre cero (todos los taxones están igualmente representado) y uno (un taxón domina completamente la comunidad) (Hammer et al., 2001)

Por último, el índice de Equidad de Pielou (J) e basó en la siguiente expresión

$$J = H' / \ln (S)$$

Donde:

J = Índice de equidad de Pielou

S = Número de familias

H' = Índice de diversidad de Shannon

La equidad de Pielou es la medida de lo parecidas que son las proporciones de las diferentes especies en una comunidad (Samo et al., 2008). Su medición, a partir de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Varía de 0 a 1, donde el máximo valor corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

#### **3.3.3.4. Discriminación espacial de la comunidad de artrópodos terrestres.**

Para evaluar la capacidad de discriminación de los ecosistemas altoandinos (formaciones vegetales) en el área de estudio, haciendo uso de la comunidad de artrópodos terrestres, se utilizará la técnica multivariada Escalamiento “Análisis de Conglomerados” (Cluster)

El análisis Clúster permite la generación de grupos basados en su similaridad, tratando de lograr la mayor homogeneidad por grupo y las mayores diferencias entre ellos. Permite a su vez comparar simultáneamente una serie de muestras e ilustrar las relaciones existentes entre ellas, a través del dendrograma (su representación gráfica), el cual ayuda a interpretar con mayor facilidad sus resultados (Johnson & Ruby, 2012). Así mismo, Krebs (2013) nos menciona que para medir la similaridad se puede utilizar tres tipos de índices: los binarios (presencia/ausencia), los cuantitativos y los de correlación. Se consideró 0.7 como un nivel de similaridad referencial para la interpretación de los dendrogramas

En la presente investigación se hizo uso de el algoritmo de grupos pareados “Paired group”, además de un índice binario (Jaccard) y uno cuantitativo (Morisita-Horn), para la elaboración así de seis dendrogramas (uno por cada índice escogido y nivel de resolución taxonómica: clase, orden y familia). Los cuales fueron realizados con la ayuda del programa estadístico Past 2.17 (Hammer et al., 2001).

Cabe mencionar que antes de someter los datos de las matrices a las pruebas multivariadas, estos serán transformados de acuerdo a la siguiente expresión:  $(\log_{10}(n+1))$ , para reducir el efecto del alto grado de variación presente en las variables (Mangeud, 2004), es decir la influencia ejercida por los taxones dominantes (Legendre y Gallagher, 2001).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los datos obtenidos a partir de la determinación de los especímenes colectados, fueron acumulados y organizados en matrices de taxones por estación de muestreo (en los tres niveles de resolución taxonómica escogidos: Clase, Orden y Familia) (Véanse Anexos 5 y 6). En base a estas se realizaron todos los análisis estadísticos.

### **4.1 Rarefacción por estaciones de muestreo**

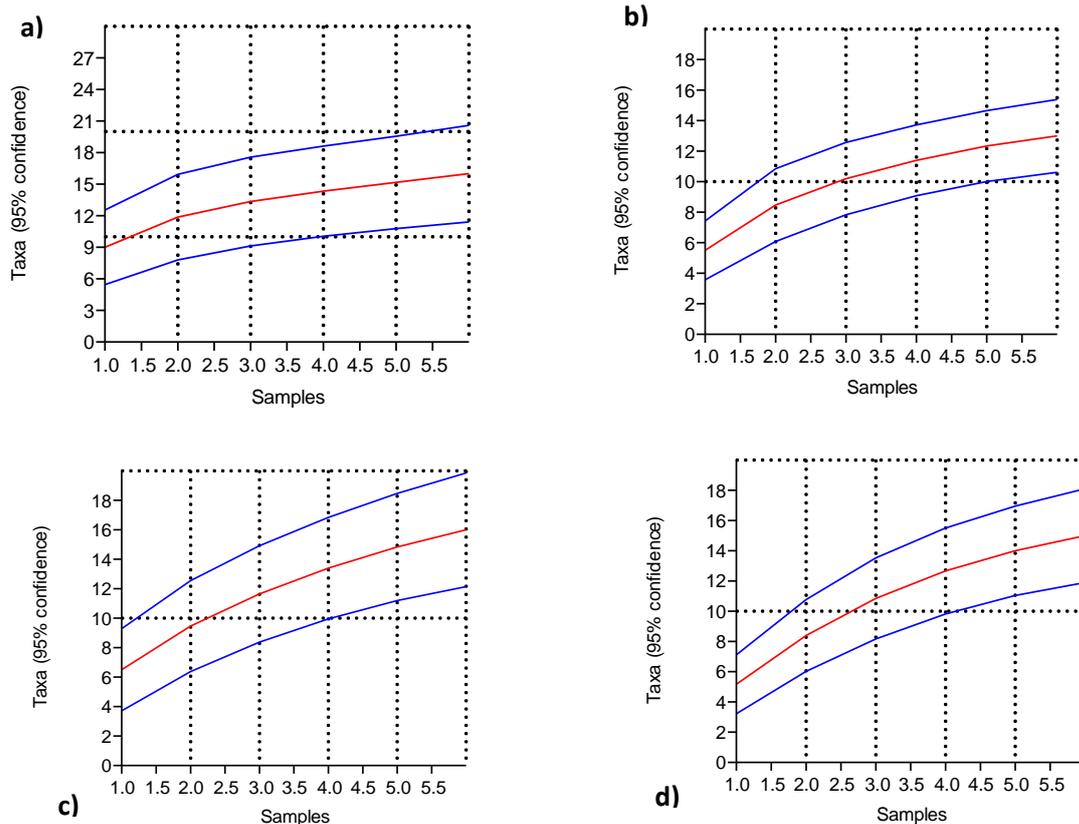
Los resultados de la estandarización del esfuerzo de muestreo obtenidos a partir de la rarefacción para cada estación de muestreo se observan en las tablas del Anexo 7, además las representaciones gráficas de las mismas a través de curvas se visualizan en el Anexo 8. Para el caso especial de la estación de muestreo G1, correspondiente al ecosistema “Gravilla”, no se presenta tabla y por ende tampoco gráfico debido a la muy baja cantidad de muestra obtenida (solo cuatro individuos pertenecientes a dos familias) lo que no hace posible la aplicación de esta técnica por medio del paquete estadístico Past 2.17. Ello no implica un esfuerzo muestral no representativo en la estación de muestreo en cuestión, por el contrario, puede afirmarse que el esfuerzo de muestreo fue más que aceptable y que la baja riqueza de especies de la zona es una característica inherente a ella, lo cual se discutirá en las siguientes secciones.

La rarefacción, al ser un método de intrapolación, calcula el número esperado de especies de cada muestra como si todas fueran reducidas a un tamaño estándar ((Gotelli y Colwell, 2011) Algunos investigadores mencionan que en ello radica su desventaja, pues desaprovecha información al tomar como medida general para todas las muestras el tamaño muestral más pequeño (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). En los resultados de la presente investigación para la estandarización de la cantidad de familias encontradas por trampa Piftall en cada estación de muestreo, se observan para las 26 estaciones de muestreo valores bajos de desviación estándar, los cuales varían entre 0.4 y 3.9, lo cual nos muestra niveles de diferencias mínimos entre la riqueza observada y la esperada (calculada

por la técnica de rarefacción), por ende, para toda el área de estudio se puede decir que existe un bajo nivel de pérdida de información al aplicar esta técnica.

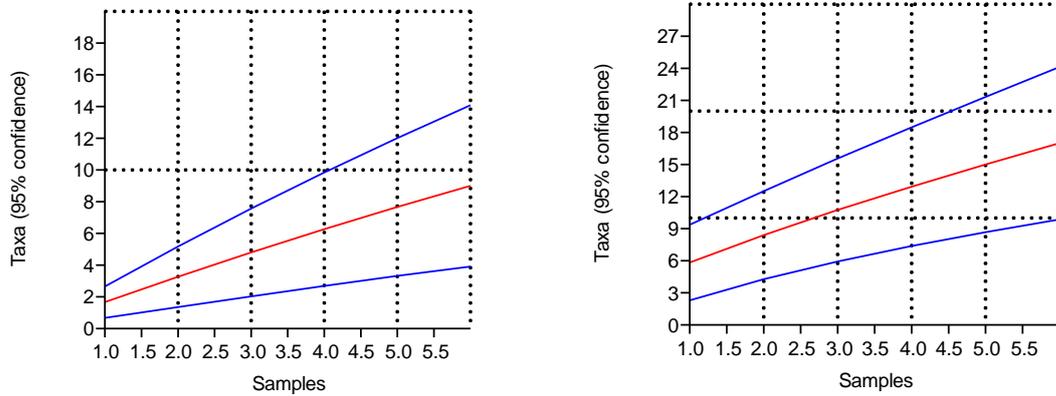
Por otro lado, al expresar el esfuerzo en unidades de muestreo estándar se facilita la elaboración de planes futuros de monitoreo o inventario dentro del área de estudio, ya que, si el esfuerzo solo se dejara indicado como el número de individuos, la planificación y la estimación de costos sería más complicada (Moreno y Halffter, 2001).

En lo que respecta a las representaciones graficas de la rarefacción (curvas) se observa una tendencia a la estabilización de la curva en la mayoría de estaciones de muestreo, lo que indica que el esfuerzo de muestreo empleado en ellas se encuentra dentro de niveles adecuados y que la riqueza encontrada es por lo tanto representativa, así mismo apta para la comparación con otros estudios. A manera de ejemplo se muestra en la figura 10 las curvas de rarefacción correspondientes a las estaciones de muestreo A3, C1, Beu2, P4 en las que se evidencia en mayor o menor grado la estabilización de la curva, es decir la llegada a una asíntota.



**Figura 10. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo A3(a), C1(b), Beu2(c) y P1(d).**

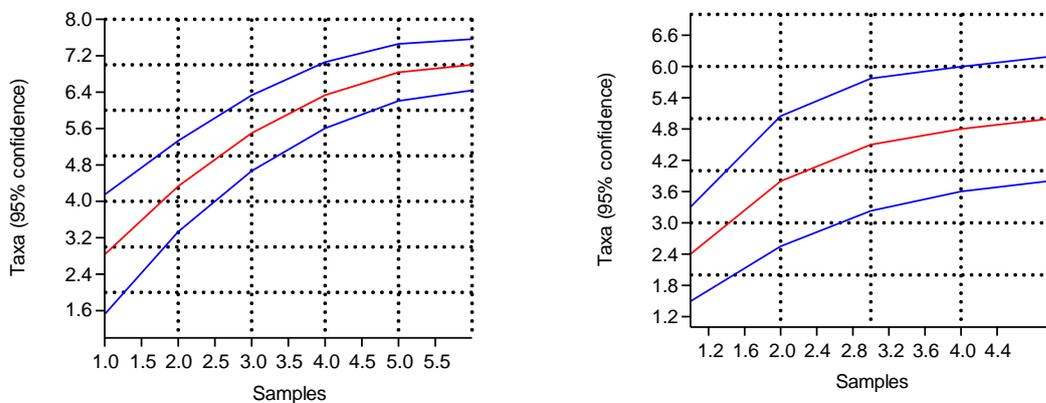
En el anexo 8 se muestran las curvas de rarefacción de la totalidad de zonas de muestreo. Cabe mencionar que solo en los casos particulares de las estaciones de muestreo Bpo-1 y M7, no se evidencia una tendencia tan clara a la estabilización de la curva (Ver figura 11)



**Figura 11. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo Bpo-1 (izquierda) y M7 (derecha)**

FUENTE: Elaboración propia

Por otro lado, como se puede observar en la figura 12, en aquellas estaciones de muestreo con un muy bajo nivel de riqueza observado (como G2 y M8), la estabilización de la curva es evidente, por lo que se puede afirmar que el nivel de esfuerzo de muestreo aplicado en ellas sobrepaso en gran medida los niveles aceptables.



**Figura 12. Curvas de Rarefacción de las estaciones de muestreo G2(izquierda) y M8 (derecha).**

FUENTE: Elaboración propia

En líneas general se puede mencionar que el esfuerzo de muestreo realizado fue representativo para cada formación vegetal dentro del área de estudio

#### **4.2 Curvas de acumulación de especies**

De los cuatro modelos de curvas de acumulación de especies probados, el que mejor se ajustó a los datos en todas las estaciones de muestreo y con una marcada diferencia frente a los otros, fue el modelo de Michaelis-Menten, ya que presentó los menores valores de Akaike IC los cuales oscilaban entre ocho y diez (Ver Tabla 4). Para el caso especial de G1, como ya se mencionó, debido al bajo nivel de riqueza encontrado no se pudo realizar esta técnica. El modelo de Michaelis- Menten, propuesto originalmente como un modelo enzimático, fue adecuado para los estudios de diversidad en base al sustento que las reacciones enzima-sustrato (en las que velocidad de reacción va disminuyendo conforme las enzimas disponibles se van adhiriendo a las moléculas del sustrato, llegando así a la saturación del sistema hacia una asíntota marcada por la cantidad de enzimas disponibles) y el proceso de inventario poseen comportamientos similares (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Es así que el empleo de este modelo está recomendado para investigaciones con extensas áreas (Soberón y Llorente, 1993) y además una adaptación de este modelo, como lo es la Ecuación de Clench, es el método más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). En base a ello no es de extrañar que, dentro del modelo analizados, este fuera el que presentara los mejores resultados.

Así mismo este modelo se suele usar para realizar ajustes a la curva de rarefacción permitiendo así extrapolarla en muchos casos se utiliza su asíntota como valor de la diversidad total esperada de un área, siendo este segundo uso controversial (Colwell y Coddington, 1994),

Las curvas de acumulación de especies y las ecuaciones respectivas, elaborados siguiendo el modelo de Michaelis-Menten se muestran en el Anexo 10. En casi todas de evaluación se muestra una tendencia en los gráficos a la estabilización, con la única excepción de la que corresponde al Bosque de Polylepis

**Tabla 4. Valores de Akaike IC de los modelos de Curva de acumulación de especie para cada estación de muestreo.**

| <b>Estación de Muestreo</b> | <b>Logística</b> | <b>Bertalanffy</b> | <b>Michaelis - Menten</b> | <b>Gompertz</b> |
|-----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>P6</b>                   | 26.465           | 32.953             | 9.0902                    | 108.7           |
| <b>P5</b>                   | 27.443           | 36.653             | 8.9229                    | 60.171          |
| <b>P4</b>                   | 21.874           | 28.558             | 8.0152                    | 80.191          |
| <b>P3</b>                   | 24.689           | 31.873             | 8.4838                    | 45.504          |
| <b>P2</b>                   | 21.528           | 26.179             | 8.0199                    | 53.564          |
| <b>P1</b>                   | 21.724           | 25.982             | 8.0933                    | 57.844          |
| <b>M11</b>                  | 21.171           | 25-656             | 8.0325                    | 62.658          |
| <b>M10</b>                  | 30.241           | 39.953             | 9.7669                    | 67.171          |
| <b>M8</b>                   | 18.635           | 19.758             | 8.0602                    | 32.195          |
| <b>M7</b>                   | 29.865           | 41.134             | 9.4991                    | 56.689          |
| <b>M6</b>                   | 22.906           | 27.141             | 8.4654                    | 77.841          |
| <b>M5</b>                   | 23.905           | 32.642             | 8.0447                    | 108.11          |
| <b>M2</b>                   | 28.115           | 37.229             | 8.7899                    | 129.57          |
| <b>M1</b>                   | 28.961           | 42.593             | 8.7021                    | 62.748          |
| <b>G2</b>                   | 18.034           | 18.071             | 8.0461                    | 18.022          |
| <b>Bpo</b>                  | 21.281           | 28.869             | 8.0001                    | 127.95          |
| <b>Beu2</b>                 | 23.377           | 28.811             | 8.3888                    | 43.63           |
| <b>Beu1</b>                 | 35.378           | 49.516             | 10.325                    | 95.192          |
| <b>C2</b>                   | 19.934           | 21.457             | 8.2356                    | 38.183          |
| <b>C1</b>                   | 19.727           | 22.04              | 8.0043                    | 32.306          |
| <b>A8</b>                   | 18.356           | 18.777             | 8.002                     | 18.034          |
| <b>A7</b>                   | 22.207           | 26.44              | 8.1417                    | 49.343          |
| <b>A5</b>                   | 23.72            | 28.429             | 8.5843                    | 76.051          |
| <b>A3</b>                   | 19.749           | 20.872             | 8.2376                    | 18.223          |
| <b>A2</b>                   | 21.311           | 24.442             | 8.205                     | 50.13           |
| <b>A1</b>                   | 21.946           | 24.016             | 8.996                     | 62.742          |
| <b>Promedio</b>             | <b>23.78</b>     | <b>29.37</b>       | <b>8.5</b>                | <b>62.79</b>    |

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados de extrapolar el esfuerzo de muestreo hasta el nivel de transectos con diez trampas haciendo uso de las ecuaciones obtenidas por modelo de Michaelis-Menten para cada estación de muestreo se pueden observar en la Tabla 5. Estos evidenciaron que la diferencia entre la riqueza observada y la riqueza estimada fue mínima, pues presento valores muy bajos en todos los casos (entre uno y cinco familias) y el porcentaje que represento la riqueza observada con referencia a la riqueza estimada arrojó valores muy altos en todos los casos (más del 80 por ciento), con excepción del Bosque de Polylepis en el cual el valor fue de 65 por ciento. En el Anexo 9 se muestran la extrapolación del esfuerzo de muestreo para cada estación desde transectos de una trampa hasta de diez trampas.

**Tabla 5. Valores de riqueza estimada para cada estación de muestreo según el modelo de Michaelis-Menten**

| <b>Estaciones de muestreo</b> | <b>Riqueza observada (6 trampas)</b> | <b>Riqueza estimada (10 trampas)</b> | <b>Diferencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>A1</b>                     | 16.4835165                           | 17.7304965                           | 1.24697997        | 92.967033         |
| <b>A2</b>                     | 15.7521679                           | 17.4709375                           | 1.71876962        | 90.1621214        |
| <b>A3</b>                     | 15.6727119                           | 16.7191577                           | 1.04644581        | 93.7410375        |
| <b>A5</b>                     | 23.6483398                           | 25.6316112                           | 1.98327132        | 92.2624009        |
| <b>A7</b>                     | 20.6712812                           | 22.6301793                           | 1.95889811        | 91.3438684        |
| <b>A8</b>                     | 6.97096732                           | 7.63975687                           | 0.66878955        | 91.2459315        |
| <b>C1</b>                     | 12.9842041                           | 14.5625511                           | 1.57834697        | 89.1616039        |
| <b>C2</b>                     | 9.71998558                           | 10.9406704                           | 1.22068482        | 88.8426872        |
| <b>Beu1</b>                   | 25.2517498                           | 28.9936226                           | 3.74187282        | 87.0941522        |
| <b>Beu2</b>                   | 15.7482993                           | 18.0577223                           | 2.30942299        | 87.2108844        |
| <b>Bpo</b>                    | 9.0055567                            | 13.8676554                           | 4.86209875        | 64.9392879        |
| <b>G2</b>                     | 5.04781879                           | 5.39544476                           | 0.34762597        | 93.557047         |
| <b>M1</b>                     | 20.503917                            | 24.0071397                           | 3.50322267        | 85.4075799        |
| <b>M2</b>                     | 23.5598706                           | 26.5413595                           | 2.98148892        | 88.7666307        |
| <b>M5</b>                     | 15.9226415                           | 19.2671233                           | 3.34448178        | 82.6415094        |
| <b>M6</b>                     | 18.7341122                           | 20.6294003                           | 1.89528808        | 90.8126846        |
| <b>M7</b>                     | 16.5036933                           | 20.3486859                           | 3.84499264        | 81.1044671        |
| <b>M8</b>                     | 6.9644717                            | 7.93449885                           | 0.97002715        | 87.7745631        |
| <b>M10</b>                    | 19.3564994                           | 22.5758031                           | 3.21930371        | 85.7400257        |
| <b>M11</b>                    | 11.9167237                           | 14.2786874                           | 2.36196369        | 83.4581175        |
| <b>P1</b>                     | 15.8560265                           | 17.9334726                           | 2.07744608        | 88.4158181        |
| <b>P2</b>                     | 15.9266943                           | 18.1681919                           | 2.24149753        | 87.6625173        |
| <b>P3</b>                     | 15.738423                            | 18.5089785                           | 2.77055548        | 85.0312891        |
| <b>P4</b>                     | 15.0490196                           | 17.8074246                           | 2.75840499        | 84.5098039        |
| <b>P5</b>                     | 19.6522715                           | 22.609369                            | 2.9570975         | 86.9209198        |
| <b>P6</b>                     | 23.1470894                           | 25.3847469                           | 2.23765752        | 91.1850312        |

FUENTE: Elaboración propia

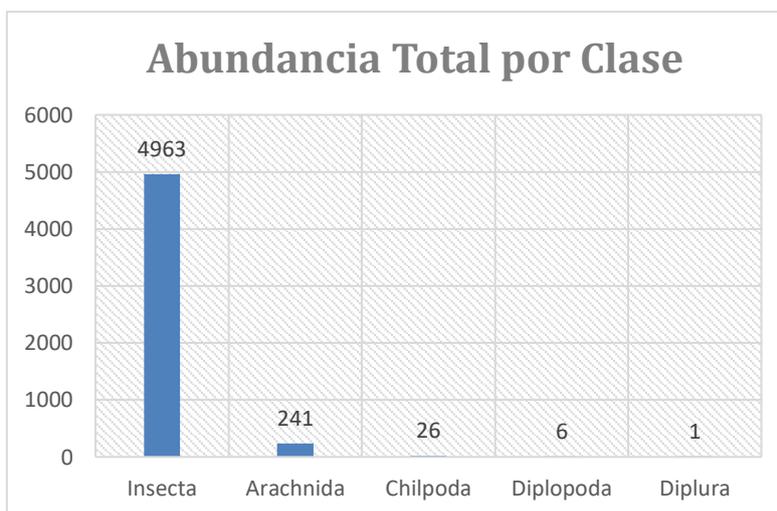
Los resultados de las curvas de acumulación en base al modelo de Michaelis-Menten y la extrapolación del esfuerzo de muestreo nos reafirma que el nivel de muestreo realizado fue el adecuado y por lo tanto la riqueza encontrada en todas las estaciones de muestreo es representativa.

### 4.3 Caracterización global del área de estudio y de las estaciones de muestreo en base a Variables biológicas

#### 4.3.1 Caracterización global de toda el área de estudio

Se obtuvieron 5 237 individuos repartidos en 71 familias, 16 Ordenes y 5 Clases en todo el distrito de Cajatambo (Véase Anexo 5 y 6). La clase Insecta fue la más abundante (4 963 individuos) con una marcada diferencia frente a las otras (Figura 13). Los órdenes más abundantes fueron: Hymenoptera, Coleoptera y Hemiptera con 1 796, 1 602, 1 413 individuos respectivamente (Figura 14).

En la figura 15 se muestran las 20 familias más abundantes en todo el distrito de Cajatambo, siendo dentro de estas las familias Formicidae (1 796 individuos) y Cicadellidae (1 602 individuos) las más resaltantes, abarcando entre ambas más del 50% de la abundancia total registrada; seguidas muy de lejos por las familias Staphylinidae, Ptiliidae, Carabidae y Curculionidae.



