



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

INFLUENCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA
TASA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA HOJARASCA EN DOS RÍOS DE LA
ZONA ALTOANDINA DEL DMQ



AUTOR

JESSICA ESTEFANÍA LÓPEZ BUITRÓN

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL EN PREVENCIÓN Y REMEDIACIÓN

**INFLUENCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA
TASA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA HOJARASCA EN DOS RÍOS DE LA
ZONA ALTO ANDINA DEL DMQ.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de INGENIERO AMBIENTAL EN
PREVENCIÓN Y REMEDIACIÓN

Profesor Guía
PhD. Christian Patricio Villamarín Flores

AUTORA
JESSICA ESTEFANÍA LÓPEZ BUITRÓN

AÑO
2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro verazmente haber dirigido este trabajo de titulación a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando y guiando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y también dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Christian Patricio Villamarín Flores
PhD en Ecología Fundamental y Aplicada
CI: 100233940-4

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Indira Fernandina Black Solis

M.Sc en Conservación y Gestión del Medio Natural

CI: 1711273563

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo de titulación es original y de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales vigentes que protegen los derechos de cada autor.”

Jessica Estefanía López Buitrón

CI: 1003484688

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí feliz y llena de bendiciones, a mis padres por su apoyo incondicional. Quiero extender mi más sincero agradecimiento a mi tutor el PhD. Christian Villamarín por su generosidad en sus conocimientos, así como también a mi correctora la MSc. Indira Black por su tiempo dedicado en mi trabajo de titulación para que sea una investigación de calidad. También a la Dirección del Medio Ambiente de Pichincha por otorgarme el permiso de investigación y a la comunidad de Nono por su amabilidad en mi trabajo de campo.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de fin de carrera a mis padres que han sido el pilar fundamental durante mi vida estudiantil, a mi hermano que ha sido mi compañero incondicional durante mi universidad, a mis amistades verdaderas que han sido parte importante en mi ciclo juvenil.

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante los meses de octubre y noviembre del 2016 en dos ríos de la zona altoandina de DMQ, La fase experimental se la llevó a cabo en el río Pichán (alterado) y Alambí (referencia de estado de conservación) de la parroquia de San Miguel de Nono, ubicado en la provincia de Pichincha. Se consideraron tres puntos de muestreo en cada río, con tres réplicas cada uno, estas réplicas tenían cinco muestras las que fueron retiradas cada 7 días. Este estudio se basa principalmente en la influencia de los macroinvertebrados acuáticos en el proceso de la descomposición de la hojarasca, para obtener este análisis se realizó mediciones fisicoquímicas y una caracterización de las actividades antrópicas de la zona. Con la metodología establecida se pudo determinar cuáles organismos intervienen en la descomposición de la materia orgánica de cada río y cuáles son las funciones de estos. Por consiguiente se realizó una comparación entre los dos ríos, concluyendo que la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos es distinta. No obstante, los grupos que se registraron como dominantes en los dos ríos a pesar de ser diferentes, cumplen las mismas funciones de descomposición de la materia orgánica. La velocidad de descomposición entre los dos ríos no tienen una diferencia significativa; al contrario de su riqueza y abundancia que si presentan diferencias significativas.

ABSTRACT

The present study was realized out during the months of October and November of 2016 in two rivers of the high Andean zone of DMQ. The experimental phase was carried out in the Pichán (altered) and Alambí (conservation status) rivers Parish of San Miguel de Nono, located in the province of Pichincha. Three sampling points were considered in each river, with three replicates each, these replicas had five samples that were removed every 8 days. This study is based mainly on the influence of aquatic macroinvertebrates on the leaf litter decomposition process. To obtain this analysis we performed physicochemical measurements and a characterization of the anthropic activities of the area. With the established methodology it was possible to determine which organisms are involved in the decomposition of the organic matter of each river and what their functions are. Therefore a comparison was made between the two rivers, concluding that the composition of the community of aquatic macroinvertebrates is different. However, the groups that were registered as dominant in the two rivers despite being different fulfill the same functions of decomposition of the organic matter. The speed of decomposition between the two rivers does not have a significant difference; Contrary to their richness and abundance that present significant differences.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Alcance.....	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Definición de macroinvertebrados acuáticos.....	4
2.2 Características de los macroinvertebrados acuáticos encontrados (familias) y tipos de alimentación de los organismos (ordenes).....	4
2.3 Definición de ríos alto andinos en Ecuador y condiciones ambientales de los mismos.....	11
2.4 El papel de la vegetación de ribera en la descomposición de hojas – descomposición de materia orgánica.....	12
2.5 Características de la hojarasca.....	13
2.6 Descomposición de materia orgánica en ríos y Velocidad de descomposición	14
2.7 Actividades antrópicas de las zonas de estudio.....	15
2.8 Factores físico químicos en los ríos.....	17
3. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Área de estudio	18
3.2 Selección de Puntos de experimentación	19
3.3 Caracterización fisicoquímica de los ríos.....	19

3.4	Experimentación de la descomposición de la hojarasca ...	20
3.5	Identificación de macroinvertebrados acuáticos de la hojarasca	26
3.6	Análisis de datos	27
4.	RESULTADOS.....	27
4.1	Parámetros fisicoquímicos de los ríos	27
4.2	Velocidad de descomposición (K).....	28
4.3	Identificación de macroinvertebrados (clase, orden y familia).....	30
4.4	Riqueza de macroinvertebrados	36
4.5	Abundancia de macroinvertebrados	38
5.	DISCUSIÓN.....	40
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
6.1	Conclusiones.....	44
6.2	Recomendaciones.....	46
	REFERENCIAS.....	47
	ANEXOS.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotos Satelitales de los ríos	18
Figura 2. Equipos portátiles de medición de parámetros físicoquímicos	20
Figura 3. Proceso de realización de fundas de hojarasca (experimentación)	21
Figura 4. Proceso de colocación de estacas con las muestras	22
Figura 5. Traslado de muestras al laboratorio	23
Figura 6. Proceso de recolección de macroinvertebrados y secado de hojas	23
Figura 7. Proceso de secado en la estufa y pesaje de hojas secas	24
Figura 8. Proceso de trituración para pasar a la mufla y pesaje del peso libre de ceniza	25
Figura 9. Identificación de macroinvertebrados y etiquetado de familias	26
Figura 10. Velocidad de descomposición de la hojarasca en los períodos de experimentación	29
Figura 11. Comparación de la descomposición entre el río Pichán (1) y el Alambí (2).....	28
Figura 12. Familias representativas del Alambí vs Tiempo	32
Figura 13. Familias representativas del Pichán vs Tiempo	33
Figura 14. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos según el tiempo	37
Figura 15. Comparación de Riqueza entre el río Pichán (1) y el Alambí (2).....	38
Figura 16. Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos según el tiempo.....	39
Figura 17. Comparación de la Abundancia entre el río Pichán (1) y el Alambí (2).....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación Sistemática de la Chilca</i>	14
Tabla 2. <i>Coordenadas de los puntos de experimentación</i>	19
Tabla 3. <i>Tiempos y fechas de experimentación</i>	22
Tabla 4. <i>Valores de parámetros Físico Químicos</i>	28
Tabla 5. <i>Anova de comparación de la Descomposición entre el río Pichán y Alambí</i>	27
Tabla 6. <i>Identificación de macroinvertebrados acuáticos en el río Pichán y Alambí</i>	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los organismos macroscópicos son aquellos que se pueden ver a simple vista (López, 2014) y dentro de estos están los macroinvertebrados acuáticos, los cuales por estar en contacto directo con el medio, son un reflejo real en el tiempo de las condiciones generales del ecosistema en que se desarrollan (Margesin, 2016). Estos organismos tienen funciones ecosistémicas variables que permiten el funcionamiento adecuado del sistema en general, incluso ayudan a la circulación de la materia y energía (Portón, 2012).

La descomposición de la materia orgánica en los ríos es un proceso que sucede de manera continua y donde intervienen factores bióticos y abióticos (Carvacho, 2012); dentro de esto, la macrofauna tiene un rol muy importante en la descomposición de la hojarasca, el almacenamiento de nutrientes, y la mineralización de materia orgánica en los ríos (Tan et al., n.d.).

También, la descomposición de la materia orgánica aporta significativamente al desarrollo y productividad de los ecosistemas, especialmente en el flujo de los nutrientes en el medio, por lo que modifica la abundancia de varios grupos de organismos que participan de este proceso y que pertenecen a distintos grupos funcionales de alimentación, clasificadas por orden, familia y género (Ligeiro, Moretti, Callisto, y Gonçalves, 2010). Por consiguiente, el impacto o valor de las especies en el medio está sujeto no solo a su riqueza o abundancia de macroinvertebrados, sino también al rol que desempeñan en el proceso de descomposición de la hojarasca (Terneus, Hernández, y Racines, 2012).

Es indispensable conocer el funcionamiento de los ríos en los que van a ser realizados los estudios de la descomposición de la hojarasca; que generalmente estarán cubiertos de vegetación; y su principal fuente de energía es la materia orgánica que proviene de manera natural o alóctona (Moretti, Gonçalves, Ligeiro, y Callisto, 2007). Las formas de llegada de esta hojarasca al río son tres: en forma de hojarasca desde río arriba, verticalmente (caída directa de las hojas), y lateralmente (por la acción del viento) (Elosegi y Pozo 2005). Otra de las características importantes de los ríos es la morfología; si

son más angostos y con fondos más rugosos retienen más material orgánico, a distinción de los ríos anchos y con fondos más arenoso o de grava, que retienen menos cantidad de materia orgánica (Elosegi 2005; Lamberti y Gregory 2006; Tanaka, Ribas y de Souza 2006).

Por lo antes expuesto, el presente estudio tiene como fin principal, analizar la influencia de los macroinvertebrados acuáticos en la velocidad de descomposición de la hojarasca en un río con alteraciones antrópicas y relacionarlo con la descomposición de un río con mejor estado de conservación y la influencia de la macrofauna invertebrada acuática asociada. Con esto se determina su aporte o deterioro al medio según los grupos funcionales y cambios en la comunidad de especies que participa en el proceso de la descomposición (Caihong, Shengong, Leiming, Xiaoping, y Xingren, 2013). Esta investigación aporta al estudio de los detalles funcionales de ríos de la zona alto andina del DMQ y brinda datos y material para discusión y análisis de las velocidades de descomposición del material orgánico.

1.2 Alcance

El presente estudio analizó la influencia de los macroinvertebrados acuáticos dentro del proceso de descomposición de hojarasca en los ríos Alambí y Pichán. Se realizó una caracterización de las actividades antrópicas de la zona, así como también de parámetros fisicoquímicos de los dos ríos y de los procesos de descomposición en los cuales intervienen los macroinvertebrados acuáticos; con dicho análisis de los organismos vivos, se midió cómo y cuáles de estos organismos acuáticos influyen en la descomposición de la hojarasca y en cuál de los ríos es mejor el proceso de descomposición.

1.3 Justificación

La descomposición de la hojarasca es un factor ecológico que indica los cambios del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos que están alterados por las actividades humanas (Capello y Marchese, 2004). Varios autores han realizado estudios de la velocidad de descomposición de la hojarasca proveniente de bosques ribereños a través del tiempo, analizando diferentes variables ambientales (Galizzi & Marchese, 2007), ninguno de estos estudios

determina la descomposición de materia orgánica en la zona altoandina del DMQ, y este trabajo pretende comparar un río que contiene alta contaminación antrópica con otro que tiene buen estado de conservación, tomando en cuenta el rol que desempeña la diferente macrofauna acuática.