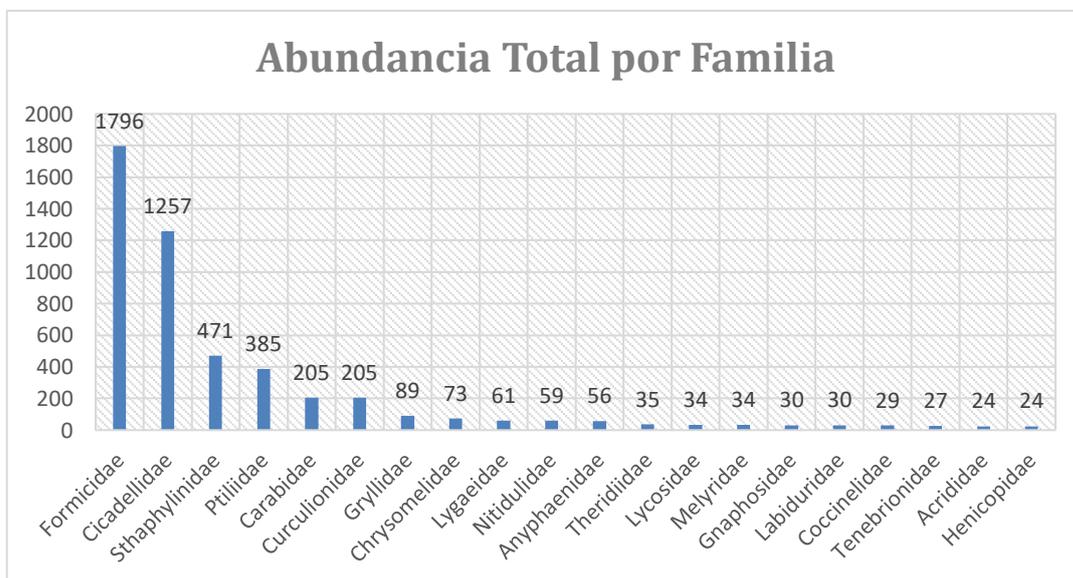
**Figura 13. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Clase en el distrito de Cajatambo.**

FUENTE: Elaboración propia



**Figura 14. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Orden en el distrito de Cajatambo.**

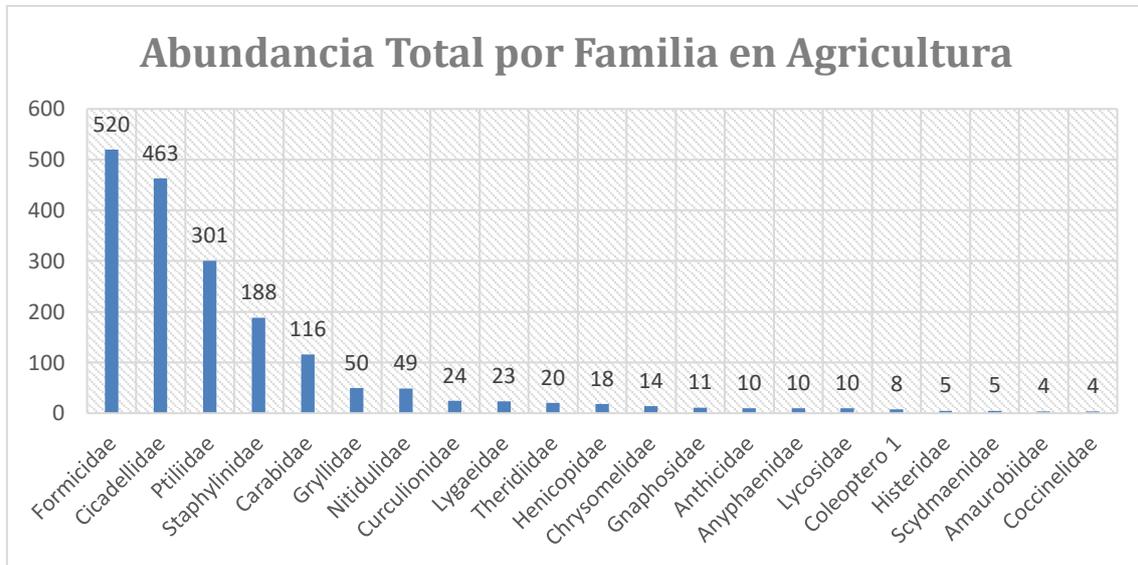
FUENTE: Elaboración propia



**Figura 15. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia en el distrito de Cajatambo. (Los 20 mayores valores)**

FUENTE: Elaboración propia

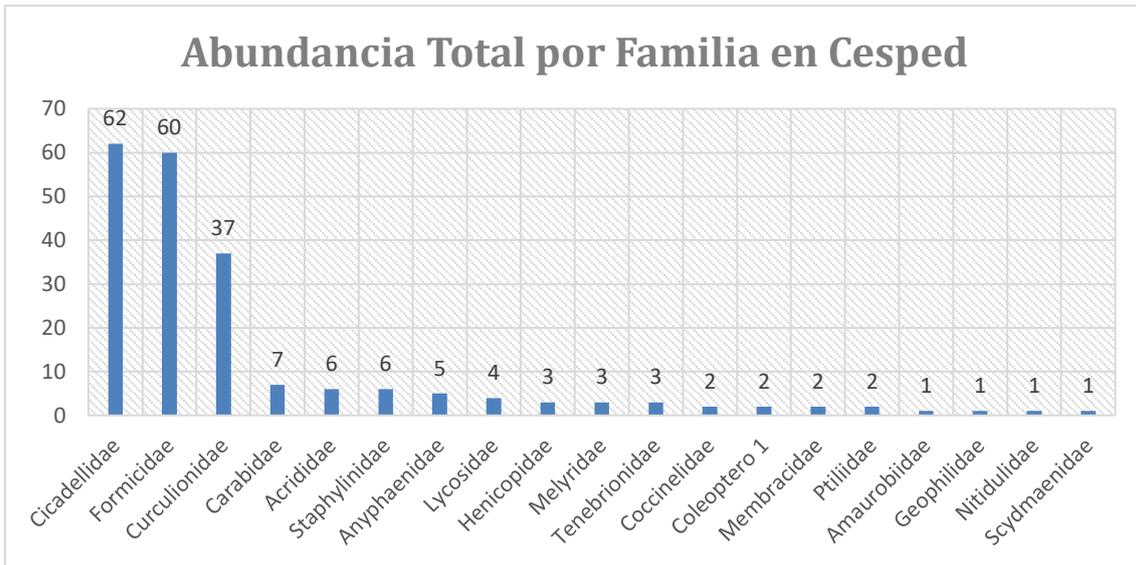
En la figura 16 se muestran las familias más abundantes de las estaciones de muestreo denominadas Agricultura. Siendo las más resaltante las familias Formicidae, Cicadellidae, Ptiliidae, Staphylinidae y Carabidae que abarcan la casi la totalidad de la abundancia de este ecosistema o formación vegetal.



**Figura 16. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Agricultura**

FUENTE: Elaboración propia

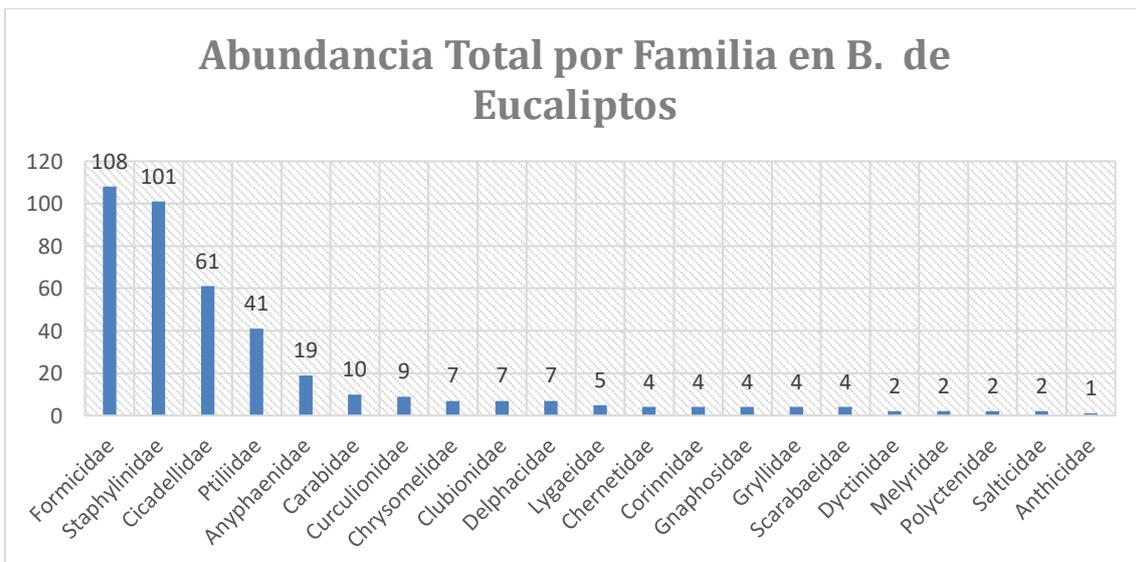
La figura 17 nos muestra la En la figura las familias más abundantes de las estaciones de muestreo denominadas Césped. Las familias Cicadellidae, Formicidae y Curculionidae poseen una marcada diferencia frente a las demás familias registradas, aunque los valores son bastante menores en comparación que los de las zonas de Agricultura. Otra diferencia es la mucho menor presencia de la familia Ptiliidae, escarabajos típicamente detritívoros.



**Figura 17. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Césped**

FUENTE: Elaboración propia

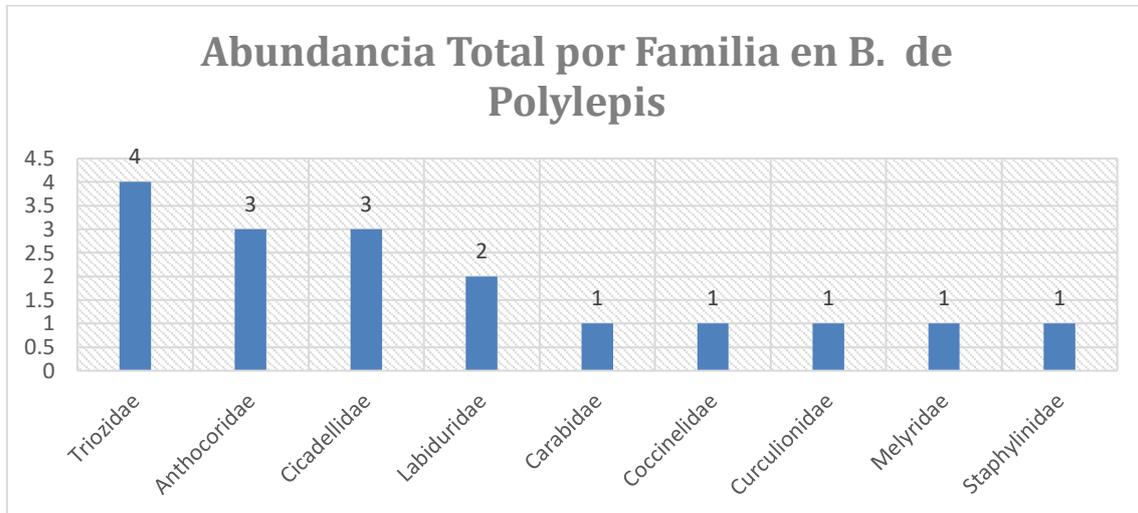
La figura 18 nos muestra las familias más abundantes de las estaciones pertenecientes a los Bosques de Eucalipto, siendo las familias Formicidae, Staphylinidae, Cicadellidae y Ptiliidae las que presentaron mayores valores.



**Figura 18. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Bosque de Eucalipto**

FUENTE: Elaboración propia

La figura 19 nos muestra la abundancia de las familias encontradas en las estaciones pertenecientes a los Bosques de Polylepis. En el caso de esta formación vegetal el nivel tanto de riqueza como abundancia encontrado fue muy bajo (nueve familias y 21 individuos) para lo que podría esperarse de este tipo de formación vegetal.

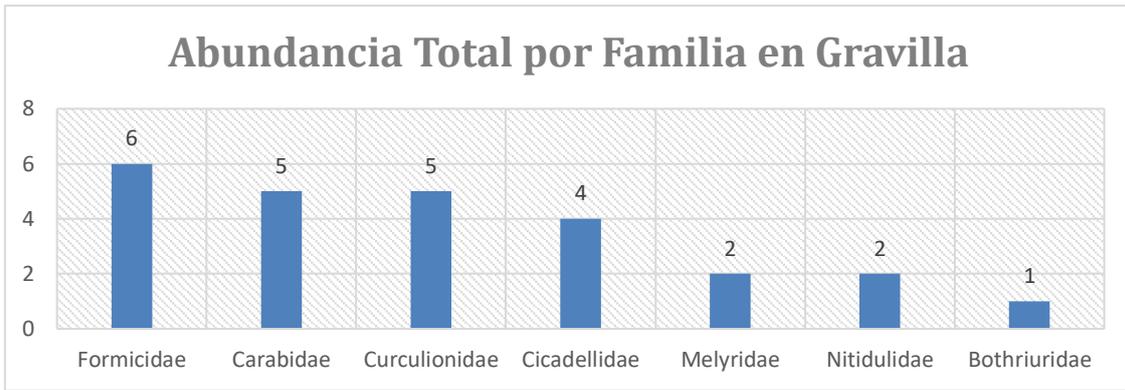


**Figura 19. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Bosque de Polylepis**

FUENTE: Elaboración propia

La figura 20 nos muestra la abundancia de las familias encontradas en las estaciones pertenecientes a la Gravilla. Los volares registrados son bajos (siete familias y 25 individuos) lo cual es explicable debido a la ausencia de material vegetal en estas áreas.

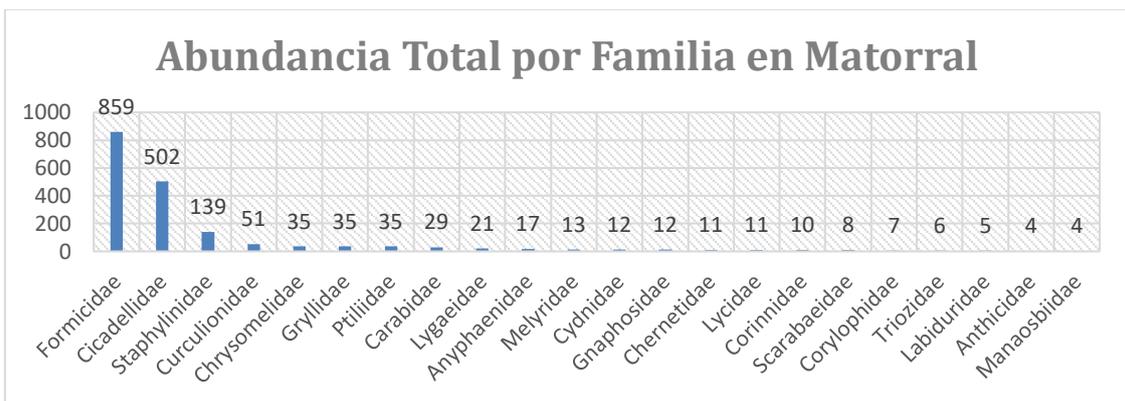
Es posible que muchos de los individuos capturados no hagan uso de estas zonas, es decir que solo habrían estado movilizándose en busca de alimento o refugio hacia la formación vegetal más cercana. Esta explicación es válida sobre todo para algunas familias típicamente fitófagas que han sido registradas como Curculionidae y Cicadellidae.



**Figura 20. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para el ecosistema de Gravilla.**

FUENTE: Elaboración propia

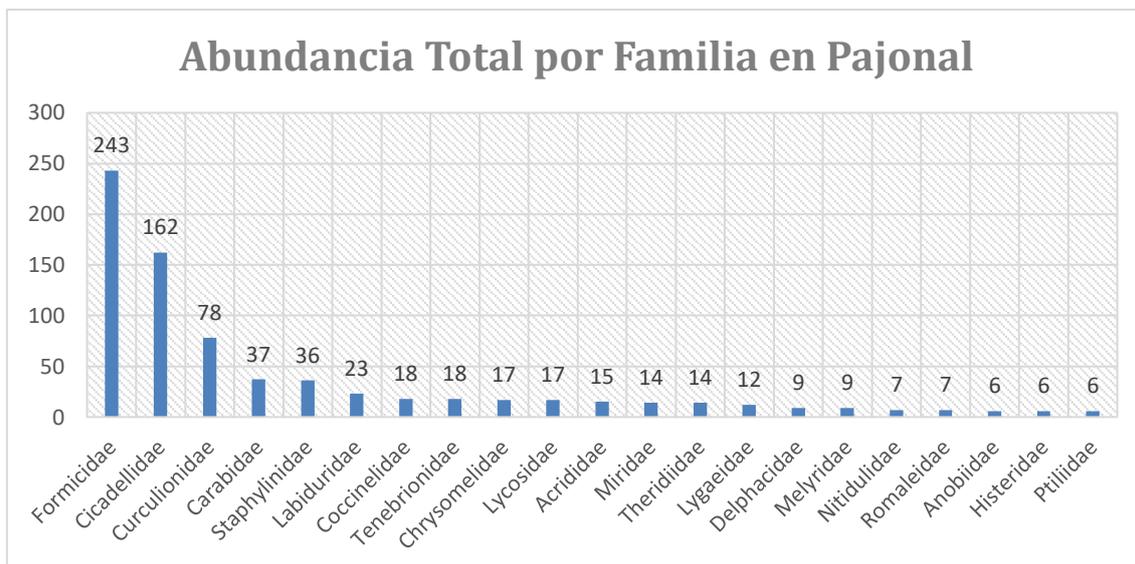
La figura 21 nos muestra la abundancia de las familias encontradas en las estaciones pertenecientes a la formación vegetal Matorral. La familia más abundante con 859 individuos fue Formicidae, seguido por un margen considerable por la familia Cicadellidae con 502, lo que es explicable en base a la gran cantidad de material vegetal que posee esta formación vegetal lo que permite un gran desarrollo de poblaciones de fitófagos y detritívoros.



**Figura 21. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Matorral**

FUENTE: Elaboración propia

La figura 22 nos muestra la abundancia de las familias encontradas en las estaciones pertenecientes a la formación vegetal Pajonal. Siendo las familias más abundantes Formicidae con 243 individuos y Cicadellidae con 162, los cuales son valores bastante considerables si se tiene en cuenta que estas zonas son las de mayor altura en toda el área de estudio por lo que poseen condiciones climáticas más adversas.



**Figura 22. Abundancia total de Artrópodos terrestres por Familia para la formación vegetal Pajonal**

FUENTE: Elaboración propia

En cuando a los demás índices biológicos que se observan en la Tabla 6, la dominancia posee un valor muy cercano a 0, lo que indica que no existe un solo taxón exclusivamente dominante, por el contrario, al ser 2 las familias que abarcan más del a mitad de abundancia total de individuos se podría considerar una dominancia compartida (Giraldo, 2003; Castro, 2010). Ello se ve reflejado de mejor manera en la Equidad, pues el valor de 0.5 nos muestra que la abundancia no se encuentra igualmente repartida entra las familias, si no por el contrario un grupo de ellas posee la mayor abundancia de individuos.

Estos resultados nos muestran que lo ecosistemas altoandinos (entre los 3 000 y 5 000 msnm), pese a lo que a priori podría pensarse en base sobre todo a las bajas temperaturas, poseen una riqueza y abundancia de Artrópodos terrestre considerables y que debe ser tomada en cuenta en la elaboración e implementación de planes de conservación para estos ecosistemas.

**Tabla 6. Índices biológicos para toda el área de estudio (Distrito de Cajatambo)**

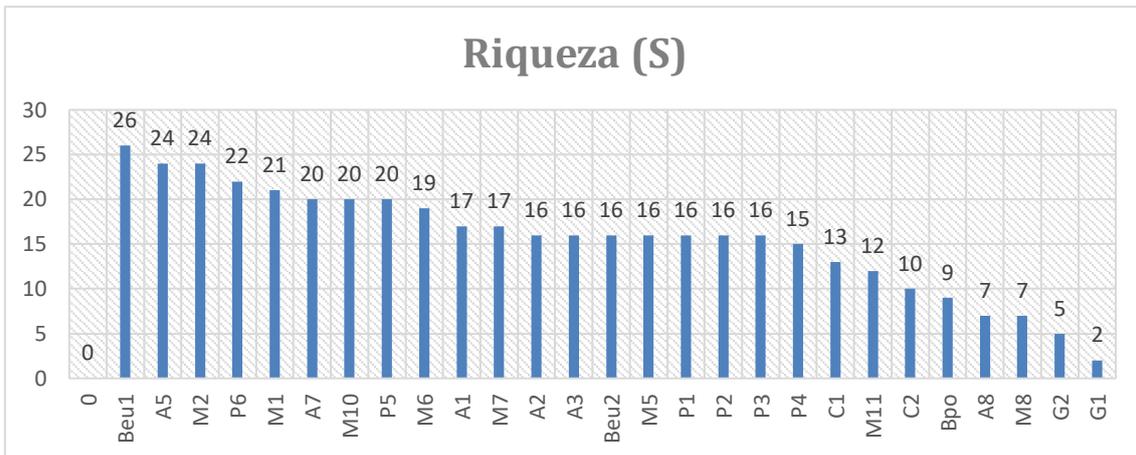
| Índice         | Valor      |
|----------------|------------|
| Riqueza (S)    | 71         |
| Abundancia     | 5237       |
| Dominancia (D) | 0.1931     |
| Shannon (H)    | 3.30665703 |
| Equidad (J)    | 0.5378     |

FUENTE: Elaboración propia

#### **4.3.2 Caracterización de cada estación de muestreo dentro del área de estudio**

La distribución de riquezas observadas en las estaciones de muestreo se presenta en la Figura 23. La riqueza nos muestra un rango de variación muy amplio, pues va desde la zona Gravilla 1 (G1) en la que apenas se encontraron dos familias hasta el Bosque de eucaliptos 1 (Beu-1) con sus 26 familias. Es muy probable que esta desigual distribución de la riqueza dentro del área de estudio tenga varias posibles explicaciones como la variedad de microclimas, la ausencia de material vegetal o el grado de perturbación humana, entre otras. Para dilucidar más el tema se requiriere un estudio más profundo y prolongado.

Pese a lo que podría esperarse, como encontrar a todos los pajonales agrupados cerca al extremo de menor riqueza en contraposición a los bosques, matorrales y agriculturas, en líneas generales no se observa patrones totalmente claros a nivel de formaciones vegetales, pues tanto las zonas de bosques de eucaliptos, las agriculturas, matorrales y pajonales presentan ejemplares cerca a los extremos (altos y bajos) como en el centro del grafico de distribución de riquezas, aunque con una tendencia a la agrupación hacia valores menores de riqueza en los pajonales. En contraste, las gravillas, el bosque de *Polylepis* y el césped se consolidan como el grupo de las estaciones de muestreo con menor riqueza al ubicarse en el extremo inferior de la misma gráfica.