Se supondría que esta contaminación antrópica, ocasionada por actividades ganaderas y agrícolas, influya en la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos (riqueza y abundancia), como también en la velocidad de descomposición de la hojarasca (Portón, 2012), luego de este análisis es oportuno, determinar si otros factores aportan en este proceso, como podrían ser las mediciones fisicoquímicas o la presencia de microorganismos como hongos o bacterias (Harding, 2006) .

Este estudio proporciona información muy oportuna y veraz para tomar decisiones de gestión y conservación en los ríos Pichán y Alambí, dando avances científicos a la parroquia de Nono.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la influencia de los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de la hojarasca en dos ríos con distintos niveles de alteración.

1.4.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la velocidad de descomposición de la hojarasca en el que influyen los macroinvertebrados acuáticos durante la experimentación.
- Determinar que macroinvertebrados acuáticos a nivel de orden y familia, participan del proceso de descomposición de la hojarasca.
- Realizar una comparación de resultados de la velocidad de descomposición de la hojarasca entre el río Pichán y el río Alambí.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son animales que poseen un tamaño relativamente grande (tamaño que varía entre 0,05 y varios centímetros) y estos pueden ser recolectados fácilmente con mallas, lo que facilita su estudio (Mora & Magalhães, 2013). Se puede decir ahora que el concepto de “comunidad indicadora” remplazó a “organismo indicador” debido a que el uso de la composición de la comunidad nos permita evaluar la calidad del agua (Barba, Lanza, Contreras, & González, 2013).

Estos organismos comprenden adultos y larvas de un conjunto de insectos, moluscos, crustáceos y anélidos. Esta macro fauna es importante para la biota debido a la transferencia de energía a través de los niveles tróficos (Mora, Magalhães, Blanco, & Belmonte, 2013).

Esta macro fauna es indicadora biológica de la contaminación o alteración en todos los ambientes acuáticos, debido a su presencia o ausencia en el medio (López & Martín, 2013).

Los macroinvertebrados acuáticos son de gran importancia en la descomposición de la hojarasca, debido a que estos organismos pueden acelerar la fragmentación y dejando de lado los compuestos químicos de la hojarasca (Eyes, Rodríguez, & Gutiérrez, 2012).

2.2 Características de los macroinvertebrados acuáticos encontrados (familias) y tipos de alimentación de los organismos (ordenes)

2.2.1 Planariidae

Son aplanadas y su color puede ser: amarillo, gris, pardo o negro con algunas manchas de diferentes tonalidades; en su cabeza cuentan con dos manchas oculares y también tienen una abertura que usan como ano y boca. Su hábitat son los lagos y ríos debajo de palos, hojas o piedras (Encalada, Ríos, Rieradevall, García, & Prat, 2011).

2.2.2 Oligochaeta

Son las denominadas “lombrices”, son largos gusanos en forma cilíndrica que tienen anillos. Su hábitad es variado ya que se encuentran en aguas estancadas como en aguas corrientes; algunos de ellos prefieren alojarse en el lodo o sedimentación suave y otros en la vegetación acuática, contienen altos porcentajes de polución orgánica (Encalada et al., 2011).

2.2.3 Hyalellidae

Este macroinvertebrado se encuentra en ríos, manantiales y en aguas subterráneas. Tiene un telson entero y dos apéndices en cada segmento del tórax; su tamaño varía de 2,5 a 20mm. Se puede diferenciar a los machos por su segunda pata mucho más grande que las demás (Encalada et al., 2011).

2.2.4 Baetidae

Comprende una familia de efímeras que tienen más o menos 900 especies; miden de 1 a 10mm de longitud y no cuentan con cola. Sus agallas abdominales son en forma acorazonada u ovalada; se diferencian los machos de las hembras por tener unos ojos potencialmente grandes. Su hábitad es en aguas rápidas, por debajo de hojas, rocas y adheridos a la vegetación; son excelentes nadadores (Encalada et al., 2011).

2.2.5 Leptophlebiidae

En América del Sur este macroinvertebrado pertenece a una de las familias más diversas, esta especie cuenta con branquias bifurcadas y tienen un tamaño entre 4 a 15mm. Su hábitad es en todo tipo de aguas y ríos desde el nivel del mar hasta 4500m de altura (Encalada et al., 2011).

2.2.6 Leptohiphidae

Tienen un tamaño de 2 a 10mm y solo están en América, cuentan con un tórax grande con patas cortas, no cuentan en el primer segmento abdominal con branquias, en cuanto en el segundo segmento abdominal sus branquias son operculadas que cubren a las branquias restantes. Su habitad es en ríos lentos y en muchos sustratos (Encalada et al., 2011).

2.2.7 Oligoneuriidae

Cuentan con un tórax robusto y tienen una doble fila de pelos en el cuerpo y en las patas anteriores su medida es de 10 a 25mm. Su habitad es en ríos con fondo arenoso, troncos y bastante vegetación de ribera (Encalada et al., 2011).

2.2.8 Hydropsychidae

Su tamaño varía entre 4 a 17mm y cuentan con un tallo central que tiene agallas abdominales muy ramificadas. Su habitad es de aguas con mucha corriente y bastante vegetación, esta familia tolera cierta contaminación y son indicadores de aguas eutróficas a oligotróficas (Encalada et al., 2011).

Estos macroinvertebrados logran construir casitas en forma de red para que puedan atrapar alimento (Dominguez & Fernández, 2009).

2.2.9 Glossomatidae

Cuentan con la uña de la pata anal que contiene cinco dientes en forma de conglomerado con una medida de 4mm, tienen un caparazón que se parece al de las tortugas y están compuestas de piedras que se pegan al sustrato. Su habitad es en ríos con mucha corriente y con mucho oxígeno, también son indicadores de oligotróficas (Encalada et al., 2011).

2.2.10 Leptoceridae

Cuentan con unas patas traseras que son prolongadas y tienen unas mandíbulas muy fuertes y grandes, con un tamaño de 7 y 15mm; con piedras,

hojas y arena ellos construyen sus caparazones o capullo de manera cilíndrica. Su habitat es en ríos lentos (Encalada et al., 2011).