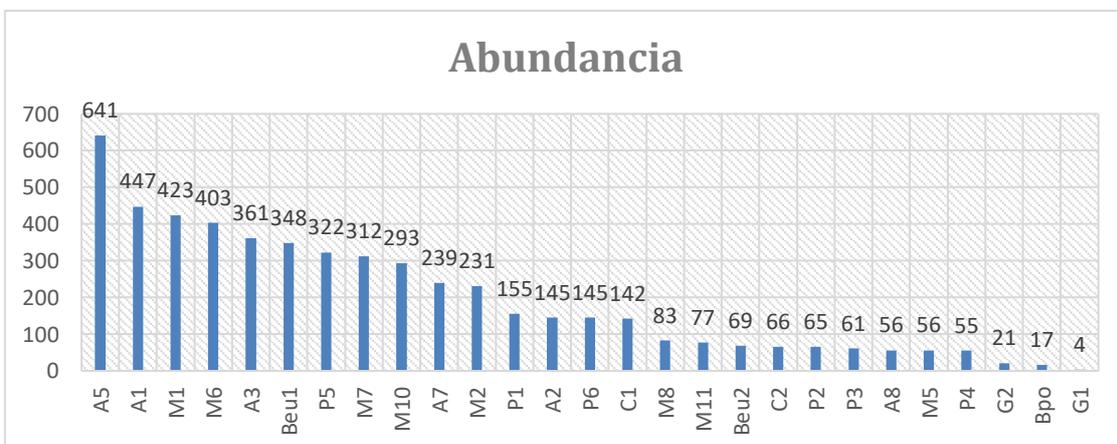


**Figura 23. Gráfico de distribución de la Riqueza entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.**

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a la abundancia, su distribución se puede apreciar en la Figura 24. Este índice posee extremos aún más contrastantes, siendo la estación de muestreo con mayor abundancia de artrópodos terrestres la Agricultura 5 (A5) con 641 individuos en total contraposición a la Gravilla uno con sus escasos dos individuos.

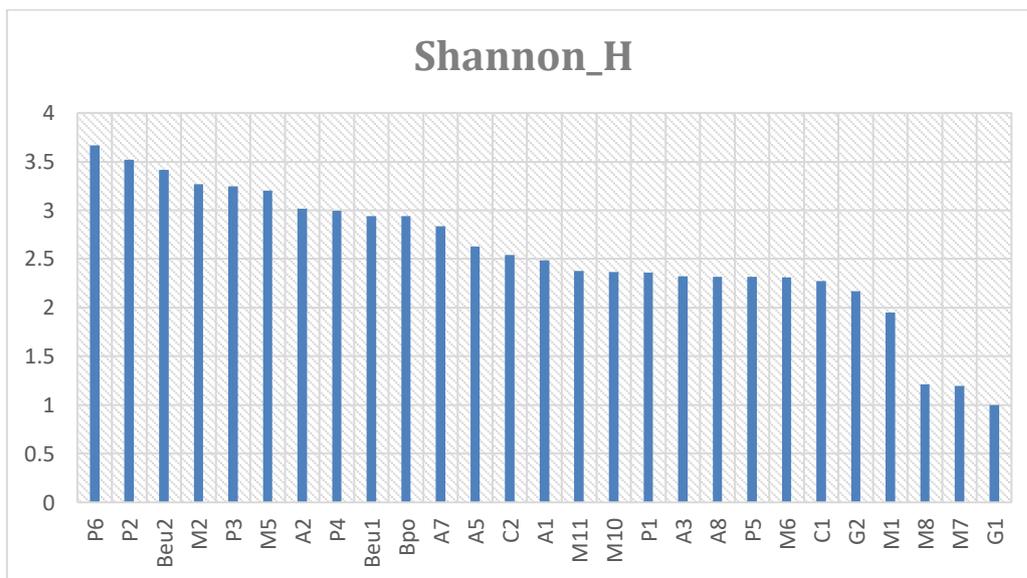
Del mismo modo que en la riqueza no se encuentran patrones definidos de distribución, con excepción de las gravillas que junto al bosque de Polylepis siguen formando un grupo con los menores valores de abundancia entre todas las estaciones de muestreo. Por otro lado, todas las agricultoras salvo el A8, se encuentran dentro de la mitad superior de valores de abundancia, fuera de ello no se aprecian patrones claros.



**Figura 24. Gráfico de distribución de la Abundancia entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.**

FUENTE: Elaboración propia

La Figura 25 nos muestra la distribución de los valores de diversidad hallados al calcular el índice de Shannon (H) en bits/individuo. Siendo el menor valor correspondiente a la estación de muestreo G1 con valor exacto de uno (ya que sus dos familias poseen cada una dos individuos) y al irnos al otro extremo vemos a P6 con el mayor valor de diversidad (3.66). Un detalle que no se debe pasar por alto es que ambos extremos, tanto G1 como P6, se encuentran en el grupo de las estaciones de muestreo ubicadas en los lugares de mayor altura (ambos por encima de los 4000 m.s.n.m), lo que ya nos da indicios que no es la altura el factor más determinante en la distribución de la diversidad de artrópodos terrestres en el distrito de Cajatambo.

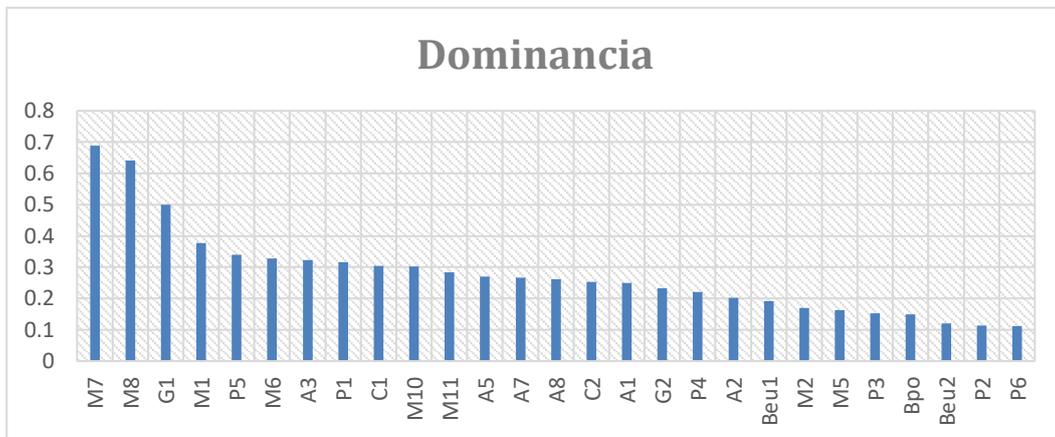


**Figura 25. Gráfico de distribución de la Diversidad en base al índice de Shannon entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.**

FUENTE: Elaboración propia

La distribución de la Dominancia en las estaciones de muestreo (Véase Figura 26) nos muestra a P6, la estación de muestreo con el mayor valor de diversidad según el índice de Shannon, en su extremo más cercano a cero, es decir que con la menor dominancia por parte de la familia presente en ella. En el otro extremo observamos a M7, con el mayor valor de dominancia, en este caso ejercido por la familia Formicidae, seguido de la estación M8 en la que la dominancia es ejercida por la Familia Cicadellidae (Ver Anexo 5). Del mismo que en los índices anteriores no se encuentran patrones al analizar las estaciones de muestreo en base a formaciones vegetales.

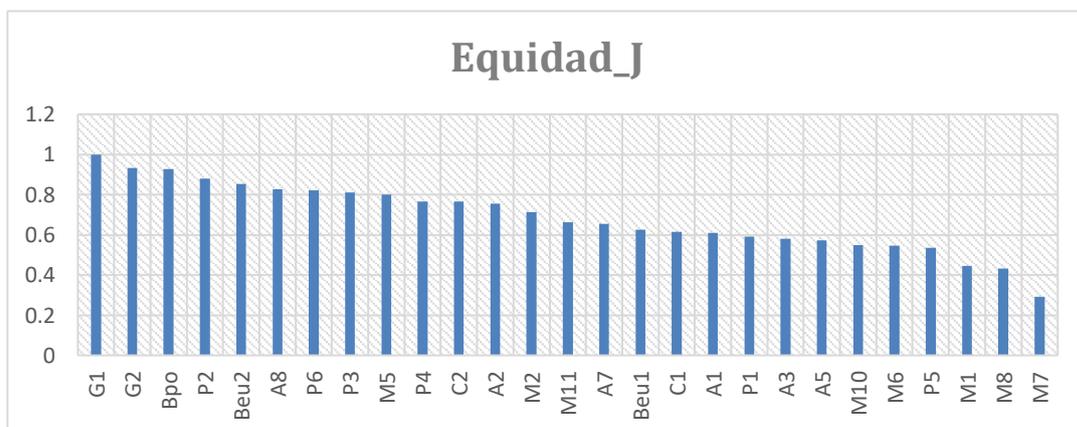
Un detalle peculiar que nos devela la deficiencia del índice de Dominancia al ser usado en áreas con muy baja diversidad como la estación de Gravilla 1, la cual presenta dos familias con dos individuos cada una, por lo que deberíamos esperar un valor de 0 en el índice de Dominancia (los taxones están igualmente representados) sin embargo, el valor obtenido es el de 0.5.



**Figura 26. Gráfico de distribución de los valores del índice de Dominancia entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.**

FUENTE: Elaboración propia

Por último, en la Figura 27 nos muestra la distribución de valores obtenidos para el índice de Equidad de Pielou (J) que en líneas generales nos ofrece un panorama totalmente contrapuesto al del índice de Dominancia, lo cual es de esperarse. Sin embargo, a diferencia del índice anterior el índice de Equidad si nos muestra la verdadera ubicación de la zona de Gravilla 1, al obtener un valor de uno (Taxones con abundancia equitativamente distribuida).



**Figura 27. Gráfico de distribución de los valores del índice de Equidad(J) entre las estaciones de muestreo del distrito de Cajatambo.**

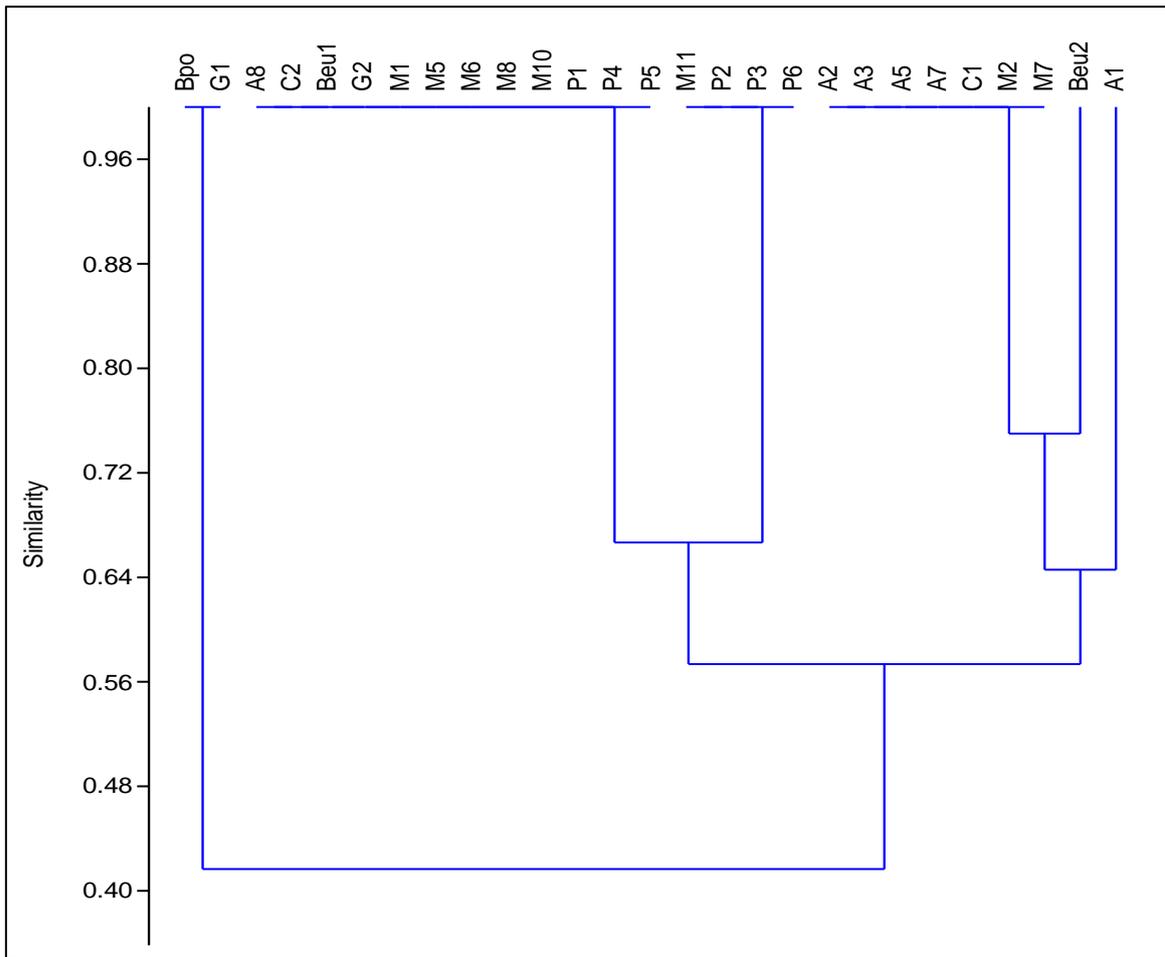
FUENTE: Elaboración propia

#### **4.4 Discriminación espacial de la comunidad de artrópodos terrestres**

##### **4.4.1 Análisis de Conglomerados en base al índice de Jaccard**

En la Figura 28 que nos muestra el dendrograma del nivel taxonómico de *Clase*, lo primero que se puede apreciar incluso a este nivel (el más alto de entre los que se evalúan) es ya la presencia de un patrón de separación de las estaciones de muestreo en grupos que reflejan las formaciones vegetales a las que pertenecen. Así, la mayor parte de zonas de agricultura se encuentran juntas, del mismo modo que los matorrales y pajonales con ciertas excepciones que pueden ser explicadas en base a la diferencia en los índices biológicos vistos en el acápite anterior. Para el caso del A8 el cual se encuentra separado del resto de las zonas de agricultura, es pues dentro de estas la zona con menor valor de riqueza y abundancia. Así mismo la separación entre los dos Bosques de Eucaliptos y las dos zonas de Césped responden a sus grandes diferencias evidenciadas en cada uno de los índices biológicos analizados.

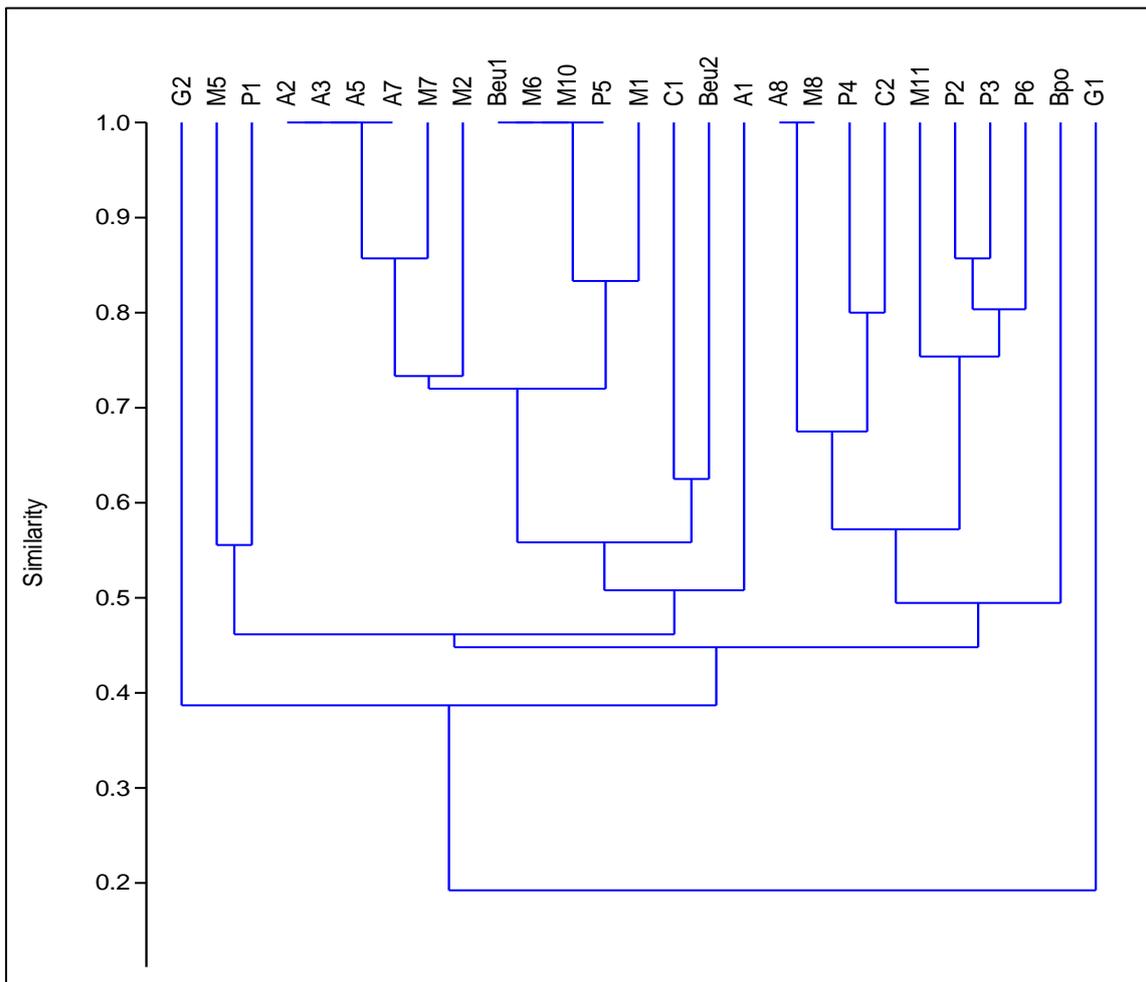
Esto refleja el gran potencial de los de la comunidad de artrópodos terrestres para discriminar ecosistemas incluso a niveles de resolución taxonómica altos, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Giraldo (2015).



**Figura 28. Dendrograma al nivel taxonómico Clase usando el Índice de Jaccard.**

FUENTE: Elaboración propia

En el dendrograma al nivel taxonómico *Orden* (Ver Figura 29), nos muestra ya una separación más fina de las zonas de evaluación. Sin embargo, mantiene algunos patrones generales del nivel taxonómico superior como la separación inicial de las Gravillas del resto de estaciones de muestreo (principalmente G1), la asociación de todas las zonas de agricultura (con excepción de A8 y ahora la de A1) o de igual forma el agrupamiento de la mitad de las zonas de pajonal (P2, P3, P6) y la separación de ambos Bosques de Eucalipto (Beu-1 y Beu-2) y de las zonas de Césped (C1 y C2). Por otro lado, el cambio más evidente es la separación de las zonas de Matorral, así como el de la otra mitad de las zonas de Pajonal (P4, P5, P1).

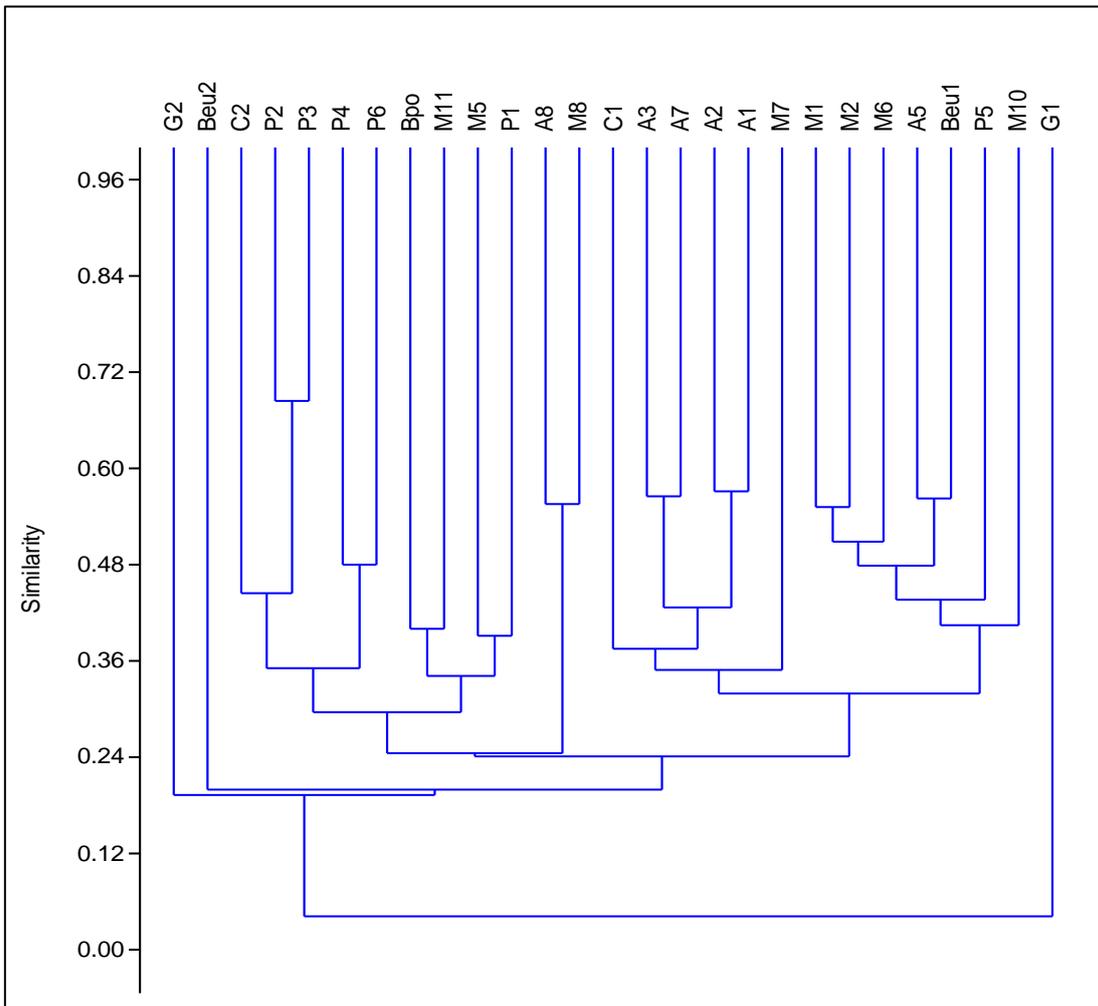


**Figura 29. Dendrograma al nivel taxonómico *Orden* usando el Índice de Jaccard.**

FUENTE: Elaboración propia

El caso del paso del nivel taxonómico de *Orden* a *Familia*, que es el cambio más acentuado (16 a 71 taxones), lo que se puede apreciar en la Figura 30. En este nivel volvemos a observar una tendencia a la agrupación de zonas de estaciones de muestreo por formaciones vegetales, como en el caso de los pajonales (P2, P3, P4, P6), siendo el agrupamiento aun mayor pues solo deja fuera a P1 y P5, lo que podría explicarse para el caso de P1 en base a las diferencias en el tipo de vegetación presente en el ( más parecida a la de un matorral) mientras que para el caso de P5 podría deberse a la predominancia de rocas haciéndolo ver más como un Roquedal con parches de pajonal. Así mismo se puede notar la tendencia a la agregación de los Matorrales y las zonas de Agriculturas.

Es también evidente la clara asociación entre C2 y el Grupo de Pajonales (que ya que se podía ver como una ligera tendencia en el nivel superior), esto debido a que comparten una vegetación muy parecida, sumado a su cercanía geográfica y su similar altura, lo que permite la fácil movilidad entre ellas a los artrópodos terrestres.



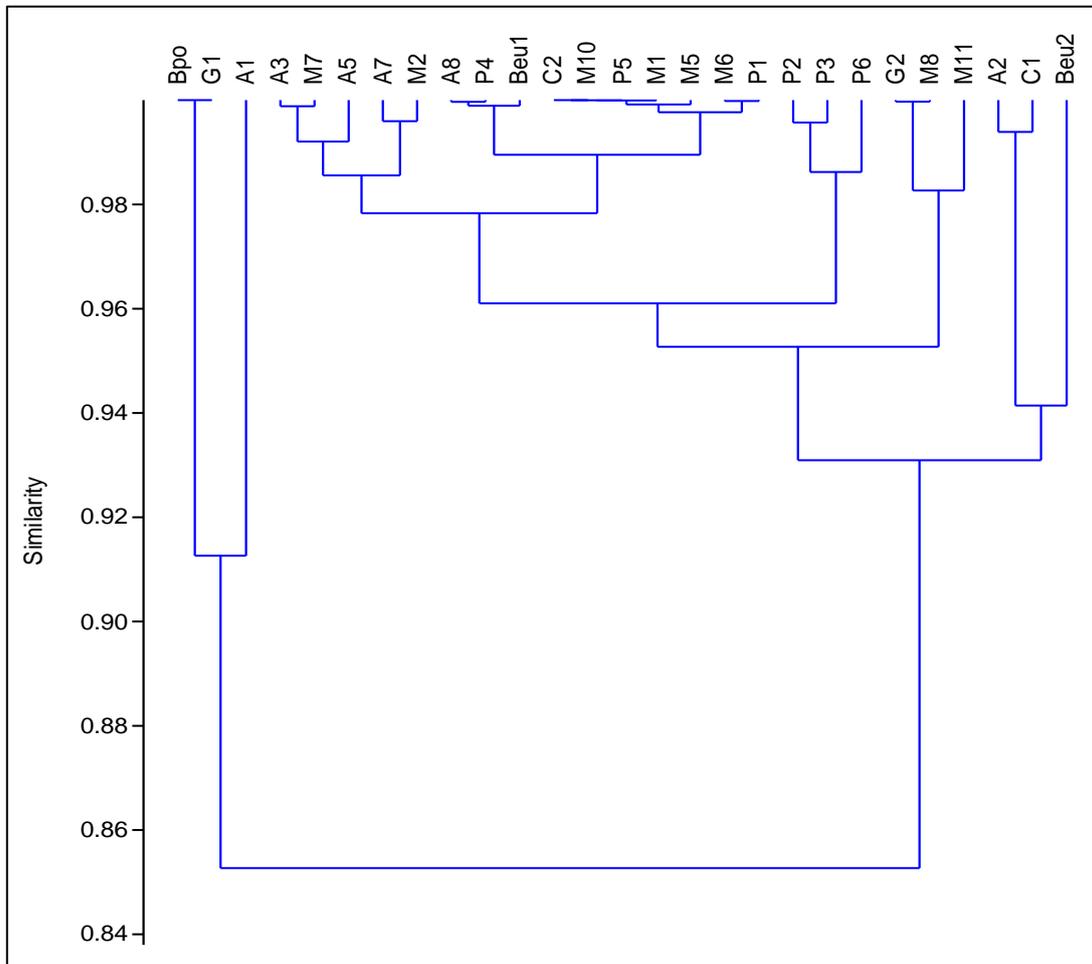
**Figura 30. Dendrograma al nivel taxonómico *Familia* usando el Índice de Jaccard.**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4.2 Análisis de Conglomerados en base al índice de Morisita-Horn

El dendrograma al nivel *Clase* obtenido utilizando el índice Morisita-Horn (Figura 31) nos muestra una separación más fina que su símil con el índice de Jaccard, ya que, a diferencia de este, no muestra una tendencia tan clara a la agrupación de las estaciones de muestreo de acuerdo a las formaciones vegetales a las que pertenecen. Por otro lado, si muestra la separación inicial de la gravilla G1 del resto de las estaciones de muestreo.

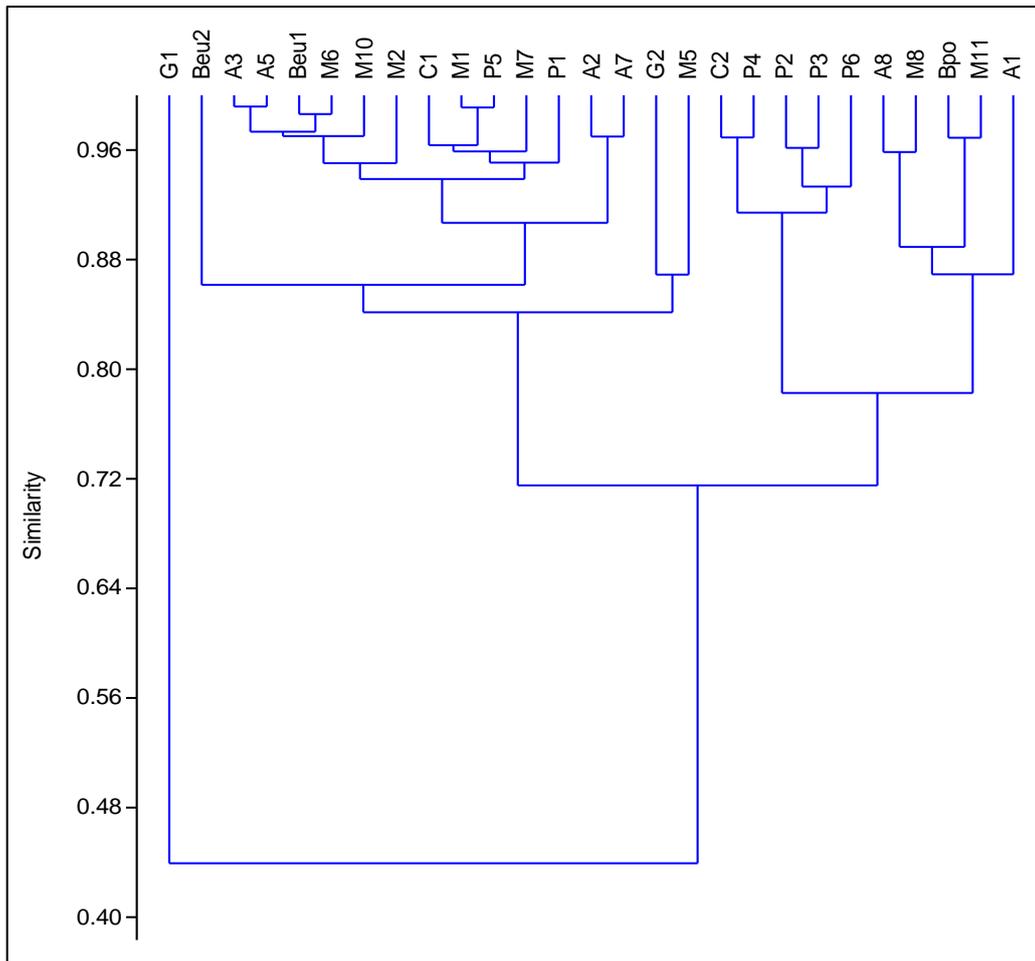
El índice de Morisita-Horn al tener en cuenta además de la presencia/ausencia de los especímenes su abundancia nos permite evidenciar patrones que a niveles taxonómicos más altos. Esto se ve demostrado en la separación de los pajonales P5 y P1 del resto de las zonas de Pajonal al nivel de Clase con el índice de Morisita-Horn, la misma que usando el índice binario de Jaccard es recién apreciable al nivel de Orden.



**Figura 31. Dendrograma al nivel taxonómico Clase usando el Índice de Morisita-Horn.**

FUENTE: Elaboración propia

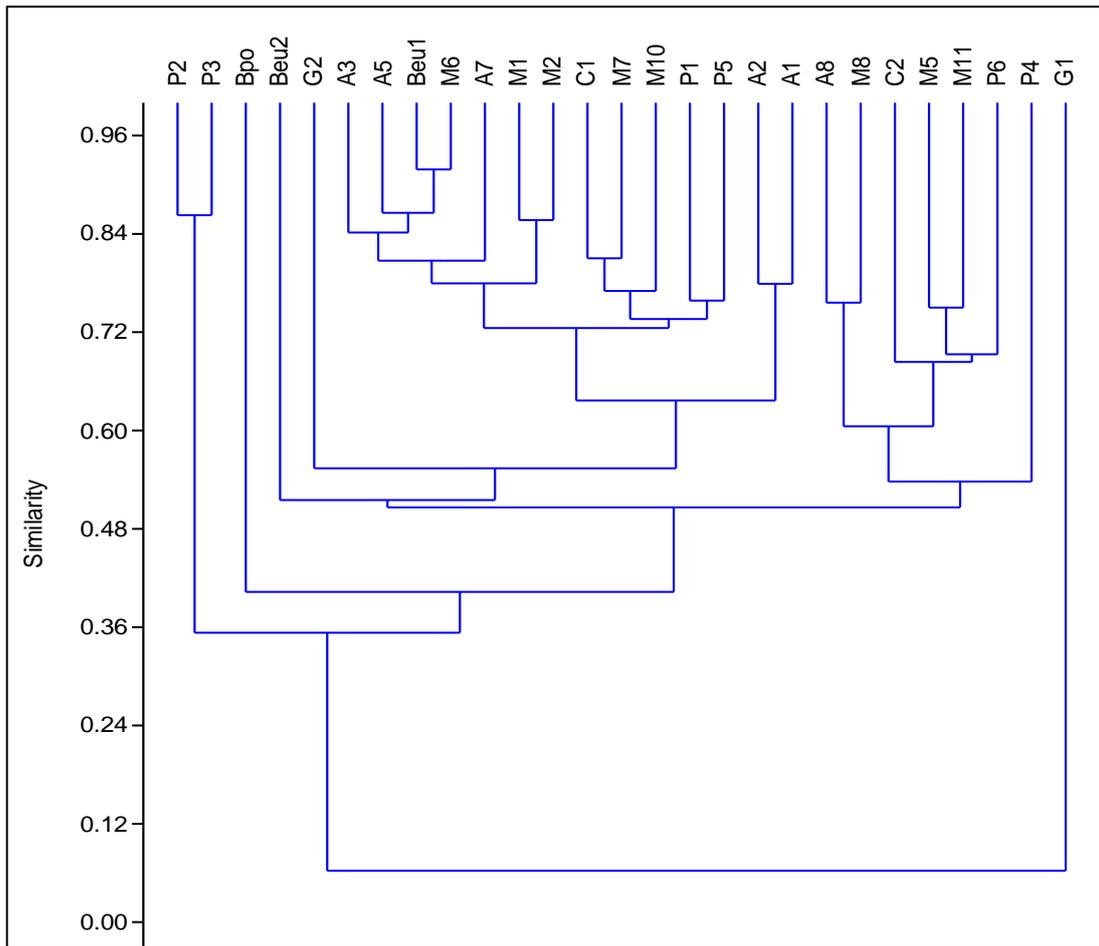
En la figura 32, que representa el dendrograma al nivel de Orden obtenido con el índice de Morisita-Horn, nos muestra patrones que solo se apreciaban al nivel de Familia con el índice de Jaccard, como es el caso de la clara agrupación de los 4 pajonales (P2, P3, P4 y P6) dejando por fuera a las zonas de pajonal P1 y P5.



**Figura 32. Dendrograma al nivel taxonómico *Orden* usando el Índice de Morisita-Horn.**

FUENTE: Elaboración propia

Por su parte la Figura 33, correspondiente al nivel taxonómico *Familia* con el índice de Morisita-Horn nos evidencia una segregación más fina incluso que su símil con el índice de Jaccard, pero manteniendo algunos patrones generales que se han observado en todos los dendrogramas anteriores como la separación inicial de la Gravilla G1 y el Bosque de *Polylepis* (Bpo) y la separación de los Bosques de Eucaliptos (Beu-1 y Beu-2) y de los Césped (C1 y C2).



**Figura 33. Dendrograma al nivel taxonómico *Familia* usando el Índice de Morisita-Horn.**

FUENTE: Elaboración propia

En líneas generales, se encontraron patrones de agrupamiento entre las estaciones de muestreo, observables desde el nivel de Familia hasta el nivel de Clase. Ello nos sugiere que, para el caso de los Artrópodos terrestres, los patrones reconocidos en un nivel taxonómico dado también son apreciables en niveles taxonómicos superiores.

Al agregar las matrices en niveles taxonómicos más como lo menciona Giraldo (2015) y que ha sido patente en los resultados de la presente investigación se obtienen matrices con una menor cantidad de ceros y distribuciones de abundancias más equitativas. Esto facilita la aplicación e interpretación de técnicas multivariadas al presentar espacio de menos dimensiones y a su vez remover el ruido que podría provenir de otras de fuentes de variación que no sean del interés de la investigación.

## V. CONCLUSIONES

- Los ecosistemas altoandinos (entre los 3 000 y 5 000 msnm) poseen una riqueza y abundancia de artrópodos terrestres considerable, por lo que este grupo taxonómico debe ser tomados en cuenta en la planificación e implementación de investigaciones ecológicas, así como de planes de conservación para estos ecosistemas.
- Los métodos de estandarización de esfuerzo muestral (Rarefacción y Curvas de acumulación de especies) indican que el muestreo realizado es representativo y por lo tanto fiable para comparaciones con otras investigaciones de la misma índole.
- La estructura de la comunidad de artrópodos terrestres a los 3 niveles de resolución taxonómica (Clase, Orden y Familia) tiene la capacidad de distinguir los ecosistemas (estaciones de muestreo) presentes en el área de estudio, demostrando así que la suficiencia taxonómica es una potente herramienta para sobrellevar el impedimento taxonómico.
- El nivel adecuado de resolución taxonómica a emplear depende de los objetivos propuestos para cada investigación.
- La agregación de matrices facilita la aplicación de técnicas multivariadas, al reducir las dimensiones y eliminar el “ruido” generado por otras fuentes de variación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Hacer un estudio más prolongado en el área de estudios que permita entender los patrones de variación espacio-temporal de la comunidad de los artrópodos terrestres.
- Probar la eficacia del “Suficiencia Taxonómica” en diferentes tipos de ecosistemas presentes en otras regiones.
- Evaluar la adecuación de otras curvas de acumulación de especies a los datos provenientes de artrópodos terrestres en el área de estudio.
- Evaluar el uso diferentes índices de similitud para el agrupamiento de las estaciones de muestreo dentro del área estudio en base a la estructura de la comunidad de los artrópodos epigeos.
- Evaluar el impacto del Presión Antrópica sobre la Comunidad de Artrópodos Terrestres en los Ecosistemas Altoandinos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausden M. y Drake M. (2006). Invertebrates. In W. J. Sutherland (Ed.), *Ecological census techniques: A handbook* (pp. 214–249). Cambridge: Cambridge University Press
- Bang C. y Faeth S. H. 2011. Variation in arthropod communities in response to urbanization: Seven years of arthropod monitoring in a desert city. *Landscape and Urban planning*, 103: 383 – 399.
- Bertrand Y., Pleijel F. y Rouse G. W. 2006. Taxonomy surrogacy in biodiversity assessments, and the meaning of Linnean ranks. *Systematics and Biodiversity*, 4(2): 149– 159.
- Caballero F. 2011. Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales. Tesis doctoral. Departamento de Estadística. Universidad de Granada. 171 pp.
- Cardoso P., Arnedo M.A., Triantis K.A. y Borges P.A.V. 2010. Drivers of diversity in Macaronesian spiders and the role of species extinctions. *Journal of Biogeography*. 37: 1034–1046.
- Cardoso P., Erwin T., Borges P. y New, T. 2011. The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation*.144: 2647-2655.
- Castro S. 2010. Diversidad de hexápodos del suelo y caracterización de las parcelas en restauración en Tabaconas (San Ignacio, Cajamarca). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Especialidad: Ecología Aplicada. Escuela de Post-grado. UNALM. 171 pp.
- de Carvalho M., Bockmann F., Amorim D., Brandao C., de Vivo M., de Figueiredo J., Britski H., de Pinna M., Menezes N., Marques F., Papavero N., Canello E., Crisci J., McEachran J., Schelly R., Lundberg J., Gill A., Britz R., Wheeler Q., Stiassny M., Parenti

- L., Page L., Wheeler W., Faivovich J., Vari R., Grande L., Humphries C., DeSalle R., Ebach M. and Nelson G. Taxonomic impediment or impediment to taxonomy? A commentary on systematics and the cybertaxonomic-automation paradigm. *Evolutionary Biology*, 34:140-143.
- Colwell, R. K. y Coddington J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 345: 101-118.
- Dubois A. 2003. The relationship between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions. *Comptes Rendus Biologiques*. 326: S9-S21.
- Ellis D. 1985. Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 16: 459.
- Erwin T. L., Pimienta M.C., Murillo O.E., Aschero V. 2004. Mapping patterns of biodiversity for beetles across the western Amazon Basin: a preliminary case for improving conservation strategies. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 56, 72–85.
- Evenhuis N. 2007. Helping solve the “other” Taxonomic impediment: Completing the Eight steps to total Enlightenment and taxonomic Nirvana. *Zootaxa*. 1407:3-12.
- Fandiño-Lozano, M. y van Wyngaarden, W. 2005. Prioridades de conservación biológica para Colombia. Bogotá: Grupo arco. 188 pp.
- Gardner T. A., Barlow, J., Araujo I. S., Ávila-Pires T. C., Bonaldo A. B., Costa J. E., Esposito M. C., Ferreira L. V., Hawes J., Hernandez M. I. M., Hoogmoed M.S., Leite R. N., Lo-Man-Hung N. F., Malcom J. R., Martins M. B., Mestre L. A. M., Miranda-Santos R., Overal W. L., Parry L., Peters S. L., Ribeiro-Junior M. A., da Silva M. N.F., da Silva Motta C. y Peres C. A. 2008. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters*, 11: 139-150.
- Gaston K. J y Williams P.H. 1993. Mapping the world’s species-the higher taxon approach. *Biodiversity Letters* 1: 2-8.
- Giraldo A. y Arellano G. 2003. Resiliencia de la comunidad epigea de coleóptera en las lomas de Lachay después del evento del Niño 1997-98. *Revista ecología Aplicada*. 2: 59-68
- Giraldo A. 2010. Análisis crítico de las metodologías para el monitoreo de comunidades de artrópodos terrestres en evaluación ambiental: “Su adecuación a la realidad peruana”. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Especialidad: Ecología Aplicada. Escuela de Post-grado. UNALM. 299pp.

- Giraldo A. 2014a. Algunas sugerencias para realizar evaluaciones biológicas de artrópodos terrestres en el Perú. *Ecología Aplicada* 13(1): 57-66.
- Giraldo A. 2014b. Un recuento de argumentos para incluir a los artrópodos terrestres en las prácticas de evaluación ambiental. *Ecología Austral*. 24:258-264.
- Giraldo A. 2015. Suficiencia Taxonómica como herramienta para el monitoreo de artrópodos epigeos: una primera aproximación en el desierto costero peruano. *Ecología Aplicada*, 14(2): 147-156.
- González-Oreja J. A. 2008. The encyclopedia of life vs. the brochure of life: exploring the relationships between the extinction of species and the inventory of life on Earth. *Zootaxa* 1965, 61–68.
- Gotelli N. y Colwell R. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4: 379-391.
- Gotelli, N. J. & R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. In: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Magurran, A. E. & B. J. McGill (Eds.). Oxford University Press: EUA.
- Hammer O., Harper D. y Ryan P. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- Hodkinson, I. D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, 80: 489-513.
- Hodkinson, I. D. y Jackson J. K. 2005. Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environmental Management*, 35(5): 649-666.
- Jiménez-Valverde A. y Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.
- Jiménez-Valverde A., Jiménez M. S., Cano J. M. & Munguira M. L. 2006. Comparing Relative Model Fit of Several Species-Accumulation Functions to Local Papilionoidea and Hesperioidea Butterfly Inventories of Mediterranean Habitats. *Biodiversity and Conservation*. 15: 177 – 190
- Johnson, R. & Kuby, P. 2012. *Elementary Statistics*. 11ra ed. Estados Unidos de Norteamérica, Brooks/Cole Cengage Learning. 832p.
- Jones F. C. 2008. Taxonomic sufficiency: The influence of taxonomic resolution on freshwater bioassessments using benthic macroinvertebrates. *Environmental Revue*, 16: 45-69.

- Kim K.1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matters. *Biodiversity and Conservation*, 2: 191-214.
- Krebs, C. 2013. *Ecological Methodology*. 3ra ed. Canadá, Addison-Wesley Educational Publishers Inc. 745p.
- Krell F. T. 2004. Parataxonomy vs taxonomy in biodiversity studies – pitfalls and applicability of “morphospecies” sorting. *Biodiversity and Conservation*, 13:795-812.
- Larsen T., Escobar F. y Armbrecht I. 2012. Insectos de los Andes Tropicales: Patrones de Diversidad, Procesos y Cambio global. In Herzog, S; Martínez, R; Jørgensen, P; Tiessen, H. *Cambio climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales*. Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Climático (IAI) y Comité científico para problemas del Medio Ambiente (SCOPE). Paris. Cap. 17: 265-286.
- Lavelle P., Decaëns T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P. y Rossi J.P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42, S3-S15.
- Legendre P. y Gallagher E.D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.
- Llorente-Bousquets J. E. y Castro-Gerardino D. J. 2002. Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿hacia estrategias para el inventario de la diversidad? Pp. 307-318 en: Costa C., Vanin S. A., Lobo J. M. y Melic A. (eds). *Proyecto de red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES*. 2002. Monografías Tercer Milenio, volumen 2. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España.
- Márquez J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37:385-408.
- Magurran A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Reino Unido, Blackwell Science Ltd. 256p.
- Mangeaud A. 2004. La aplicación de Técnicas de ordenación multivariadas en la entomología. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 63: 1-10.
- Martín-López, B., Montes, C., Benayas, J., 2007. The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 139: 67–82.
- May R. M. 2002. The future of biological diversity in a crowded world. *Current Science*, 82(11): 1325-1331.