2.2.11 Elmidae (Adulto)

Su tamaño es de 1 a 10mm, las antenas son más grandes que su misma cabeza y cuentan con patas con cinco segmentos. Su habitat es en ríos rápidos y con poca profundidad, tienen la capacidad de salir a la tierra solo en pocas ocasiones cuando son días calurosos (Encalada et al., 2011).

Son herbívoros, detritívoros y recolectores y pueden pegarse en troncos, grava, hojas o rocas cuando la corriente se los permite (Dominguez & Fernández, 2009).

2.2.12 Elmidae (Larva)

Suelen tener el mismo habitat que los adultos, cuentan con un abdomen duro con 9 segmentos y el ultimo cuenta con un opérculo ventral, su respiración es por medio de branquias anales y combinación cutánea, se puede decir que estas larvas no han sido muy estudiadas en Suramérica (Encalada et al., 2011). Su alimentación es a base de algas y su desarrollo es demasiado lento (de uno a dos años) (Dominguez & Fernández, 2009).

2.2.13 Ptilodactylidae (Larva)

Cuentan con un cuerpo cilíndrico y muy alargado, los macros adultos son definitivamente terrestres y tienen sifones terminales. Su habitat es en ríos que tienen enterrada en el sustrato, madera putrefacta u hojas en descomposición. Es escaso su estudio (Encalada et al., 2011).

2.2.14 Lampyridae (Larva)

Cuentan con un cuerpo aplanado y con una cabeza retráctil por dentro del tórax, estas especies pueden tener branquias pero solamente algunas. Su

habitat es en los ríos que tienen vegetación flotante. Estudio escaso (Dominguez & Fernández, 2009).

2.2.15 Scirtidae (Larva)

Su cuerpo es aplanado y alargado con antenas muy largas, su medida es de 5 a 15mm, los adultos de esta familia son terrestres. Su habitat es en ríos con corriente lenta y en el fitotelmata (Encalada et al., 2011).

2.2.16 Ceratopogonidae

Cuentan con los segmentos no divididos, el abdomen y el tórax no se encuentran diferenciados; su tamaño es entre 6 y 14mm. Su habitat es en aguas lólicas o lenticas (Encalada et al., 2011).

2.2.17 Chironomidae

Su cuerpo es alargado con doce segmentos abdominales que se ven bien definidos, cuentan con dos patas que les permiten el movimiento, pero en ciertas ocasiones pueden ser ausentes; su tamaño es de 2 a 10mm. Su habitat es en aguas lénticas o lólicas, en zonas con mucha materia orgánica que se encuentre en descomposición (Dominguez & Fernández, 2009).

2.2.18 Limoniidae

Cuentan con 2 o 5 lóbulos carnosos, a veces son siete, con un disco espicular o cúpula respiratoria que se encuentran en la extremidad trasera del cuerpo. Su habitat es en sustratos de piedra (Encalada et al., 2011).

2.2.19 Tipulidae

Cuentan con pelos y proyecciones carnosas en su cuerpo muy suave, su cabeza no es retráctil y en el último segmento cuentan con un disco espiracular, su tamaño es de 6 a 15mm. Su habitat es en ríos que tienen materia orgánica en descomposición (Encalada et al., 2011).

2.2.20 Tabanidae

Cuenta con un cuerpo con anillos que tienen pequeños tubérculos en los segmentos del tórax, su tamaño es de 20mm. Su habitad es en ríos que tienen aguas estancadas con vegetación descompuesta (Encalada et al., 2011).

2.2.21 Syrphidae

Ciertos macros de esta familia tienen forma de gusano que tienen cola muy delgada larga y ciertos que tienen propatas. Su habitad es en aguas limpias y contaminadas (Encalada et al., 2011).

- **Grupos alimenticios (orden)**

Dentro del Orden **Plecóptera** que son moscas de las piedras y cumplen un rol importante en la entomofauna dulceacuícola, porque cumplen funciones ecológicas en la descomposición y recirculación de nutrientes, ciertos organismos de este orden sirven como alimento de otros macroinvertebrados, se alimentan de ninfas carnívoras, habitan en aguas turbulentas y en lechos de grava (Alonso & Camargo, 2005).

En el orden de los **Dípteros**, su alimentación es a base de larvas filtradoras y raspadoras, se encuentran en aguas estancadas, algunos de ellos son: pupas, larvas acuáticas, adultos voladores (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008).

Dentro del orden **coleópteros**, son escarabajos y se alimentan de ninfas herbívoras y depredadoras (Gamboa et al., 2008).

El orden **Odonata**, son caballitos del diablo y libélulas que habitan en aguas quietas, se alimentan de ninfas depredadoras (Gamboa et al., 2008).

Dentro del orden **tricóptero**, son larvas acuáticas y se alimentan de ninfas herbívoras y depredadores, se encuentran en aguas quietas y también rápidas, son indicadores de aguas limpias (Gamboa et al., 2008).

En el orden de los **ephemerópteros**, se alimentan de ninfas herbívoras y se encuentran en ríos y lagunas, son indicadores de aguas limpias (Gamboa et al., 2008).

Los macroinvertebrados de orden **amphipoda**, se alimentan de pequeñas partículas en suspensión, gracias a su morfología ingieren estas partículas con materia orgánica, y algas microscópicas. Este tipo de macroinvertebrados son una fuente de alimento para diferentes especies de peces (Guerra, Sánchez, & García, 2015).

Hablando del orden **Tricladida**, son depredadores y sirven como alimento de larvas de odonatos; son consumidores de restos orgánicos y componentes de perifiton, estos varían su práctica alimenticia según las condiciones de su hábitat (Muñoz & Vélez, 2007).