- Melic A. 2003. De los jeroglíficos a los tebeos: Los artrópodos en la Cultura. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 32:325-357.
- Morales-Vásquez E., Miguel-Méndez R., Vásquez-Xochipa A. y Barrientos-Roldan M. 2014. Análisis de la macrofauna edáfica por estratos en dos usos de suelo en San Lorenzo Ometepec, Puebla. Entomología Mexicana. 1: 514-518.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Edición CYTED, ORCYT/ UNESCO & SEA. Zaragoza. 84 pag
- Moreno, C. E. & G. Halffter. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. Journal of Applied Ecology 38: 487-490.
- Moreno C. E., Sanchez-Rojas G., Pineda E. y Escobar F. 2007. Shortcuts for biodiversity evaluation: a review of terminology and recommendations for the use of target groups, bioindicators and surrogates. Int. J. Environment and Health, 1:71-86.
- Motlsky, H. & Christopoulos, A. 2003. Fitting models to biological Data using linear and nonlinear regression. A practical guide to curve fitting. GraphPad Software Inc., San Diego CA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)
- Myers, N., Mittermeier R. A., da Fonseca, G.A.B. y Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.
- Naumann I., Carrie P., Lawrence J., Nielsen E., Spradbery J., Taylor R., Whitten M. y Littlejohn. 1991. The insects of Australia. Cornell University Press. New York. 1137 pp
- New T.R. 1996. Taxonomic focus and quality control in insect surveys for biodiversity conservation. Australian Journal of Entomology, 35: 97-106.
- Nichols E., Larsen T., Spector S., Davis A.L., Escobar F., Favila M. y Vulinec K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. Biological Conservation. 139:1-19.
- Oliver I. y Beattie A. J. 1993. A posible method for the rapid assessment of biodiversity. Conservation Biology, 7(3): 562-568.
- Pik A. J., Oliver I. y Beattie A. J. 1999. Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. Australian Journal of Ecology, 24: 555- 562.
- Pizarro A., Cepeda P. y Flores E. 2008. Diversidad taxonómica de los artrópodos epigeos de la región de Atacama (Chile): Estado del conocimiento. In Squeo, F;

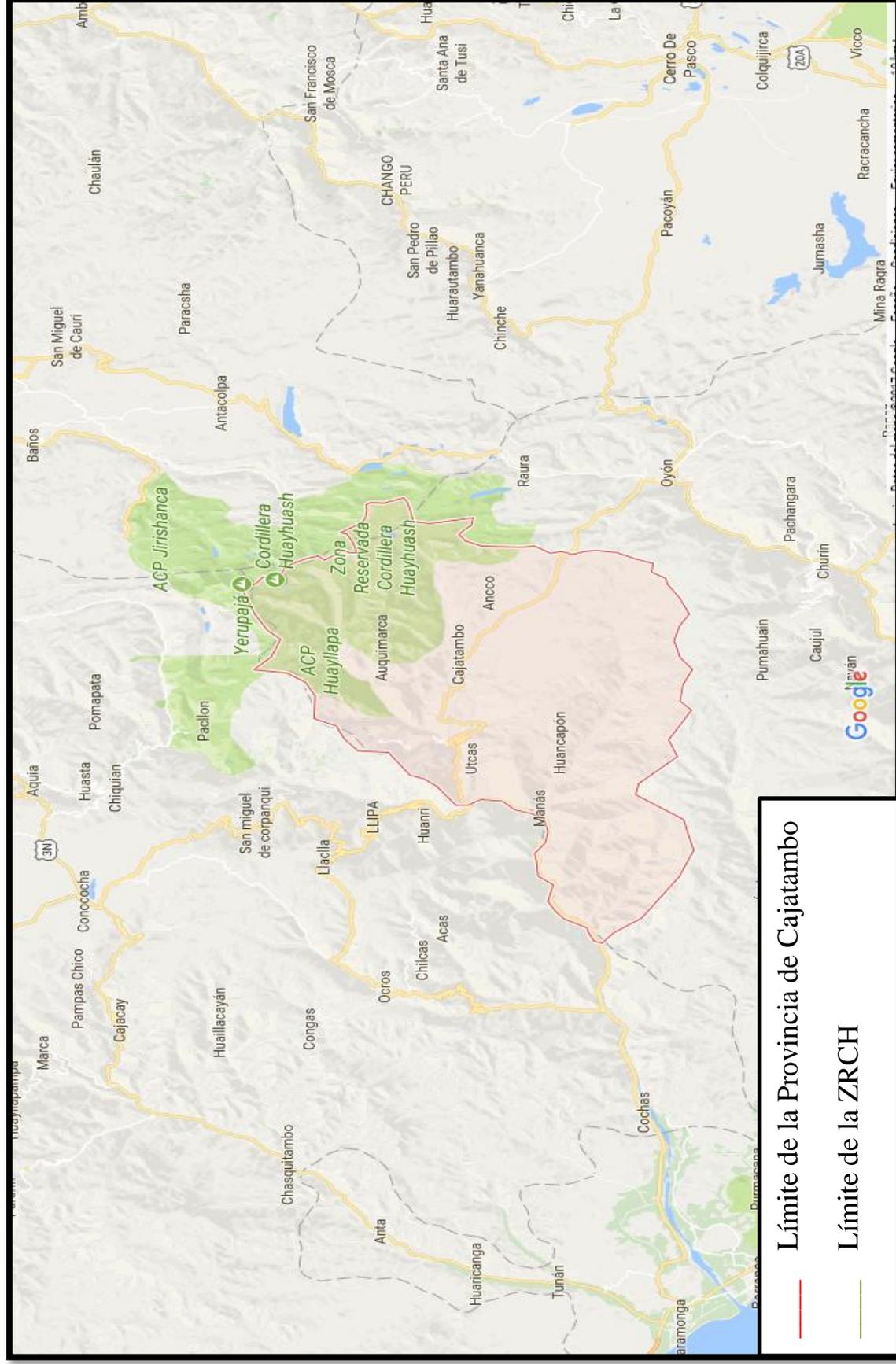
Arancio, G; Gutiérrez, J. eds. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. Cap. 14: 267 -284.

- Purvis A. y Hector A. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405: 212–219.
- Rafael J., Melo G., de Carvalho C., Casari S. y Constantino R. 2012. *Insetos do Brasil: Diversidad e Taxonomia*. Primera edición Halos Editora. 810 pp.
- Raven P. 1985. Disappearing species: a global tragedy. *The Futurist* 19:8-14.
- Reynel C, Pennintong R. T y Sarkinen T. 2013. *Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú*. Primera edición. 412 pp
- Samo A., Garmendia A. y Antonio J. 2008. *Introducción Práctica a la Ecología*. España, Pearson Prentice Hall Iberia S.R.L. 248p.
- Samways M. 1993. Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives. *Biodiversity and Conservation*, 2: 258-282.
- Schnack J. 2005. Entomología: Biodiversidad, Teorías Poblacionales y Biología del Altruismo. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 64:1-8.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2017. Datos Históricos Estación Cajatambo. SENAMHI (en línea). Consultado el 11 de octubre. Disponible en:
  - [http://www.senamhi.gob.pe/include\\_mapas/\\_dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=000540](http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000540)
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2017. SERNANP (en línea). Consultado el 11 de octubre. Disponible en:
  - <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/zonaturismo.jsp?ID=65>
- Simberloff, D., 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83, 247–257
- Simó M., Laborda A., Jorge C. y Castro M. 2011. Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Revista del Laboratorio tecnológico de Uruguay*. 6: 51- 55.
- Slotow R. & Hamer M. 2000. Biodiversity research in South Africa: comments on current trends and methods. *South African Journal of Science*, 96: 222-224.

- Soberón J. y Llorente J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488
- Stamos D. N. 2005. Pre-Darwinian taxonomy and essentialism – A reply to Mary Winsor. *Biology and Philosophy*, 20:79 – 96.
- Standford P. K. 1995. For pluralism and against realism about species. *Philosophy of Science*, 62: 70-91.
- Triplehorn C. A. y Johnson N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Seventh Edition. Thomson Brooks/Cole. 881 pp.
- Uribe-Hernández R., Juárez-Méndez C., Montes M., Palacios-Vargas J., Cutz-Pool L., y Mejía-Recarmier B. 2010. Colémbolos (Hexápoda) como bioindicadores de la calidad de suelos contaminados con hidrocarburos en el sureste de México. *Revista Mexicana de biodiversidad*. 81:153-162.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.
- Ward D. F. y Larivière M.-C. 2004. Terrestrial invertebrate surveys and rapid biodiversity assessment in New Zealand: lessons from Australia. *New Zealand Journal of Ecology*, 28(1): 151-159.
- Warwick R. M. y Clarke K. R. 1993. Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 221-231.

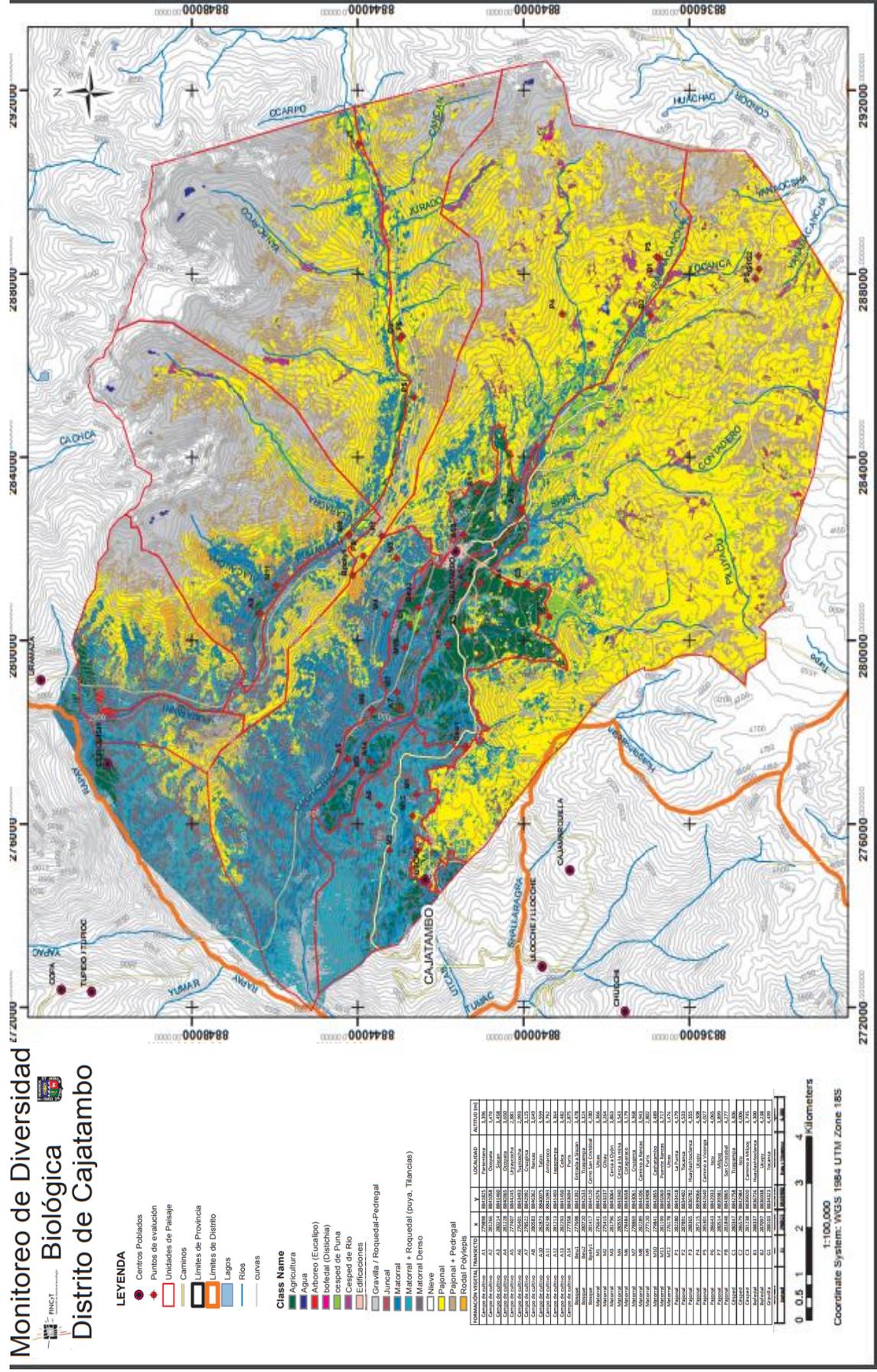
## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1. Mapa de la provincia de Cajatambo y la Zona Reservada Cordillera de Huayhuash (ZRCH)**



FUENTE: Google Maps

## Anexo 2. Mapa de formaciones vegetales y estaciones de muestreo



FUENTE: Elaboración propia

### Anexo 3. Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo

| Ecosistema  | Estación de Muestreo | Trampa | Ubicación                  | Altura |
|-------------|----------------------|--------|----------------------------|--------|
| Agricultura | A1                   | 1      | 18L 0279898<br>UTM 8841826 | 3399   |
| Agricultura | A1                   | 5      | 18L 0279866<br>UTM 8841827 | 3399   |
| Agricultura | A2                   | 1      | 18L 0281259<br>UTM 8841067 | 3462   |
| Agricultura | A2                   | 2      | 18L 0281244<br>UTM 8841050 | 3469   |
| Agricultura | A2                   | 3      | 18L 0281248<br>UTM 8841013 | 3476   |
| Agricultura | A2                   | 4      | 18L 0281228<br>UTM 8841014 | 3478   |
| Agricultura | A2                   | 5      | 18L 0281240<br>UTM 8840990 | 3482   |
| Agricultura | A2                   | 6      | 18L 0281226<br>UTM 8840994 | 3483   |
| Agricultura | A3                   | 1      | 18L 0280224<br>UTM 8841455 | 3481   |
| Agricultura | A3                   | 5      | 18L 0280215<br>UTM 8841426 | 3487   |
| Agricultura | A5                   | 1      | 18L 0277423<br>UTM 8844241 | 2812   |
| Agricultura | A5                   | 5      | 18L 0277996<br>UTM 8844250 | 2812   |
| Agricultura | A7                   | 1      | 18L 0278516<br>UTM 8842984 | 3083   |
| Agricultura | A7                   | 2      | 18L 0278528<br>UTM 8842994 | 3084   |
| Agricultura | A7                   | 3      | 18L 0278530<br>UTM 8842994 | 3085   |
| Agricultura | A7                   | 4      | 18L 0278534<br>UTM 8842997 | 3087   |
| Agricultura | A7                   | 5      | 18L 0278551<br>UTM 8843015 | 3087   |
| Agricultura | A7                   | 6      | 18L 0278543<br>UTM 8843011 | 3087   |
| Agricultura | A8                   | 1      | 18L 0280556<br>UTM 8846369 | 3651   |
| Agricultura | A8                   | 2      | 18L 0280555<br>UTM 8846366 | 3637   |

Continuación..

|             |     |   |                            |      |
|-------------|-----|---|----------------------------|------|
| Agricultura | A8  | 3 | 18L 0280559<br>UTM 8846364 | 3637 |
| Agricultura | A8  | 4 | 18L 0280559<br>UTM 8846359 | 3636 |
| Agricultura | A8  | 5 | 18L 0280563<br>UTM 8846351 | 3636 |
| Agricultura | A8  | 6 | 18L 0280561<br>UTM 8846342 | 3636 |
| Matorral    | M5  | 1 | 18L 0282055<br>UTM 8842873 | 3892 |
| Matorral    | M5  | 2 | 18L 0282057<br>UTM 8842873 | 3891 |
| Matorral    | M5  | 3 | 18L 0282065<br>UTM 8842872 | 3887 |
| Matorral    | M5  | 4 | 18L 0282068<br>UTM 8842871 | 3886 |
| Matorral    | M5  | 5 | 18L 0282077<br>UTM 8842873 | 3883 |
| Matorral    | M5  | 6 | 18L 0282085<br>UTM 8842871 | 3880 |
| Matorral    | M10 | 1 | 18L 0279841<br>UTM 8842855 | 3327 |
| Matorral    | M10 | 2 | 18L 0279847<br>UTM 8842853 | 3330 |
| Matorral    | M10 | 3 | 18L 0279852<br>UTM 8842854 | 3333 |
| Matorral    | M10 | 4 | 18L 0279857<br>UTM 8842856 | 3335 |
| Matorral    | M10 | 5 | 18L 0279862<br>UTM 8842856 | 3337 |
| Matorral    | M10 | 6 | 18L 0279872<br>UTM 8842856 | 3337 |
| Matorral    | M1  | 1 | 18L 0276638<br>UTM 8842578 | 3368 |
| Matorral    | M1  | 2 | 18L 0276631<br>UTM 8842571 | 3371 |
| Matorral    | M1  | 3 | 18L 0276628<br>UTM 8842570 | 3371 |
| Matorral    | M1  | 4 | 18L 0276626<br>UTM 8842571 | 3372 |
| Matorral    | M1  | 5 | 18L 0276619<br>UTM 8842569 | 3373 |
| Matorral    | M1  | 6 | 18L 0276615<br>UTM 8842568 | 3372 |
| Matorral    | M2  | 1 | 18L 0275419<br>UTM 8843236 | 3258 |

Continuación..

|          |    |   |                            |      |
|----------|----|---|----------------------------|------|
| Matorral | M2 | 2 | 18L 0275427<br>UTM 8843235 | 3258 |
| Matorral | M2 | 3 | 18L 0275430<br>UTM 8843235 | 3258 |
| Matorral | M2 | 4 | 18L 0275436<br>UTM 8843232 | 3259 |
| Matorral | M2 | 5 | 18L 0275441<br>UTM 8843232 | 3259 |
| Matorral | M2 | 6 | 18L 0275444<br>UTM 8843233 | 3258 |
| Matorral | M6 | 1 | 18L 0278658<br>UTM 8843666 | 3179 |
| Matorral | M6 | 2 | 18L 0278659<br>UTM 8843662 | 3182 |
| Matorral | M6 | 3 | 18L 0278661<br>UTM 8843655 | 3184 |
| Matorral | M6 | 4 | 18L 0278665<br>UTM 8843650 | 3185 |
| Matorral | M6 | 5 | 18L 0278667<br>UTM 8843644 | 3185 |
| Matorral | M6 | 6 | 18L 0278666<br>UTM 8843638 | 3187 |
| Matorral | M7 | 1 | 18L 0278769<br>UTM 8843061 | 3183 |
| Matorral | M7 | 2 | 18L 0278771<br>UTM 8843064 | 3185 |
| Matorral | M7 | 3 | 18L 0278770<br>UTM 8843068 | 3187 |
| Matorral | M7 | 4 | 18L 0278767<br>UTM 8843073 | 3189 |
| Matorral | M7 | 5 | 18L 0278765<br>UTM 8843076 | 3190 |
| Matorral | M7 | 6 | 18L 0278763<br>UTM 8843080 | 3191 |
| Matorral | M8 | 1 | 18L 0282207<br>UTM 8844224 | 3955 |
| Matorral | M8 | 2 | 18L 0282199<br>UTM 8844221 | 3954 |
| Matorral | M8 | 3 | 18L 0282195<br>UTM 8844224 | 3955 |
| Matorral | M8 | 4 | 18L 0282188<br>UTM 8844226 | 3954 |
| Matorral | M8 | 5 | 18L 0282185<br>UTM 8844231 | 3955 |
| Matorral | M8 | 6 | 18L 0282184<br>UTM 8844237 | 3961 |

Continuación..

|                |      |   |                            |      |
|----------------|------|---|----------------------------|------|
| Matorral       | M11  | 1 | 18L 0282200<br>UTM 8844235 | 3734 |
| Matorral       | M11  | 2 | 18L 0281195<br>UTM 8845972 | 3711 |
| Matorral       | M11  | 3 | 18L 0281191<br>UTM 8845974 | 3710 |
| Matorral       | M11  | 4 | 18L 0281185<br>UTM 8845980 | 3710 |
| Matorral       | M11  | 5 | 18L 0281183<br>UTM 8845987 | 3713 |
| Matorral       | M11  | 6 | 18L 0281177<br>UTM 8845993 | 3713 |
| Eucalipto      | Beu1 | 1 | 18L 0277699<br>UTM 8841394 | 3463 |
| Eucalipto      | Beu1 | 5 | 18L 0277724<br>UTM 8841392 | 3463 |
| Eucalipto      | Beu2 | 1 | 18L 0280720<br>UTM 8842533 | 3324 |
| Eucalipto      | Beu2 | 2 | 18L 0280724<br>UTM 8842533 | 3308 |
| Eucalipto      | Beu2 | 3 | 18L 0280717<br>UTM 8842541 | 3325 |
| Eucalipto      | Beu2 | 4 | 18L 0280703<br>UTM 8842547 | 3326 |
| Eucalipto      | Beu2 | 5 | 18L 0280697<br>UTM 8842549 | 3327 |
| Eucalipto      | Beu2 | 6 | 18L 0280699<br>UTM 8842552 | 3330 |
| Césped de Puna | C1   | 1 | 18L 0280699<br>UTM 8842756 | 3315 |
| Césped de Puna | C1   | 2 | 18L 0280346<br>UTM 8842762 | 3315 |
| Césped de Puna | C1   | 3 | 18L 0280347<br>UTM 8842767 | 3314 |
| Césped de Puna | C1   | 4 | 18L 0280347<br>UTM 8842774 | 3312 |
| Césped de Puna | C1   | 5 | 18L 0280346<br>UTM 8842781 | 3312 |
| Césped de Puna | C1   | 6 | 18L 0280349<br>UTM 8842789 | 3313 |
| Césped de Puna | C2   | 1 | 18L 0286579<br>UTM 8842984 | 4034 |
| Césped de Puna | C2   | 2 | 18L 0286579<br>UTM 8842981 | 4035 |
| Césped de Puna | C2   | 3 | 18L 0286567<br>UTM 8842980 | 4035 |

Continuación..

|                |    |   |                            |      |
|----------------|----|---|----------------------------|------|
| Césped de Puna | C2 | 4 | 18L 0286564<br>UTM 8842974 | 4034 |
| Césped de Puna | C2 | 5 | 18L 0286560<br>UTM 8842973 | 4033 |
| Pajonal        | P1 | 1 | 18L 0282280<br>UTM 8843418 | 4008 |
| Pajonal        | P1 | 2 | 18L 0282296<br>UTM 8843420 | 4173 |
| Pajonal        | P1 | 3 | 18L 0282298<br>UTM 8843418 | 4174 |
| Pajonal        | P1 | 4 | 18L 0282301<br>UTM 8843414 | 4173 |
| Pajonal        | P1 | 5 | 18L 0282305<br>UTM 8843409 | 4175 |
| Pajonal        | P1 | 6 | 18L 0282310<br>UTM 8843408 | 4174 |
| Pajonal        | P2 | 1 | 18L 0287891<br>UTM 8834402 | 4533 |
| Pajonal        | P2 | 2 | 18L 0287888<br>UTM 8834411 | 4544 |
| Pajonal        | P2 | 3 | 18L 0287889<br>UTM 8834409 | 4544 |
| Pajonal        | P2 | 4 | 18L 0287888<br>UTM 8834423 | 4537 |
| Pajonal        | P2 | 5 | 18L 0287889<br>UTM 8834423 | 4539 |
| Pajonal        | P2 | 6 | 18L 0287888<br>UTM 8834430 | 4546 |
| Pajonal        | P3 | 1 | 18L 0288366<br>UTM 8836775 | 4366 |
| Pajonal        | P3 | 2 | 18L 0288358<br>UTM 8836778 | 4346 |
| Pajonal        | P3 | 3 | 18L 0288359<br>UTM 8836779 | 4346 |
| Pajonal        | P3 | 4 | 18L 0288356<br>UTM 8836799 | 4357 |
| Pajonal        | P3 | 5 | 18L 0288355<br>UTM 8836796 | 4359 |
| Pajonal        | P3 | 6 | 18L 0288348<br>UTM 8836802 | 4383 |
| Pajonal        | P4 | 1 | 18L 0287111<br>UTM 8839058 | 4289 |
| Pajonal        | P4 | 2 | 18L 0287107<br>UTM 8839061 | 4289 |
| Pajonal        | P4 | 3 | 18L 0287105<br>UTM 8839064 | 4280 |

Continuación..

|          |    |   |                            |      |
|----------|----|---|----------------------------|------|
| Pajonal  | P4 | 4 | 18L 0287093<br>UTM 8839063 | 4318 |
| Pajonal  | P4 | 5 | 18L 0287092<br>UTM 8839066 | 4308 |
| Pajonal  | P4 | 6 | 18L 0287091<br>UTM 8839072 | 4310 |
| Pajonal  | P5 | 1 | 18L 0285305<br>UTM 8842639 | 4063 |
| Pajonal  | P5 | 2 | 18L 0285304<br>UTM 8842632 | 4057 |
| Pajonal  | P5 | 3 | 18L 0285311<br>UTM 8842632 | 4056 |
| Pajonal  | P5 | 4 | 18L 0285319<br>UTM 8842630 | 4052 |
| Pajonal  | P5 | 5 | 18L 0285325<br>UTM 8842629 | 4051 |
| Pajonal  | P5 | 6 | 18L 0285329<br>UTM 8842623 | 4051 |
| Pajonal  | P6 | 1 | 18L 0286645<br>UTM 8842941 | 4039 |
| Pajonal  | P6 | 2 | 18L 0286639<br>UTM 8842936 | 4013 |
| Pajonal  | P6 | 3 | 18L 0286635<br>UTM 8842932 | 4011 |
| Pajonal  | P6 | 4 | 18L 0286630<br>UTM 8842929 | 4057 |
| Pajonal  | P6 | 5 | 18L 0286629<br>UTM 8842925 | 4056 |
| Gravilla | G1 | 1 | 18L 0288091<br>UTM 8834308 | 4529 |
| Gravilla | G1 | 2 | 18L 0288093<br>UTM 8834308 | 4532 |
| Gravilla | G1 | 3 | 18L 0288093<br>UTM 8834317 | 4539 |
| Gravilla | G2 | 1 | 18L 0288391<br>UTM 8834339 | 4547 |
| Gravilla | G2 | 2 | 18L 0288386<br>UTM 8834335 | 4547 |
| Gravilla | G2 | 3 | 18L 0288398<br>UTM 8834321 | 4554 |

FUENTE: Elaboración propia

#### Anexo 4. Taxones capturados por distintas metodologías

| TAXA                           | Pan/Pitfall | Window/Malaise | Berlese | Beating | Sweeping | Searching | Sifting | Netting & Chasing | Dipnet - sweeping | Dipnet - shuffling | Light trap |
|--------------------------------|-------------|----------------|---------|---------|----------|-----------|---------|-------------------|-------------------|--------------------|------------|
| MOLLUSCA (fresh water)         |             |                |         |         |          | X         |         |                   | X                 | X                  |            |
| ANNELIDA (terrestrial)         | X           |                | X       |         |          |           |         |                   |                   |                    |            |
| CRUSTACEA AMPHIPOD             |             |                |         |         |          | X         |         |                   | X                 | X                  |            |
| ISOPODA                        |             |                |         |         |          | X         |         |                   | X                 | X                  |            |
| ARACHNIDA SOLPUGIDA            | X           |                |         |         |          |           |         |                   |                   |                    |            |
| SCORPIONIDA                    | X           |                |         |         |          | X         |         |                   |                   |                    |            |
| ARANEAE                        | X           |                | X       | X       | X        | X         | X       |                   | X                 |                    |            |
| ACARIFORMES                    |             |                | X       |         |          |           |         |                   | X                 | X                  |            |
| DIPLODA                        | X           |                | X       |         |          | X         | X       |                   |                   |                    |            |
| DIPLURA                        |             |                | X       |         |          |           |         |                   |                   |                    |            |
| COLLEMBOLA                     | X           |                | X       |         |          |           |         |                   |                   |                    |            |
| INSECTA MICROCORYPHIA          | X           |                | X       |         |          | X         |         |                   |                   |                    |            |
| ODONATA                        |             |                |         |         |          |           |         | X                 | X                 | X                  |            |
| EPHEMEROPTERA                  |             |                |         | X       | X        | X         |         | X                 | X                 | X                  | X          |
| PLECOPTERA                     | X           |                |         | X       | X        | X         |         | X                 | X                 | X                  |            |
| NOTOPTERA                      |             |                |         |         |          | X         |         |                   |                   |                    |            |
| DICTUOPTERA                    | X           |                |         |         |          | X         |         |                   |                   |                    |            |
| GRYLLOPTERA                    | X           |                |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    | X          |
| ORTHOPTERA                     | X           | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    | X          |
| HETEROPTERA                    | X           | X              | X       | X       | X        | X         | X       | X                 | X                 |                    | X          |
| HOMOPTERA (Auchenorrhyncha)    | X           | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    | X          |
| MEGALOPTERA                    |             | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 | X                 | X                  | X          |
| RAPHIDIOPTERA                  |             | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    | X          |
| NEUROPTERA                     |             | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    | X          |
| COLEOPTERA (Carabidae, etc.)   | X           | X              | X       | X       | X        | X         | X       | X                 | X                 |                    | X          |
| MECOPTERA                      |             | X              |         |         |          | X         |         | X                 |                   |                    |            |
| DIPTERA (some)                 | X           | X              |         | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    |            |
| LEPIDOPTERA (Macrolepidoptera) |             |                |         |         |          |           |         | X                 |                   |                    | X          |
| TRICHOPTERA                    |             | X              |         | X       | X        | X         |         |                   | X                 | X                  | X          |
| HYMENOPTERA (Aculeates)        | X           | X              | X       | X       | X        | X         |         | X                 |                   |                    |            |

FUENTE: Marquez, 2005

## Anexo 5. Matriz General de datos al nivel taxonómico “Familia”

| Familia         | A1  | A2 | A3  | A5  | A7  | A8 | C1 | C2 | Bru1 | Bru2 | Bpo | G1 | G2 | M1  | M2 | M5 | M6  | M7  | M8 | M10 | M11 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | Total |    |    |     |   |
|-----------------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|------|------|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|-----|---|
| Acrididae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 6  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 1   | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1   | 0   | 0  | 4  | 6  | 1  | 2  | 2  | 24    |    |    |     |   |
| Aleyrodidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Amarobiidae     | 0   | 0  | 2   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 6     |    |    |     |   |
| Anobiidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 1  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 1  | 5  | 0  | 0  | 7     |    |    |     |   |
| Anthicidae      | 0   | 0  | 0   | 6   | 4   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 2  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 15    |    |    |     |   |
| Anthrenidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 3   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 5     |    |    |     |   |
| Anthrenidae     | 0   | 0  | 0   | 5   | 5   | 0  | 5  | 0  | 8    | 11   | 0   | 0  | 0  | 4   | 2  | 0  | 5   | 5   | 0  | 0   | 1   | 0  | 1  | 0  | 2  | 2  | 0  | 56    |    |    |     |   |
| Araneidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Blattellidae    | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Bostrichidae    | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3     |    |    |     |   |
| Caloselidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7     |    |    |     |   |
| Carabidae       | 63  | 9  | 6   | 29  | 9   | 0  | 0  | 0  | 2    | 10   | 0   | 0  | 5  | 3   | 16 | 4  | 2   | 0   | 0  | 0   | 3   | 1  | 1  | 6  | 11 | 2  | 16 | 205   |    |    |     |   |
| Cercopidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Chermidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 2    | 2    | 0   | 0  | 0  | 0   | 5  | 0  | 5   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 17    |    |    |     |   |
| Chrysomelidae   | 3   | 2  | 7   | 1   | 1   | 0  | 0  | 0  | 7    | 0    | 0   | 0  | 4  | 10  | 18 | 2  | 4   | 1   | 0  | 0   | 0   | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 5  | 73    |    |    |     |   |
| Chrysomelidae   | 116 | 58 | 38  | 109 | 117 | 25 | 49 | 13 | 57   | 4    | 3   | 0  | 4  | 173 | 70 | 15 | 45  | 18  | 66 | 81  | 34  | 43 | 0  | 0  | 4  | 81 | 34 | 1257  |    |    |     |   |
| Cixiidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2     |    |    |     |   |
| Clabonidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 6    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     | 13 |    |     |   |
| Coccinellidae   | 0   | 0  | 4   | 0   | 0   | 0  | 0  | 2  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 2   | 5  | 5  | 1  | 1  | 5  | 1  | 29    |    |    |     |   |
| Coloptero1      | 1   | 1  | 0   | 6   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 11    |    |    |     |   |
| Coreidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Corixidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 2   | 0  | 0  | 0  | 3    | 1    | 0   | 0  | 0  | 0   | 4  | 5  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 23    |    |    |     |   |
| Coryphidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Cucullidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Curculionidae   | 5   | 5  | 6   | 3   | 1   | 4  | 8  | 29 | 0    | 0    | 9   | 1  | 0  | 5   | 2  | 4  | 4   | 4   | 2  | 14  | 21  | 1  | 16 | 18 | 24 | 10 | 9  | 205   |    |    |     |   |
| Cynipidae       | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 12    |    |    |     |   |
| Dermaptera      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Diachnata sp    | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 1    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Dicranidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Dytiscidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 2    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 6     |    |    |     |   |
| Ephelidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Ephelidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Flebotomidae    | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Formicidae      | 0   | 0  | 189 | 299 | 23  | 0  | 60 | 0  | 103  | 5    | 0   | 0  | 6  | 193 | 56 | 3  | 213 | 289 | 0  | 136 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1796  |    |    |     |   |
| Geophilidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 1    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2     |    |    |     |   |
| Gnaphosidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 30    |    |    |     |   |
| Gyrinidae       | 2   | 21 | 5   | 14  | 8   | 0  | 0  | 0  | 4    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 0  | 0   | 1   | 0  | 23  | 0   | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 89    |    |    |     |   |
| Hemiptera       | 8   | 5  | 1   | 3   | 1   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 24    |    |    |     |   |
| Histeridae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Ichneumonidae   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     |    |    |     |   |
| Lygaeidae       | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3     |    |    |     |   |
| Lyssidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 13    |    |    |     |   |
| Lyssidae        | 0   | 9  | 1   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 30    |    |    |     |   |
| Lyssidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 5     | 34 |    |     |   |
| Mesochoridae    | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 5    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 0  | 7   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2     | 61 |    |     |   |
| Meloidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 4  |    |     |   |
| Meloidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1     | 1  |    |     |   |
| Meloidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 3  |    |     |   |
| Meloidae        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 2    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 5  | 34 |     |   |
| Membracidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 1  | 1  |     |   |
| Miridae         | 2   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 5  | 34 |     |   |
| Mordellidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 17 |    |     |   |
| Mummuliidae     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 1  | 1  |     |   |
| Mycetophagidae  | 3   | 0  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0  | 0  | 0    | 1    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 2  | 2   |   |
| Nabidae         | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 1  | 1   |   |
| Netelidae       | 15  | 4  | 4   | 8   | 18  | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 2  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 4  | 385 |   |
| Oxyptidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Pentatomidae    | 1   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Polycentridae   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Psyllidae       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Psocoptera rasp | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Phyllidae       | 174 | 8  | 30  | 65  | 17  | 7  | 2  | 0  | 41   | 0    | 0   | 0  | 0  | 1   | 5  | 0  | 27  | 0   | 1  | 1   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Romaleidae      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Saldidae        | 2   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0   | 0 |
| Salticidae      | 0   | 3  | 0   |     |     |    |    |    |      |      |     |    |    |     |    |    |     |     |    |     |     |    |    |    |    |    |    |       |    |    |     |   |

## Anexo 6. Matrices Generales de datos al nivel taxonómico de “Clase” y “Orden”

| Orden            | A1  | A2 | A3  | A5  | A7  | A8 | C1 | C2 | Beul | Beul2 | Bpo | G1 | G2 | M1  | M2 | M5 | M6  | M7  | M8 | M10 | M11 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5  | P6 | Total |
|------------------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|------|-------|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|-------|
| Araneae          | 0   | 12 | 10  | 8   | 27  | 8  | 6  | 4  | 18   | 21    | 0   | 0  | 0  | 10  | 11 | 1  | 8   | 12  | 2  | 7   | 1   | 7  | 12 | 6  | 9  | 7   | 9  | 216   |
| Blattodea        | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1     |
| Coleoptera       | 305 | 38 | 118 | 201 | 60  | 18 | 23 | 41 | 159  | 26    | 5   | 4  | 10 | 35  | 69 | 28 | 114 | 18  | 13 | 39  | 32  | 18 | 42 | 36 | 34 | 43  | 73 | 1602  |
| Dermoptera       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 2   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   | 0   | 0  | 0   | 4   | 3  | 3  | 3  | 1  | 0   | 13 | 30    |
| Dicellurata      | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 1     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1     |
| Hemiptera        | 132 | 60 | 38  | 116 | 120 | 30 | 46 | 15 | 62   | 13    | 10  | 0  | 4  | 184 | 88 | 20 | 54  | 21  | 68 | 86  | 39  | 50 | 2  | 7  | 7  | 101 | 42 | 143   |
| Hymenoptera      | 0   | 9  | 189 | 299 | 23  | 0  | 60 | 0  | 103  | 5     | 0   | 0  | 6  | 193 | 56 | 3  | 213 | 238 | 0  | 136 | 0   | 75 | 0  | 0  | 0  | 168 | 0  | 1796  |
| Geophilomorpha   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 1  | 0  | 0    | 1     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 2     |
| Lithobiomorpha   | 8   | 5  | 1   | 3   | 1   | 0  | 3  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 24    |
| Opliones         | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 2  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 4     |
| Orthoptera       | 2   | 21 | 5   | 14  | 8   | 0  | 0  | 6  | 4    | 0     | 0   | 0  | 0  | 1   | 3  | 0  | 9   | 1   | 0  | 24  | 0   | 0  | 4  | 6  | 4  | 2   | 6  | 220   |
| Pseudoscorpiones | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 2    | 2     | 0   | 0  | 0  | 0   | 5  | 0  | 5   | 0   | 0  | 1   | 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 17    |
| Psocoptera       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 1     |
| Scorpiones       | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 1  | 0   | 0  | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 1  | 0  | 0   | 0  | 3     |
| Solifuge         | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1     |
| Spirrobolida     | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1   | 0  | 2  | 2  | 0  | 0   | 1  | 6     |

| Clase     | A1  | A2  | A3  | A5  | A7  | A8 | C1  | C2 | Beul | Beul2 | Bpo | G1 | G2 | M1  | M2  | M5 | M6  | M7  | M8 | M10 | M11 | P1  | P2 | P3 | P4 | P5  | P6  | Total |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|------|-------|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-------|
| Arachnida | 0   | 12  | 10  | 8   | 27  | 8  | 6   | 4  | 20   | 23    | 0   | 0  | 1  | 10  | 18  | 3  | 13  | 13  | 2  | 8   | 1   | 9   | 12 | 7  | 9  | 8   | 9   | 241   |
| Chilopoda | 8   | 5   | 1   | 3   | 1   | 0  | 4   | 0  | 0    | 1     | 0   | 0  | 0  | 0   | 2   | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 26    |
| Diplopoda | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  | 0    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1   | 0   | 2  | 2  | 0  | 0   | 1   | 6     |
| Diplura   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  | 0    | 1     | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 1     |
| Insecta   | 439 | 128 | 350 | 630 | 211 | 48 | 132 | 62 | 328  | 44    | 17  | 4  | 20 | 413 | 211 | 53 | 390 | 298 | 81 | 285 | 75  | 146 | 51 | 52 | 46 | 314 | 135 | 493   |

FUENTE: Elaboración propia

**Anexo 7. Tablas de estandarización del esfuerzo de muestreo por el método de Rarefacción para cada estación de muestreo**

Agricultura

| A1      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 9.3333 | 1.9149 |
| 2       | 11.867 | 2.0053 |
| 3       | 13.55  | 2.0466 |
| 4       | 14.867 | 2.0947 |
| 5       | 16     | 2.172  |
| 6       | 17     | 2.2812 |

| A2      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 7.3333 | 1.5601 |
| 2       | 10.467 | 1.8404 |
| 3       | 12.45  | 1.9727 |
| 4       | 13.867 | 2.0559 |
| 5       | 15     | 2.1429 |
| 6       | 16     | 2.2597 |

| A3      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 9      | 1.8117 |
| 2       | 11.867 | 2.0741 |
| 3       | 13.35  | 2.1525 |
| 4       | 14.333 | 2.1862 |
| 5       | 15.167 | 2.2403 |
| 6       | 16     | 2.3408 |

| A5      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 12.5   | 1.8983 |
| 2       | 16.733 | 1.9417 |
| 3       | 19.5   | 1.9634 |
| 4       | 21.4   | 1.9648 |
| 5       | 22.833 | 1.9868 |
| 6       | 24     | 2.0516 |

| A7      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 9.1667 | 1.5825 |
| 2       | 13.4   | 1.948  |
| 3       | 15.8   | 2.0401 |
| 4       | 17.467 | 2.084  |
| 5       | 18.833 | 2.1515 |
| 6       | 20     | 2.2534 |

| A8      |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 3.3333 | 0.87949 |
| 2       | 4.8667 | 1.0627  |
| 3       | 5.7    | 1.0937  |
| 4       | 6.2667 | 1.1085  |
| 5       | 6.6667 | 1.1228  |
| 6       | 7      | 1.1602  |

Césped

| C1      |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 5.5    | 0.98249 |
| 2       | 8.4667 | 1.2171  |
| 3       | 10.2   | 1.2109  |
| 4       | 11.4   | 1.1838  |
| 5       | 12.333 | 1.186   |
| 6       | 13     | 1.2154  |

| C2      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 4.3333 | 1.3242 |
| 2       | 6.2    | 1.6155 |
| 3       | 7.4    | 1.7516 |
| 4       | 8.3333 | 1.8532 |
| 5       | 9.1667 | 1.972  |
| 6       | 10     | 2.132  |

### Bosque de Eucalipto

| Beu-1   |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 10.667 | 2.2895 |
| 2       | 15.133 | 2.7406 |
| 3       | 18.45  | 3.065  |
| 4       | 21.2   | 3.3526 |
| 5       | 23.667 | 3.6526 |
| 6       | 26     | 3.9856 |

| Beu-2   |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 6.5    | 1.4233 |
| 2       | 9.4667 | 1.5756 |
| 3       | 11.65  | 1.6678 |
| 4       | 13.4   | 1.7571 |
| 5       | 14.833 | 1.8535 |
| 6       | 16     | 1.9672 |

### Bosque de *Polylepis*

| Bpo     |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 1.6667 | 0.50542 |
| 2       | 3.2667 | 0.97452 |
| 3       | 4.8    | 1.4121  |
| 4       | 6.2667 | 1.8236  |
| 5       | 7.6667 | 2.2153  |
| 6       | 9      | 2.594   |

### Gravilla

| G2      |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 2.6667 | 0.43461 |
| 2       | 3.9333 | 0.51983 |
| 3       | 4.45   | 0.43818 |
| 4       | 4.6667 | 0.29814 |
| 5       | 4.8333 | 0.14907 |
| 6       | 5      | 0.10457 |

### Matorral

| M1      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 7.5    | 1.4517 |
| 2       | 11.467 | 1.6198 |
| 3       | 14.6   | 1.7525 |
| 4       | 17.2   | 1.8883 |
| 5       | 19.333 | 2.019  |
| 6       | 21     | 2.1536 |

| M2      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 10.333 | 1.7726 |
| 2       | 15     | 2.082  |
| 3       | 17.95  | 2.1535 |
| 4       | 20.333 | 2.239  |
| 5       | 22.333 | 2.3491 |
| 6       | 24     | 2.4871 |

| M5      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 5.1667 | 1.0535 |
| 2       | 8.5333 | 1.4205 |
| 3       | 11     | 1.59   |
| 4       | 13     | 1.7289 |
| 5       | 14.667 | 1.8634 |
| 6       | 16     | 2      |

| M6      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 9.1667 | 1.5767 |
| 2       | 12.6   | 1.5907 |
| 3       | 14.9   | 1.5536 |
| 4       | 16.667 | 1.5479 |
| 5       | 18     | 1.5619 |
| 6       | 19     | 1.6096 |

| M7      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 5.8333 | 1.8035 |
| 2       | 8.4    | 2.1017 |
| 3       | 10.75  | 2.458  |
| 4       | 12.933 | 2.8341 |
| 5       | 15     | 3.2266 |
| 6       | 17     | 3.6396 |

| M8      |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 2.8333 | 0.67082 |
| 2       | 4.3333 | 0.51003 |
| 3       | 5.5    | 0.42357 |
| 4       | 6.3333 | 0.37048 |
| 5       | 6.8333 | 0.31982 |
| 6       | 7      | 0.28697 |

| M10     |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 7.8333 | 2.0642 |
| 2       | 11.2   | 2.5309 |
| 3       | 13.7   | 2.8459 |
| 4       | 15.933 | 3.1672 |
| 5       | 18     | 3.5048 |
| 6       | 20     | 3.873  |

| M11     |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 4      | 0.97351 |
| 2       | 6.5333 | 1.3217  |
| 3       | 8.35   | 1.4904  |
| 4       | 9.8    | 1.6219  |
| 5       | 11     | 1.7461  |
| 6       | 12     | 1.8787  |

Pajonal

| P1      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 6.6667 | 1.2801 |
| 2       | 10     | 1.5155 |
| 3       | 12.15  | 1.5773 |
| 4       | 13.733 | 1.6129 |
| 5       | 15     | 1.6656 |
| 6       | 16     | 1.743  |

| P2      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 6.3333 | 1.1653 |
| 2       | 9.8667 | 1.4831 |
| 3       | 12.1   | 1.5658 |
| 4       | 13.733 | 1.6129 |
| 5       | 15     | 1.6656 |
| 6       | 16     | 1.743  |

| P3      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 6      | 1.4223 |
| 2       | 8.8667 | 1.5813 |
| 3       | 11.15  | 1.7256 |
| 4       | 13.067 | 1.8728 |
| 5       | 14.667 | 2.0163 |
| 6       | 16     | 2.1693 |

| P4      |        |         |
|---------|--------|---------|
| Samples | Taxa   | Stdev   |
| 1       | 5.1667 | 0.99458 |
| 2       | 8.4    | 1.2111  |
| 3       | 10.85  | 1.3665  |
| 4       | 12.667 | 1.4521  |
| 5       | 14     | 1.5092  |
| 6       | 15     | 1.5811  |

| P5      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 8.1667 | 1.677  |
| 2       | 11.6   | 1.7463 |
| 3       | 14.4   | 1.8717 |
| 4       | 16.667 | 1.9928 |
| 5       | 18.5   | 2.1108 |
| 6       | 20     | 2.2465 |

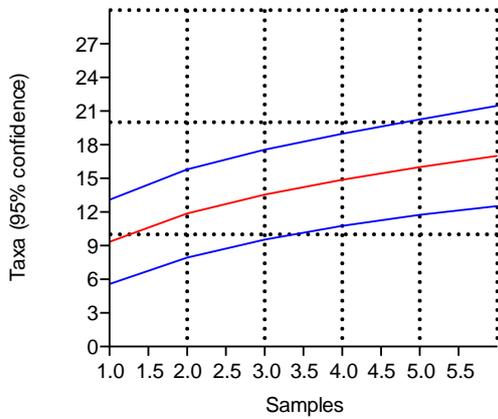
| P6      |        |        |
|---------|--------|--------|
| Samples | Taxa   | Stdev  |
| 1       | 10     | 2.2574 |
| 2       | 14     | 2.774  |
| 3       | 16.6   | 3.0695 |
| 4       | 18.6   | 3.2987 |
| 5       | 20.333 | 3.5285 |
| 6       | 22     | 3.7945 |

FUENTE: Elaboración propia

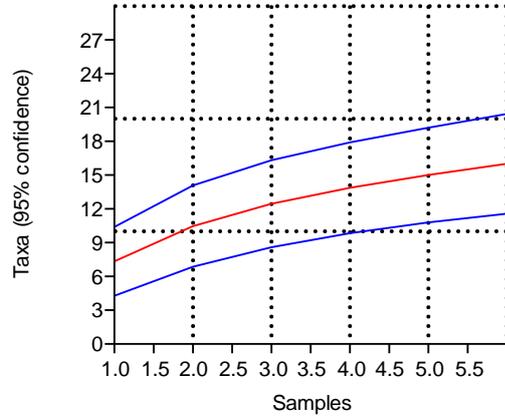
## Anexo 8. Graficas de estandarización del esfuerzo de muestreo por el método de Rarefacción para cada estación de muestreo