Grupos Dietarios:

Se clasificó a los macroinvertebrados según sus familias y orden al que pertenecen, dando a conocer el tipo de alimentación de los mismos según los grupos dietarios de la siguiente forma:

- **Fragmentadores:** se alimentan de materia orgánica con partículas gruesas (Eyes et al., 2012).
- **Colectores:** se alimentan de materia orgánica con partículas más finas. **Colectores-Filtradores:** se alimentan de pequeñas partículas orgánicas en suspensión. **Colectores-Recogedores:** se alimentan de las partículas del fondo del río, presentan adaptaciones en su morfología como pre mandíbulas con filamentos, su tamaño puede llegar a 1mm de diámetro, a este grupo pertenecen numerosas especies de dípteros y tricópteros. Se tienen además los que tejen redes, con seda sintetizada por ellos, y al ponerlas en contracorriente retienen su alimento (Gamboa et al., 2008).

Existen otros tipos de macro invertebrados que su régimen alimenticio es a base de animales vivos y son considerados como:

- **Depredadores:** Su alimentación es a base de tejidos animales, además de otros invertebrados o pequeños alevines de peces y renacuajos que

mediante el asecho o deslizándose atrapan su presa (Alonso & Camargo, 2005).

- Raspadores: Se alimentan a base de algas mediante perifiton, que es el que se forma mediante algas microscópicas autótrofas, de bacterias y hongos, para que por medio de las mandíbulas consigan arrancar el alimento (Alonso & Camargo, 2005).

Dentro de los ríos altoandinos se encuentran macroinvertebrados que se alimentan de restos vegetales en descomposición que vienen exclusivamente de la vegetación de ribera, conociéndolos como:

- Desmenuzadores: son anfípodos o pequeños crustáceos, tricópteros o plecópteros, su función es descomponer la materia de partículas gruesas a finas de tal manera que puedan ser utilizadas por otros macroinvertebrados (Gamboa et al., 2008).

En los ríos altoandinos al existir una fotosíntesis limitada existe una predominancia de fragmentadores y colectores que se alimentan de desechos de materia orgánica de la hojarasca que cae de la ribera, la limitación de fotosíntesis define a los ecosistemas como heterotróficos y por eso se produce la escases de macroinvertebrados del orden raspadores, la abundancia de fragmentadores ayuda en la descomposición de las hojas o materia orgánica, siendo la fuente de energía en estas zonas acuáticas (Alonso & Camargo, 2005).

2.3 Definición de ríos alto andinos en ecuador y condiciones ambientales de los mismos

Los ríos altoandinos al estar ubicados en determinadas zonas biogeográficas, están expuestos a la ausencia o disminución de las estaciones climáticas, provocando una disminución en la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos, en estos ríos es muy frecuente encontrar larvas de dípteros de la familia chironomidae (Prat, González, & Ospina, 2014).

Las condiciones ambientales de los ríos alto andinos abarcan varios factores como, el cambio de uso de suelo generado por la ganadería o la agricultura de

la zona afectando el ecosistema y los recursos naturales, sabiendo que las aguas de los ríos están sometidas a contaminación directa por las aguas residuales provenientes de las casas de los residentes de la zona (Coello, Ormaza, Recalde, & Rios, 2013). La mayor amenaza a la biodiversidad de la zona es la falta de hábitat provocada por la deforestación, provocando que los ríos se contaminen (Calles, 2007).

Uno de los cambios ambientales importantes es la disminución de la velocidad y profundidad en los ríos, que llevan a la formación de algas en mayor cantidad, disminuyendo la fauna bentónica provocando efectos sobre los macroinvertebrados acuáticos, disminuyendo la riqueza y diversidad de organismos vivos (Ferraro, 2007).

Otro factor importante es la altitud, porque influye en la variación de diversos aspectos ambientales como la temperatura, oxígeno disuelto, presión atmosférica, pH, conductividad eléctrica, estos factores pueden verse afectados por la actividad humana (Mejía, Villamarín, & Villamarín, 2015), así como también por la ubicación en cuanto a la circulación del aire y condicionamiento del clima (Villamarín, Prat, & Rieradevall, 2014).

2.4 El papel de la vegetación de ribera en la descomposición de hojas – descomposición de materia orgánica

La vegetación de ribera es parte fundamental en la estructura de un río gracias a su aporte de materia orgánica, esta vegetación junto con las características internas del río cumplen su trabajo en la cadena trófica y en la formación de comunidades de especies (Morelli & Verdi, 2014). Este proceso aporta con un 99% de energía al río, por esto podemos decir que este tipo de estudios son importantes en ríos pequeños con bastante vegetación de ribera, debido a que cuando entran las hojas al río comienza el proceso de descomposición ya sea por factores físico químicos, biológicos o mecánicos que aprovechan este material (Eyes et al., 2012).

En la mayoría de ríos la actividad antrópica ha producido deforestación y en algunos casos la introducción de especies exóticas, lo que ocasiona cambios

en la calidad de la vegetación de ribera (Capps, Ng, & Strickland, 1894), por otro lado en los cambios del uso del suelo que se dan por la contaminación agroquímica provocan un deterioro en la calidad de suelo (Morelli & Verdi, 2014).

Según la bibliografía podemos considerar que el río Alambí posee una continuidad de ribera (continuo), mientras que el río Pichán posee una ribera de manchas aisladas (Encalada et al., 2011).

2.5 Características de la hojarasca

Para este estudio como parte fundamental del proceso se escogió a la hoja de Chilca como la materia orgánica a descomponer, por lo que se dan a conocer algunas características importantes:

Las hojas de chilca son de gran abundancia y se las consigue fácilmente ya que las encontramos en las orillas de los ríos y en la mayoría de vegetación, su nombre científico es el *Baccharis latifolia* (Tabla 1), en cuanto a su morfología, estas son simples, pegajosas con tres nervaduras, además presentan un aroma característico de esta clase de planta. Dichas hojas se las usa mucho en el ámbito terapéutico como tónico antidiarreico, antidiabético, antiinflamatorio (Suárez & Mejía, 2015).

Esta planta es nativa de la Sierra del país, y crece preferentemente en climas fríos, siendo importante para la agroforestería por reunir las siguientes características:

- Son tolerantes a las heladas y sequías
- Crecen de forma rápida
- Tienen la capacidad de propagarse por semillas (livianas)
- Es productora de leña y forraje
- Es buena aportadora de materia orgánica al suelo (Fernández, 2014).

Es importante mencionar la clasificación sistemática de la chilca:

Tabla 1.

Clasificación Sistemática de la Chilca

Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamas
Clase	Metaclamides o simpétalas
Orden	Campanuladas
Familia	Asteráceas o compositae
Nombre científico	Baccharis latifolia
Nombres comunes	Chilca negra, yana chilca

Tomada de: (Fernández, 2014)

2.6 Descomposición de materia orgánica en ríos y velocidad de descomposición

La descomposición de materia orgánica es uno de los procesos más importantes en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. La descomposición de la hojarasca constituye un proceso ecosistémico de gran importancia con la influencia de los macroinvertebrados y microorganismos presentes en el proceso (Rossell, 2005).

En los ríos la materia orgánica proveniente de la vegetación de ribera es importante ya que es uno de los puntos mayoritarios en la facilidad de brindar un hábitat a ciertos macroinvertebrados, además de ser fuente de alimento y participar en la transferencia de materia y energía en estos ecosistemas acuáticos (Capello & Marchese, 2004).

Se estipula que en las regiones templadas, tropicales y poco húmedas la descomposición de materia orgánica, los hongos y microbios pueden ser más importantes en este proceso que los mismos macroinvertebrados (Mark & Andersen, 2007).

Existen varias metodologías para poder calcular la velocidad de descomposición de la hojarasca en las fuentes de agua (ríos) y estas metodologías son sugeridas como una medida integrada del estudio para

catalogar la salud de los ecosistemas acuáticos (Phillips, Anderson, & Schapire, 2006). Este tipo de estudios y trabajo realizado en campo y laboratorio desempeña un importante rol ecológico que guarda y genera información para próximas investigaciones, aportando a que las siguientes acciones a tomar en aquellos ecosistemas acuáticos sean realizadas responsablemente con un manejo adecuado de la zona (Eyes et al., 2012).

Las velocidades de descomposición de las hojas podrían diferir de acuerdo a la especie, por este motivo se tendría gran variedad alimentaria por vario tiempo (Petersen & Cummins, 1980). Las velocidades de descomposición para la mayoría de materia orgánica varía según algunos factores ambientales como la temperatura del agua, la disponibilidad de nutrientes, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, entre otros factores (Galizzi & Marchese, 2007). Esta descomposición de la materia orgánica es más efectiva cuando existen macroinvertebrados trituradores en los ríos (Luna, 2016).

La descomposición de la materia orgánica en los sitios donde no existe macrofauna trituradora, es probable que se produzca gran cantidad de actividad microbiana. En las zonas templadas como en las tropicales la descomposición se realiza por medio de los hongos y de forma contraria en las zonas altas donde los trituradores son los que predominan el proceso (Petersen & Cummins, 1980).

2.7 Actividades antrópicas de las zonas de estudio

Dentro de la zona en la que se realizó el estudio se encuentra el río Pichan cuyo caudal es aprovechado por la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento de Quito para consumo de los habitantes del sector, podemos mencionar que gracias al sistema de captación que existe ha influenciado en el río y ahora solo se tiene una vertiente pequeña provocando efectos sociales en Nono (Figueroa, 2013).

La principal fuente de economía de San Miguel de Nono son las actividades ganaderas y agrícolas de la gran mayoría de haciendas y casas del sector, en cierto momento sobre los años ochenta esta actividad se veía perjudicada por

la esterilización del suelo ya que se aumentó el mal uso de químicos (Burch, 2007), los hacendados y moradores de la zona al realizar una adecuada tecnificación y con el uso de mejores pastos se podían ganar más beneficios al librarse de manos campesinas y a su vez, tener más ganado y mayor producción de leche (Burch, 2007). Es por todas estas actividades que se ve afectado el río Pichan manteniendo cierta contaminación y proliferación de enfermedades que afectan a los moradores de la zona al no ser identificadas y controladas a tiempo (Rivadeneira, 2015).

La parroquia de Nono al estar en su ubicación presenta bastante vegetación y también cuenta con una zona montañosa a sus alrededores dando a conocer que tiene riquezas forestales y minerales (González, 2010). Sus atractivos y diversiones, lo hacen uno de los sitios turísticos más llamativos y visitados del cantón y el país, posee una vegetación de zona fría variada en cuanto a plantas de medicina y también decorativas (Atiencia, 2012). Dentro de las actividades que se realizan en la zona tenemos, empresas artesanales para las mujeres del lugar que funciona en el antiguo centro de salud, además de la visita de turistas por los atractivos en cuanto a la biodiversidad de especies principalmente por las aves del lugar (González, 2010).

Con referencia a la deforestación en la zona planteada (San Miguel de Nono), viene afectando a la población puesto que no se la realiza con requerimientos de salud y de manera sustentable para los moradores de la zona, sabiendo que se han implantado varios tipos de árboles como: ciprés, pinos que son muy requeridos al momento de vender madera, por todo esto a inicios de los noventa se producía una tala indiscriminada de los bosques de esta parroquia para hacer carbón natural a partir de la madera o para venderles a algunas de las fábricas de fósforos existentes, esto se reguló y hoy por hoy se mantiene una vegetación buena que ayuda al suelo (INEC, 2011).

La parroquia de Nono cuenta con buenas actividades agropecuarias gracias a su suelo fértil por erupciones de los volcanes en el pasado, la población aledaña se dedica a cultivar productos como: maíz, cebada, frejol, entre otros, y se han creado invernaderos para rosas provocando el aumento de la economía de la zona conjuntamente con la crianza de truchas. Principalmente

lo que se requiere es mantener un ecosistema capaz de suministrar productos agrícolas para consumo de la población de Nono en un futuro y que sean fuentes de economía (González, 2010).