### Agricultura

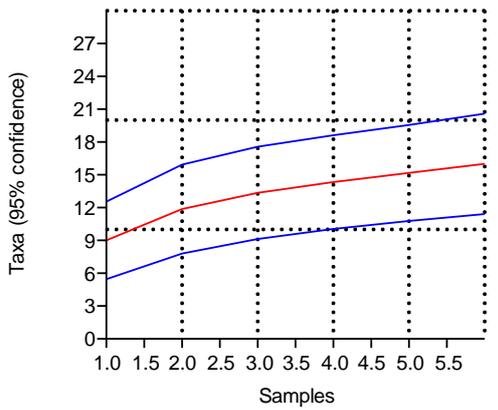
A1



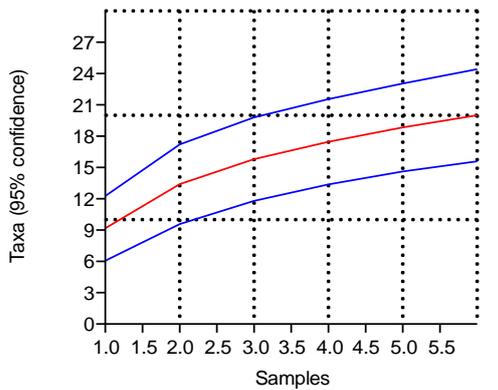
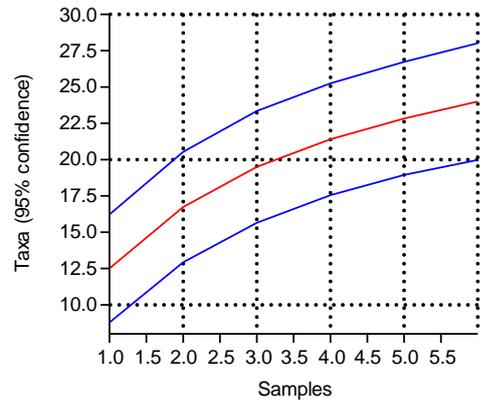
A2



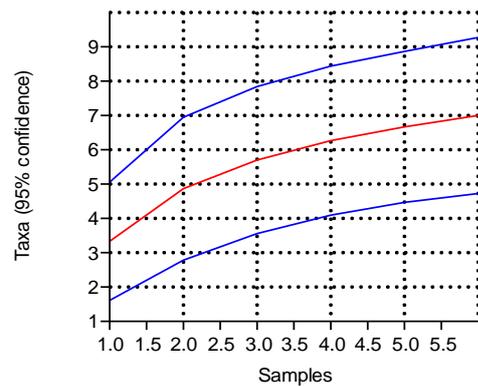
A3



A5



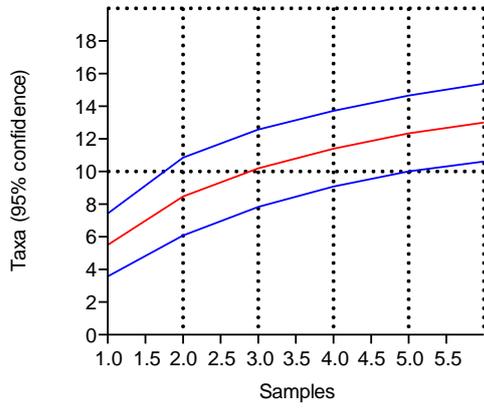
A7



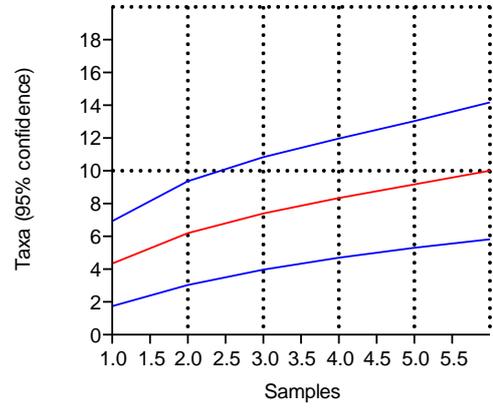
A8

Césped

C1

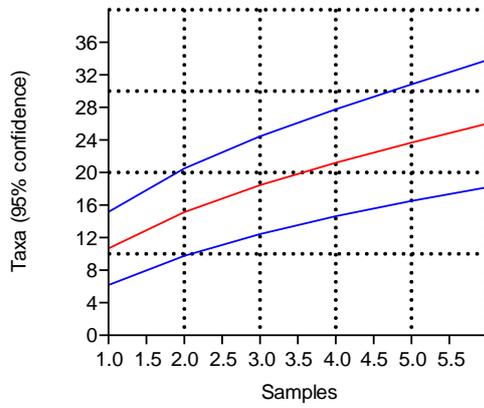


C2

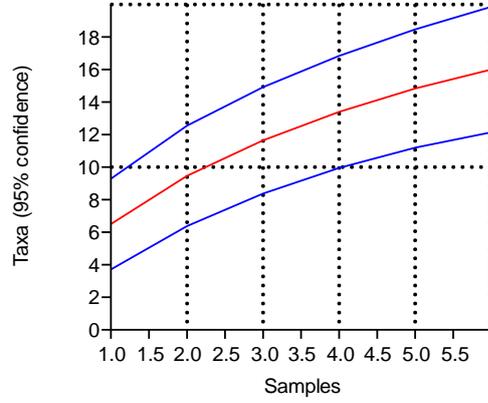


Bosque de Eucalipto

Beu-1

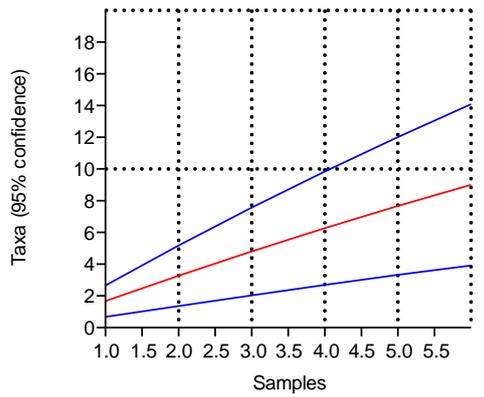


Beu-2



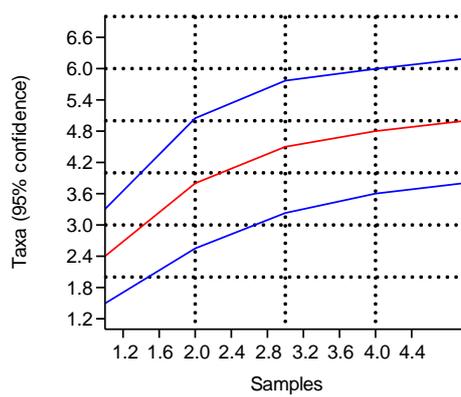
Bosque de Polylepis

Bpo-1



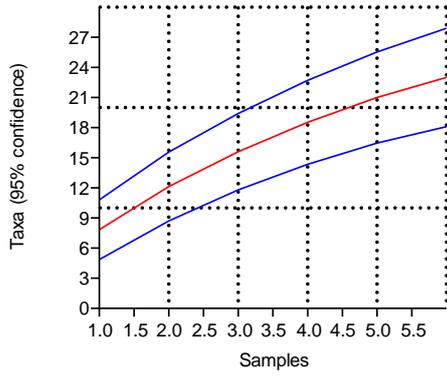
Gravilla

G2

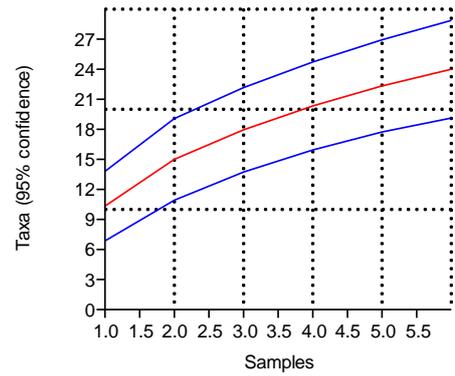


# Matorral

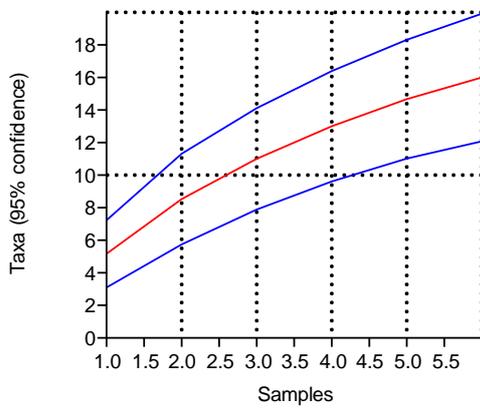
## M1



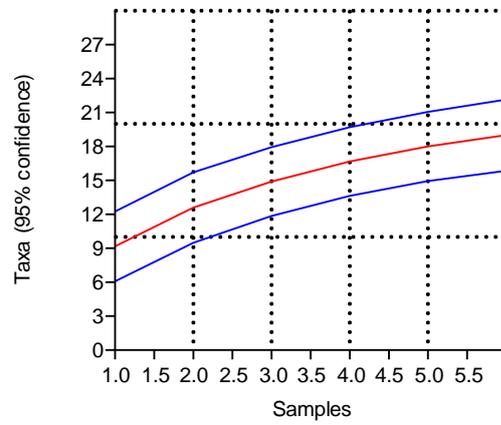
## M2



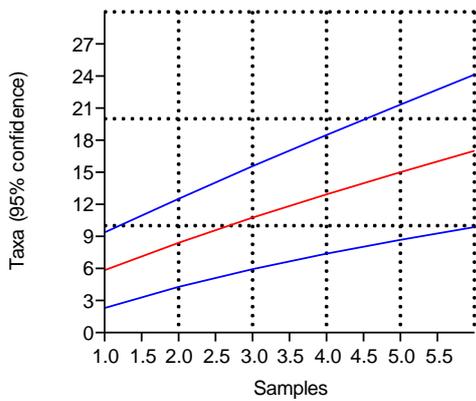
## M5



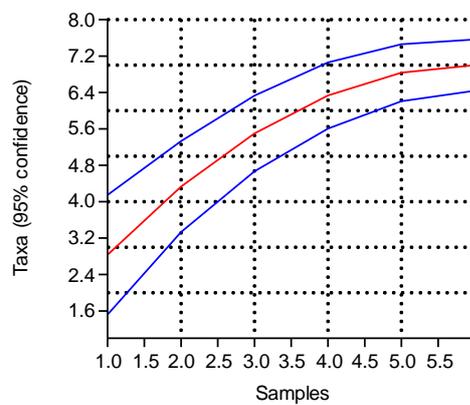
## M6



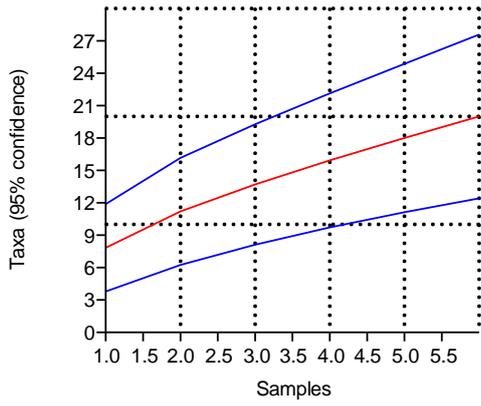
## M7



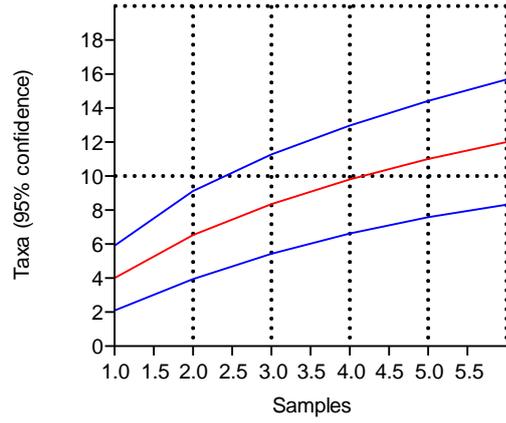
## M8



M10

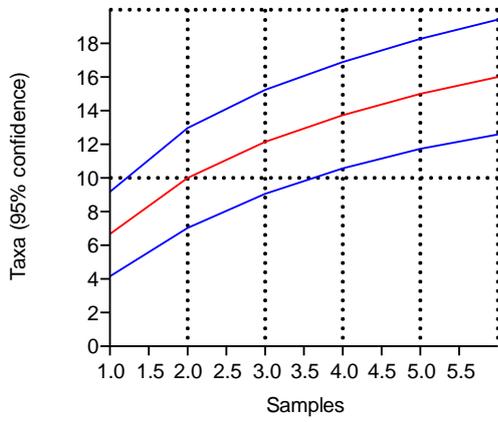


M11

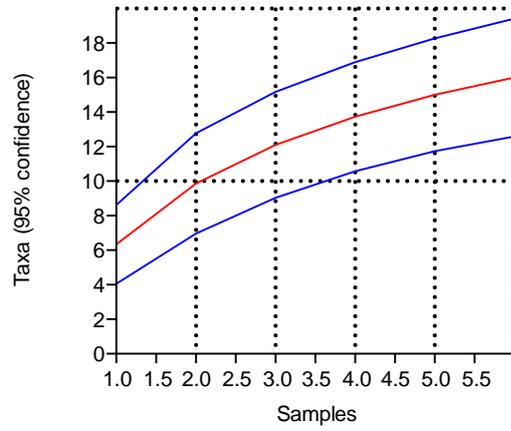


Pajonal

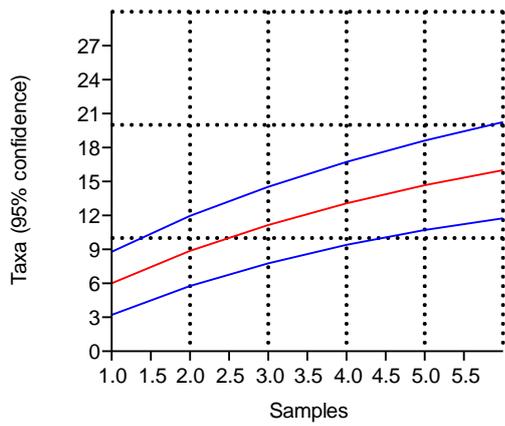
P1



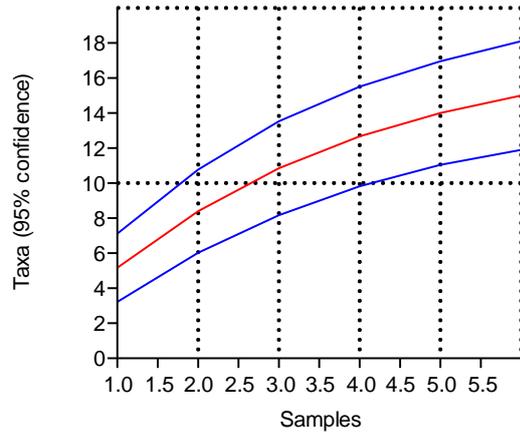
P2



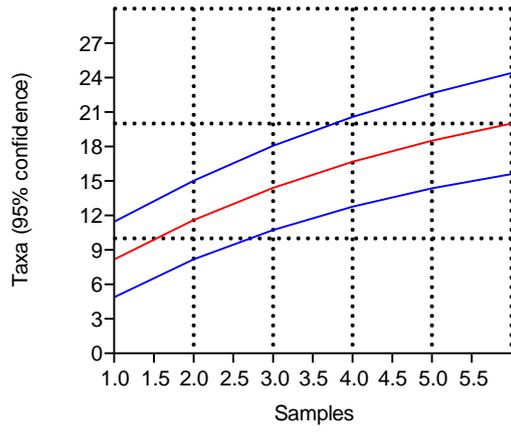
P3



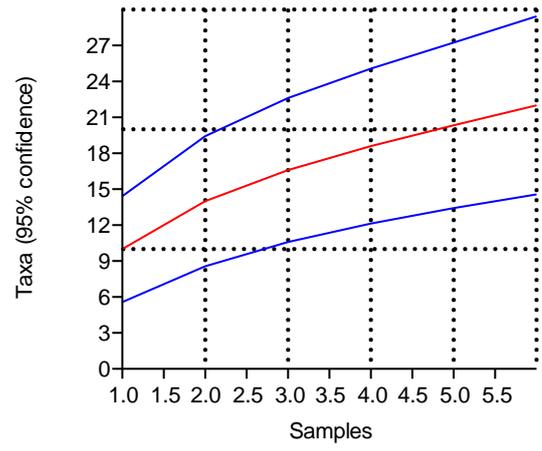
P4



P5



P6



FUENTE: Elaboración propia

**Anexo 9. Tablas de extrapolación del esfuerzo de muestreo por el método de Michaelis-Mente (Curva de acumulación de especies) para cada estación de muestreo.**

Agricultura

| A1       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 8.771929825        |
| 2        | 12.19512195        |
| 3        | 14.01869159        |
| 4        | 15.15151515        |
| 5        | 15.92356688        |
| <b>6</b> | <b>16.48351648</b> |
| 7        | 16.90821256        |
| 8        | 17.24137931        |
| 9        | 17.50972763        |
| 10       | 17.73049645        |

| A2       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 7.064592492       |
| 2        | 10.55850392       |
| 3        | 12.64272746       |
| 4        | 14.0271949        |
| 5        | 15.01365531       |
| <b>6</b> | <b>15.7521679</b> |
| 7        | 16.32577872       |
| 8        | 16.78417194       |
| 9        | 17.15889386       |
| 10       | 17.47093753       |

| A3       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 8.793185045        |
| 2        | 11.93703823        |
| 3        | 13.55215171        |
| 4        | 14.53549775        |
| 5        | 15.19712089        |
| <b>6</b> | <b>15.67271194</b> |
| 7        | 16.03106126        |
| 8        | 16.31076484        |
| 9        | 16.53515277        |
| 10       | 16.71915774        |

| A5       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 12.02132021        |
| 2        | 17.05146845        |
| 3        | 19.81527371        |
| 4        | 21.56278728        |
| 5        | 22.76751048        |
| <b>6</b> | <b>23.64833983</b> |
| 7        | 24.32041711        |
| 8        | 24.85009005        |
| 9        | 25.27828336        |
| 10       | 25.63161115        |

| A7       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 9.92849078        |
| 2        | 14.4271261        |
| 3        | 16.9937728        |
| 4        | 18.6529963        |
| 5        | 19.8137299        |
| <b>6</b> | <b>20.6712812</b> |
| 7        | 21.330715         |
| 8        | 21.8535777        |
| 9        | 22.2783147        |
| 10       | 22.6301793        |

| A8       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 3.32860873        |
| 2        | 4.84868242        |
| 3        | 5.71929075        |
| 4        | 6.28340081        |
| 5        | 6.67864092        |
| <b>6</b> | <b>6.97096732</b> |
| 7        | 7.19594517        |
| 8        | 7.37444479        |
| 9        | 7.51952064        |
| 10       | 7.63975687        |

Césped

| C1       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 5.513931889        |
| 2        | 8.420803783        |
| 3        | 10.21606119        |
| 4        | 11.43499197        |
| 5        | 12.31673582        |
| <b>6</b> | <b>12.98420413</b> |
| 7        | 13.50704225        |
| 8        | 13.92766373        |
| 9        | 14.27337489        |
| 10       | 14.5625511         |

| C2       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 4.059018368        |
| 2        | 6.239296459        |
| 3        | 7.600075174        |
| 4        | 8.530295839        |
| 5        | 9.206392569        |
| <b>6</b> | <b>9.719985579</b> |
| 7        | 10.12337732        |
| 8        | 10.44859994        |
| 9        | 10.71636781        |
| 10       | 10.9406704         |

Bosque de Eucalipto

| Beu-1    |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 9.663037843        |
| 2        | 15.34787979        |
| 3        | 19.09184022        |
| 4        | 21.74394867        |
| 5        | 23.72104861        |
| <b>6</b> | <b>25.25174983</b> |
| 7        | 26.47190099        |
| 8        | 27.46730521        |
| 9        | 28.29482206        |
| 10       | 28.99362265        |

| Beu-2    |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 6.060209424        |
| 2        | 9.605809129        |
| 3        | 11.93298969        |
| 4        | 13.57771261        |
| <b>5</b> | <b>14.80179028</b> |
| <b>6</b> | <b>15.74829932</b> |
| 7        | 16.50203666        |
| 8        | 17.11645102        |
| 9        | 17.62690355        |
| 10       | 18.05772231        |

Bosque de *Polylepis*

| Bpo      |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 1.673090158        |
| 2        | 3.271137026        |
| 3        | 4.799078745        |
| 4        | 6.261429491        |
| 5        | 7.662324018        |
| <b>6</b> | <b>9.005556699</b> |
| 7        | 10.29461585        |
| 8        | 11.53271398        |
| 9        | 12.7228145         |
| 10       | 13.86765545        |

Gravilla

| G2       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 2.79600372        |
| 2        | 3.8178934         |
| 3        | 4.34754335        |
| 4        | 4.67158385        |
| 5        | 4.89027958        |
| <b>6</b> | <b>5.04781879</b> |
| 7        | 5.16670756        |
| 8        | 5.25961538        |
| 9        | 5.33421986        |
| 10       | 5.39544476        |

## Matorral

| M1       |                  |
|----------|------------------|
| Trampa   | Riqueza          |
| 1        | 7.260458839      |
| 2        | 11.85457216      |
| 3        | 15.02327025      |
| 4        | 17.34085415      |
| 5        | 19.1096377       |
| <b>6</b> | <b>20.503917</b> |
| 7        | 21.63124641      |
| 8        | 22.56159357      |
| 9        | 23.34243934      |
| 10       | 24.00713967      |

| M2       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 9.79958121        |
| 2        | 15.0863458        |
| 3        | 18.3941606        |
| 4        | 20.6589942        |
| 5        | 22.306959         |
| <b>6</b> | <b>23.5598706</b> |
| 7        | 24.5445788        |
| 8        | 25.3388765        |
| 9        | 25.9931235        |
| 10       | 26.5413595        |

| M5       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 5.02321429        |
| 2        | 8.52424242        |
| 3        | 11.1039474        |
| 4        | 13.0837209        |
| 5        | 14.6510417        |
| <b>6</b> | <b>15.9226415</b> |
| 7        | 16.975            |
| 8        | 17.8603175        |
| 9        | 18.6154412        |
| 10       | 19.2671233        |

| M6       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 8.71997132        |
| 2        | 12.8371602        |
| 3        | 15.2349133        |
| 4        | 16.804284         |
| 5        | 17.9113271        |
| <b>6</b> | <b>18.7341122</b> |
| 7        | 19.3696666        |
| 8        | 19.8753703        |
| 9        | 20.2873297        |
| 10       | 20.6294003        |

| M7       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 4.90897677        |
| 2        | 8.48616386        |
| 3        | 11.2087912        |
| 4        | 13.3504055        |
| 5        | 15.079059         |
| <b>6</b> | <b>16.5036933</b> |
| 7        | 17.6980278        |
| 8        | 18.7137302        |
| 9        | 19.5880879        |
| 10       | 20.3486859        |

| M8       |                  |
|----------|------------------|
| Trampa   | Riqueza          |
| 1        | 2.75473771       |
| 2        | 4.32234432       |
| 3        | 5.33416061       |
| 4        | 6.04125885       |
| 5        | 6.56327706       |
| <b>6</b> | <b>6.9644717</b> |
| 7        | 7.28243958       |
| 8        | 7.54064468       |
| 9        | 7.75448845       |
| 10       | 7.93449885       |

| M10      |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 6.95652174        |
| 2        | 11.2997746        |
| 3        | 14.2694497        |
| 4        | 16.4281813        |
| 5        | 18.0682364        |
| <b>6</b> | <b>19.3564994</b> |
| 7        | 20.3951957        |
| 8        | 21.2504415        |
| 9        | 21.9668939        |
| 10       | 22.5758031        |

| M11      |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 3.88453451        |
| 2        | 6.52222757        |
| 3        | 8.43036924        |
| 4        | 9.87486332        |
| 5        | 11.0063915        |
| <b>6</b> | <b>11.9167237</b> |
| 7        | 12.6649452        |
| 8        | 13.2908184        |
| 9        | 13.8220845        |
| 10       | 14.2786874        |

Pajonal

| P1       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 6.47707487        |
| 2        | 10.0404858        |
| 3        | 12.2952626        |
| 4        | 13.8504499        |
| 5        | 14.987913         |
| <b>6</b> | <b>15.8560265</b> |
| 7        | 16.5403345        |
| 8        | 17.0936244        |
| 9        | 17.5502359        |
| 10       | 17.9334726        |

| P2       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 6.26496192        |
| 2        | 9.8502994         |
| 3        | 12.1723044        |
| 4        | 13.7986818        |
| 5        | 15.0013028        |
| <b>6</b> | <b>15.9266943</b> |
| 7        | 16.6608103        |
| 8        | 17.2573998        |
| 9        | 17.7517986        |
| 10       | 18.1681919        |

| P3       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 5.481691369        |
| 2        | 9.001431639        |
| 3        | 11.45264117        |
| 4        | 13.25777543        |
| 5        | 14.64252445        |
| <b>6</b> | <b>15.73842303</b> |
| 7        | 16.62731394        |
| 8        | 17.36278909        |
| 9        | 17.98141087        |
| 10       | 18.50897851        |

| P4       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 5.125208681        |
| 2        | 8.480662983        |
| 3        | 10.84805654        |
| 4        | 12.60780287        |
| 5        | 13.96724295        |
| <b>6</b> | <b>15.04901961</b> |
| 7        | 15.93031875        |
| 8        | 16.66214383        |
| 9        | 17.27954972        |
| 10       | 17.80742459        |

| P5       |                    |
|----------|--------------------|
| Trampa   | Riqueza            |
| 1        | 7.458492976        |
| 2        | 11.8819939         |
| 3        | 14.80980558        |
| 4        | 16.89081706        |
| 5        | 18.44598863        |
| <b>6</b> | <b>19.65227145</b> |
| 7        | 20.61522945        |
| 8        | 21.40174072        |
| 9        | 22.05623164        |
| 10       | 22.60936895        |

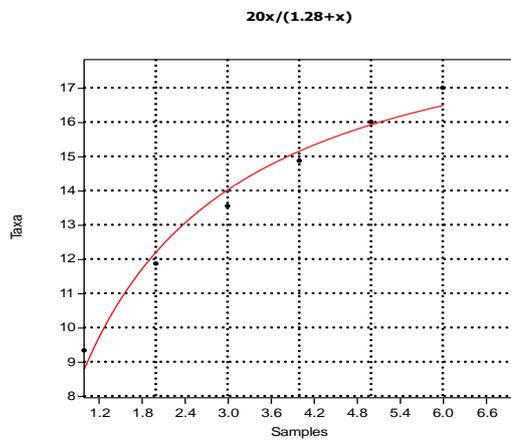
| P6       |                   |
|----------|-------------------|
| Trampa   | Riqueza           |
| 1        | 11.01261128       |
| 2        | 16.06601732       |
| 3        | 18.96720613       |
| 4        | 20.8497191        |
| 5        | 22.16995221       |
| <b>6</b> | <b>23.1470894</b> |
| 7        | 23.89949402       |
| 8        | 24.49669967       |
| 9        | 24.98223635       |
| 10       | 25.38474692       |

FUENTE: Elaboración propia

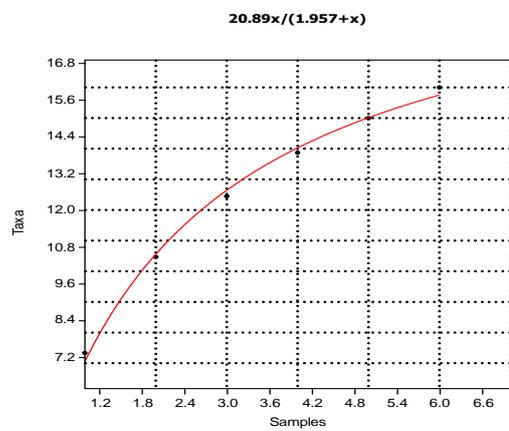
## Anexo 10. Curvas de acumulación de especies y ecuaciones del método de Michaelis-Mente para cada estación de muestreo

### Agricultura

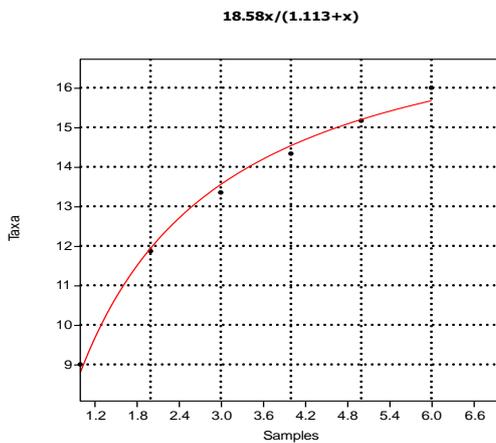
A1



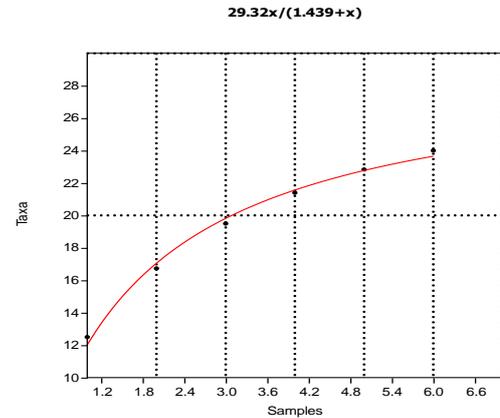
A2



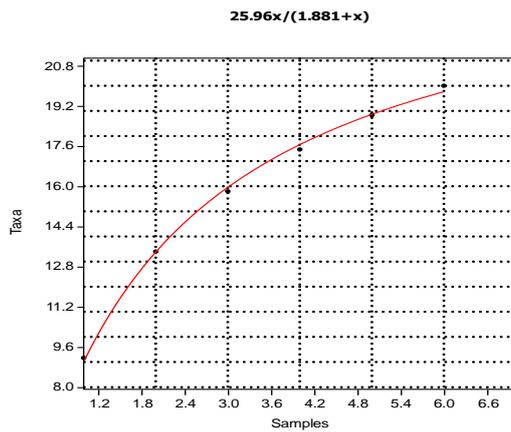
A3



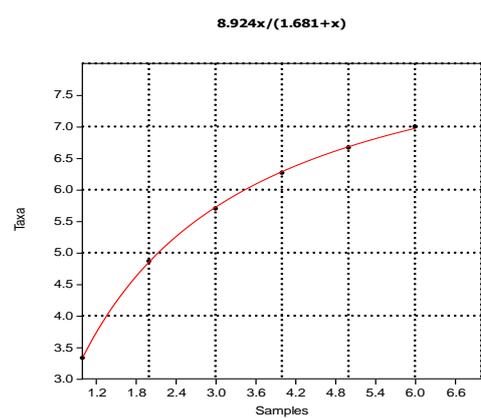
A5



A7

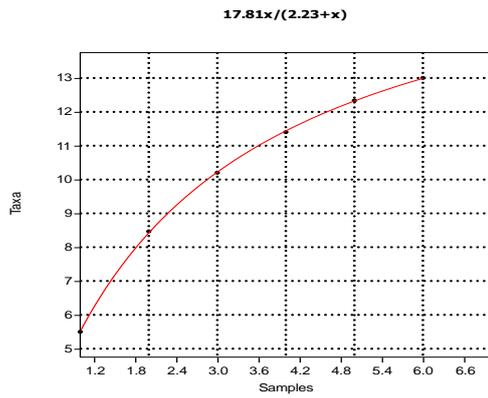


A8

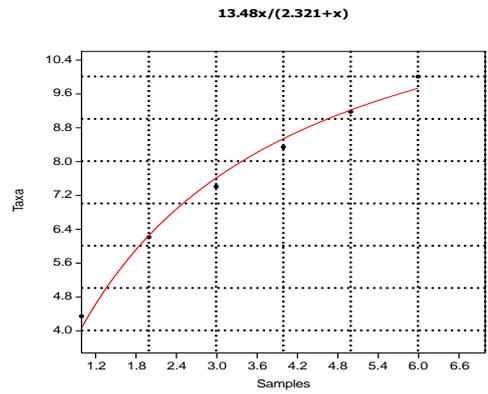


## Césped

C1

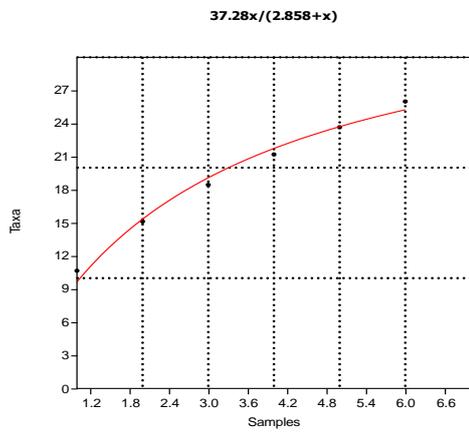


C2

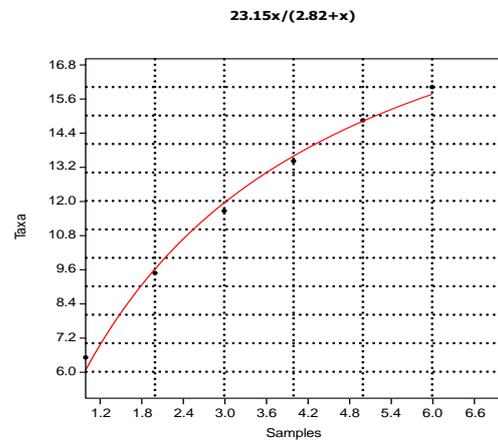


## Bosque de Eucalipto

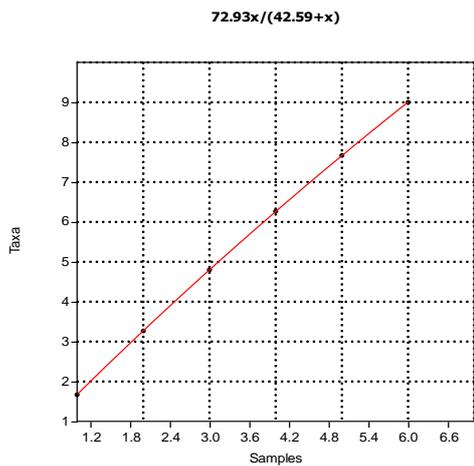
Beu-1



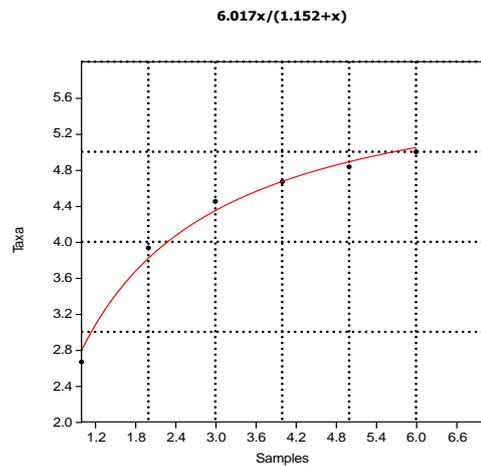
Beu-2



## Bosque de *Polylepis* (Bpo)

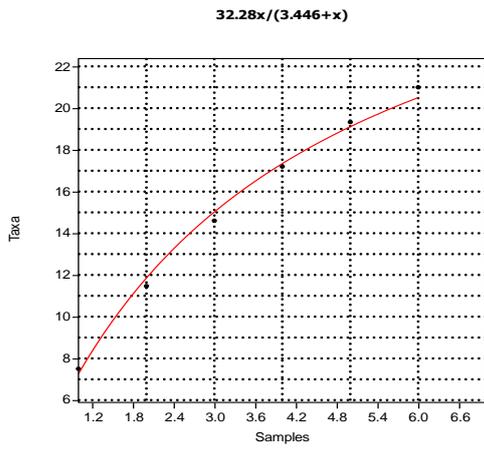


## Gravilla (G2)

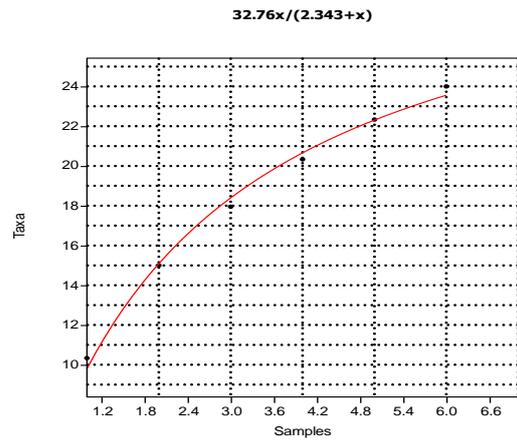


# Matorral

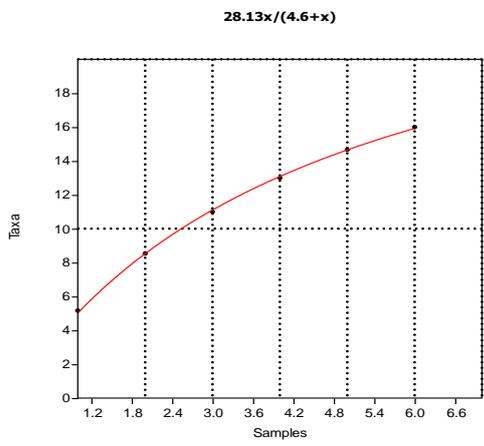
## M1



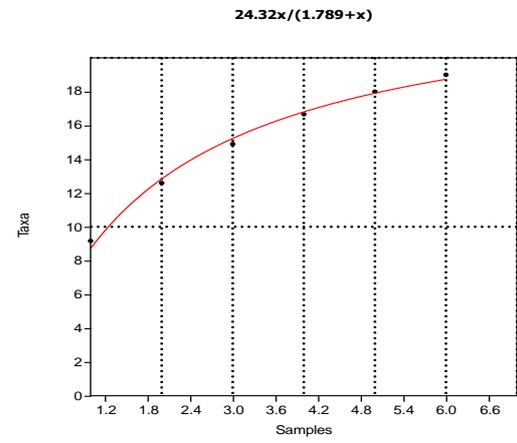
## M2



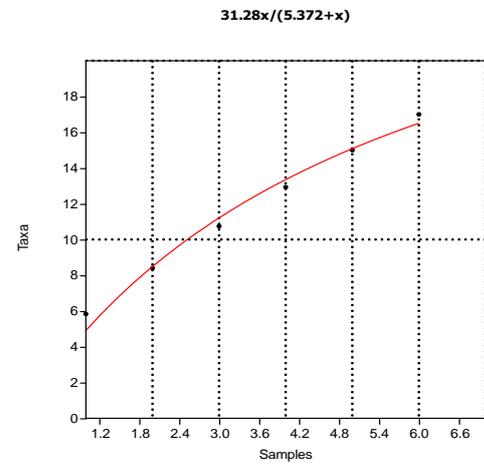
## M5



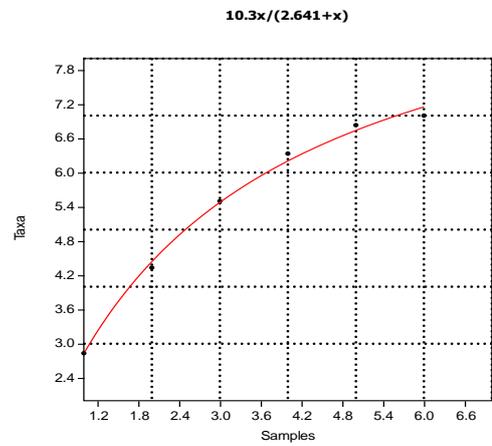
## M6



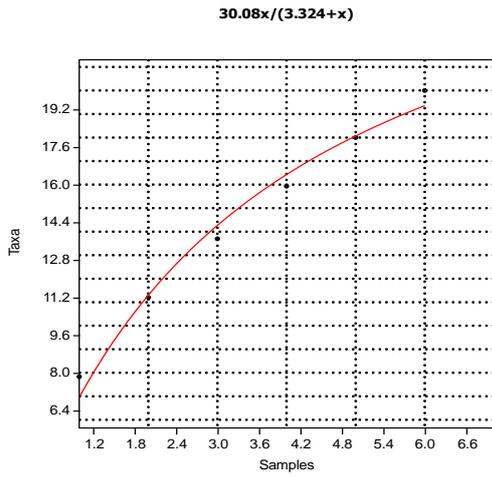
## M7



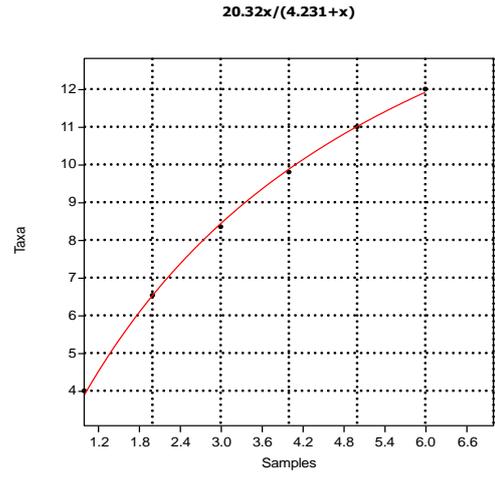
## M8



M10

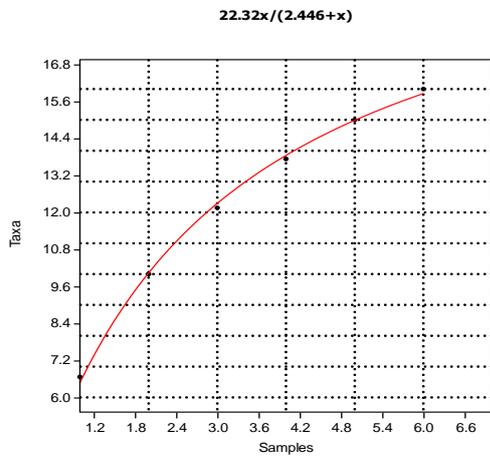


M11

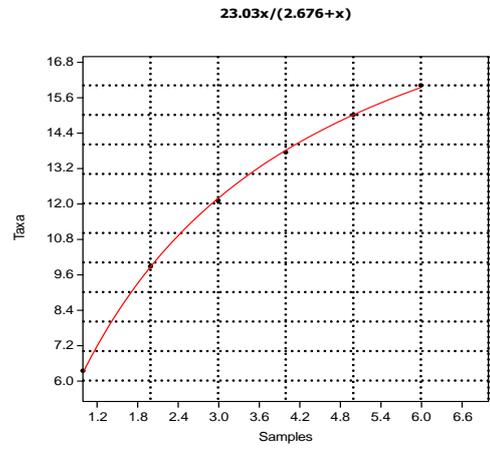


Pajonal

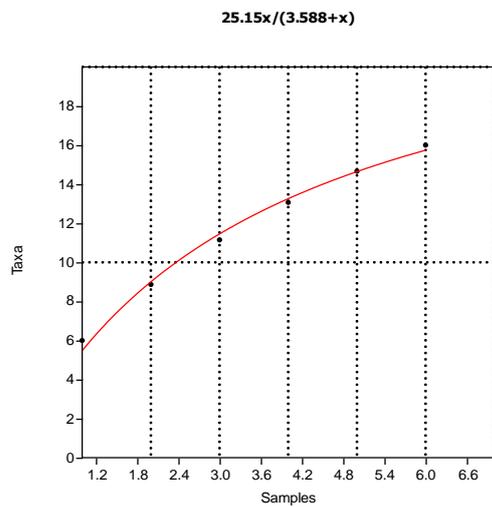
P1



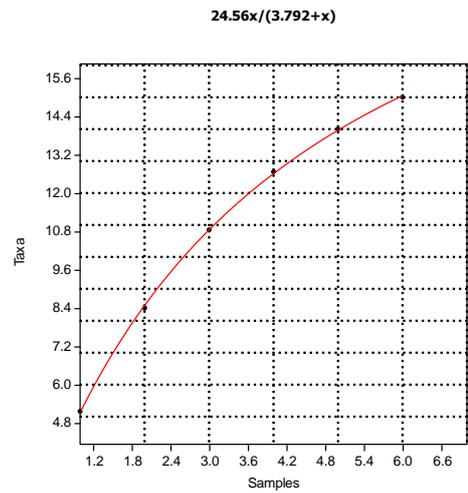
P2



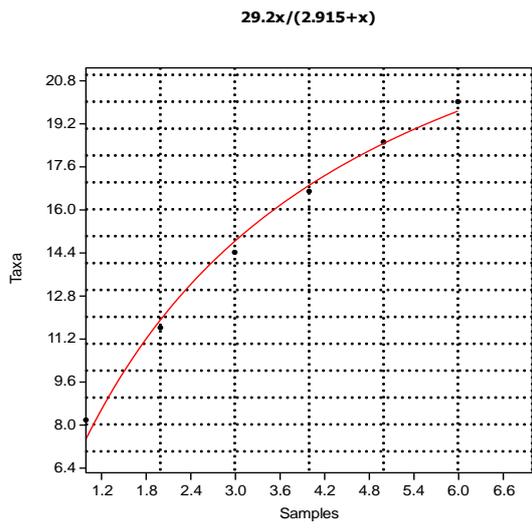
P3



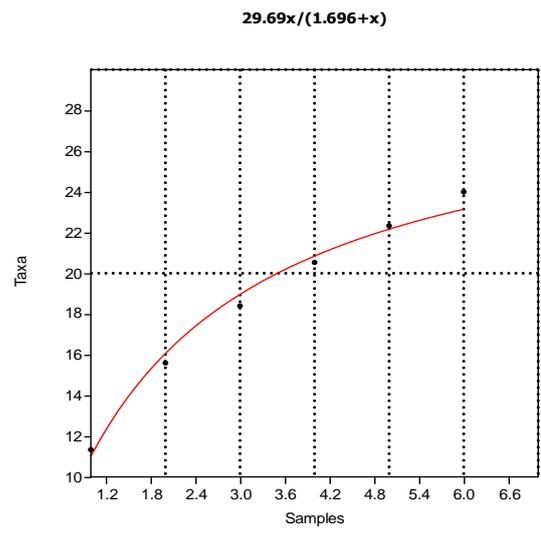
P4



P5



P6



FUENTE: Elaboración propia