2.8 Factores físico químicos en los ríos

Es importante medir los factores físico químicos en los puntos determinados debido a que pueden ser una variable para la distribución de los macroinvertebrados acuáticos presentes en el estudio, así como también estos organismos pueden ser sensibles a algún factor como a la conductividad, el pH o la temperatura que pueden influir en la comunidad de macroinvertebrados (Morelli & Verdi, 2014). Estos factores medidos también nos permiten describir el hábitat in situ que fue analizado, usando aparatos portátiles de fácil utilización (Benstead, Road, & El, 2015).

En el caso del parámetro de la conductividad se tomó en cuenta debido a que controla límites permisibles en gran variedad de industrias con procesos químicos y también en la agricultura, esta variable es la que conduce la energía o calor de las sustancias y depende de las sales disueltas que se encuentren en el agua del río (Carrasco, Ramírez, & Vogel, 2007). Por otro lado se midió el pH que nos proporciona la actividad del potencial de iones de H, que nos ayuda a tener una referencia de la calidad del agua estudiada, indicándonos el valor de acidez o alcalinidad debido a que los organismos están sujetos a este parámetro, funcionando mejor en rangos establecidos (Peña, Rubalcaba, Fernández, Hernández, & Pérez, 2006). Por último la temperatura del agua es otro factor importante porque para el proceso de descomposición de la hojarasca existen estudios en los que explican que en temperaturas elevadas la degradación es mayor, mientras que en aguas frías el proceso de descomposición es más lento, la intención es comprobar esta hipótesis (Luna, 2016).

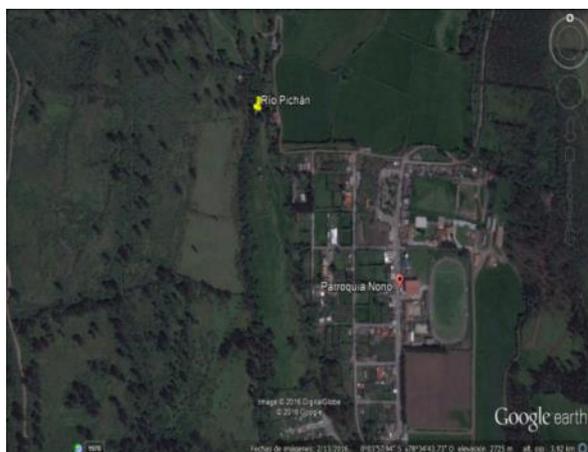
3. METODOLOGÍA

La parte experimental de este estudio de fin de carrera fue realizado en campo en el río Alambí y Pichán, mientras que la continuación se la realizó en el laboratorio del CIEDI de la Universidad de las Américas.

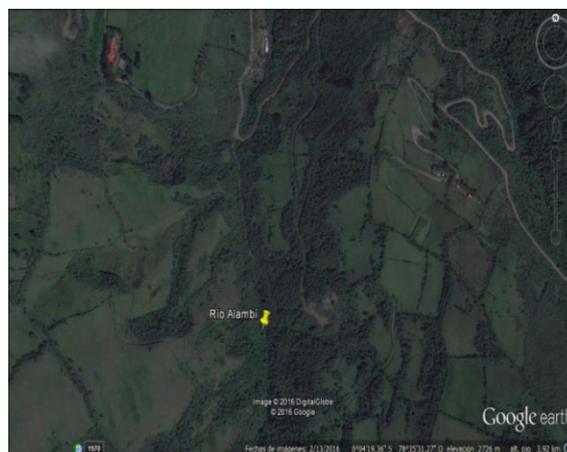
3.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en la parroquia de Nono que se encuentra a 18km de Quito, exclusivamente en los ríos de Alambí y Pichán (Tabla 2) (Rivadeneira, 2015).

El Río Pichan (Figura 1) tiene una superficie de 10.132 ha (Gonzáles, 2010), este río cruza la parroquia de Nono y es el que presenta mayor contaminación antrópica por las actividades ganaderas y agrícolas de la zona; su bosque de ribera es escaso por la deforestación que se ha realizado como fuente de economía para la parroquia. El Río Alambí (Figura 1) tiene una superficie de 7.504 ha (Gonzáles, 2010), este río tiene mayor vegetación de ribera considerándolo de manera continua ya que tiene poca contaminación antrópica y mantiene un mejor estado de conservación.



Río Pichán



Río Alambí

Figura 1. Fotos Satelitales de los ríos

Adaptado de: Google Earth

3.2 Selección de puntos de experimentación

Los puntos escogidos de experimentación para la colocación de los leaf packs fueron ubicados en la zona alta, media y baja de cada una de las cuencas. El río Pichán es el más cercano a la población de Nono, por lo que los puntos fueron ubicados desde el comienzo de la urbe hasta su final. El río Alambí se encuentra alejado del pueblo de Nono, y sus puntos fueron colocados en el lugar principal que corta la carretera con el río (Tabla 2).

Tabla 2.

Coordenadas de los puntos de experimentación

ALAMBÍ			PICHÁN		
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ALTITUD (m)		UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ALTITUD (m)
P1	S 00°04'17.5" W 078°35'35.4"	2521	P1	S 00°04'45.9" W 078°34'25.4"	2684
P2	S 00°04'15.0" W 078°35'35.7"	2652	P2	S 00°04'46.0" W 078°34'25.3"	2686
P3	S 00°04'13.7" W 078°35'36.3"	2570	P3	S 00°02'45.7" W 078°35'47.3"	2598

3.3 Caracterización fisicoquímica de los ríos

Previo a los análisis del lugar, se tomaron las mediciones fisicoquímicas del agua de los ríos en los puntos determinados. En los sitios donde se colocó los leaf packs, se realizó mediciones de pH, conductividad, y temperatura, usando equipos portátiles (Figura 2). Por medio de un GPS se tomó la ubicación específica de los ríos y de las diferentes zonas donde se encontraban los leaf packs de estudio separadamente.

Leaf packs: este término inglés fue usado debido a que no existe una sutil traducción a las bolsas de experimentación.



Figura 2. Equipos portátiles de medición de parámetros físicoquímicos

3.4 Experimentación de la descomposición de la hojarasca

Debido al tiempo de experimentación muy corto se escogió la planta que más rápido se descomponga, en este caso es la chilca porque es la planta de menor dureza ($82,07 \pm 5,91 \text{ g/mm}^2$), su nombre científico es *Baccharis latifolia* que pertenece a la familia Asteraceae (Tabla 1). También porque es la especie vegetal más abundante encontrada en la zona y en la ribera de los ríos estudiados (Fernández, 2014).

El ensayo consistió en la recolección de las hojas de chilca en cada ribera de los ríos, sin tallos y de un mismo tamaño que fueron colocadas en fundas plásticas para llevarlas al laboratorio de Ambiental de la UDLA, donde se las dejó secar durante 1 día (24 horas) en bandejas de metal. Luego las hojas listas fueron pesadas en una balanza analítica (5 gramos), para su posterior colocación en las mallas (figura 3), este tipo de malla es utilizado porque por medio de los agujeros (radio de 0,5cm), los macroinvertebrados acuáticos pudieron entrar y alimentarse del material orgánico. En cada leaf pack se colocó la misma cantidad de hojas secas (5 gramos) y fueron amarradas con hilo nylon para evitar que se abran las fundas de experimentación (Figura 3).



Secado de hojas



Pesaje de hojas (5kg)



Empaquetado de hojas

Figura 3. Proceso de realización de fundas de hojarasca (experimentación)

En cada río se colocó 3 puntos de experimentación, con 3 repeticiones cada uno, en estas repeticiones se colocó 5 leaf packs, es decir, 90 leaf packs en total (45 para cada río). Siguiendo la metodología de Encalada 2010 los leaf packs listos fueron colocados en zonas de poca profundidad y fueron amarrados a estacas resistentes de madera que evitó su pérdida (Figura 4).





Figura 4. Proceso de colocación de estacas con las muestras

Se colocó cinco leaf pack en cada repetición, debido a que se tomó cinco tiempos de análisis para cada río, y cada uno de los leaf packs fueron retirados cada 7 días, es decir el primero al día número 5, el segundo al día número 12, el tercero al día 19, el cuarto al día 26 y el quinto al día 33 (Tabla 3); cada tiempo con cada réplica, tiene su propia velocidad de descomposición que fue analizada.

Tabla 3.

Tiempos y fechas de experimentación

COLOCACIÓN DE MUESTRAS	5 DE OCTUBRE DEL 2016	TIEMPO (Días)
PRIMERA MUESTRA	10 DE OCTUBRE DEL 2016	5
SEGUNDA MUESTRA	17 DE OCTUBRE DEL 2016	12
TERCERA MUESTRA	24 DE OCTUBRE DEL 2016	19
CUARTA MUESTRA	31 DE OCTUBRE DEL 2016	26
QUINTA MUESTRA	7 DE NOVIEMBRE DEL 2016	33

Cuando se retiró cada leaf pack, se trasladó al laboratorio en fundas de plástico (ziploc) (Figura 5), donde cada leaf pack fue aplicado a un ligero chorro de agua, es decir, a baja presión con la utilización de una piseta que logró quitar los sedimentos (Figura 6). Luego se colocó en una bandeja blanca de plástico con agua para poder remover a los macroinvertebrados acuáticos que se

encontraban en cada leaf pack, con la ayuda de pinzas. Los macroinvertebrados recogidos por las pinzas fueron almacenados en frascos con alcohol al 70%. A continuación las hojas limpias fueron colocadas en bandejas de aluminio donde se secaron por un día (24 horas) al aire en condiciones ambientales (Figura 6). Después se procedió a llevarlas al horno por otras 24 horas a una temperatura de 90°C, colocadas en cápsulas. Posteriormente fueron pesadas en una balanza para obtener el cálculo de biomasa seca (Figura 7) (Moretti et al., 2007).

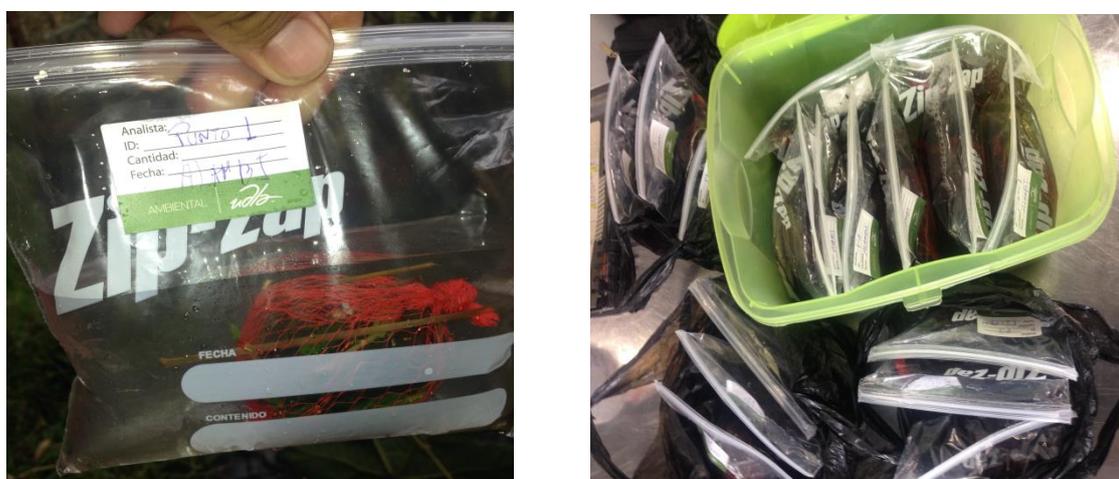


Figura 5. Traslado de muestras al laboratorio

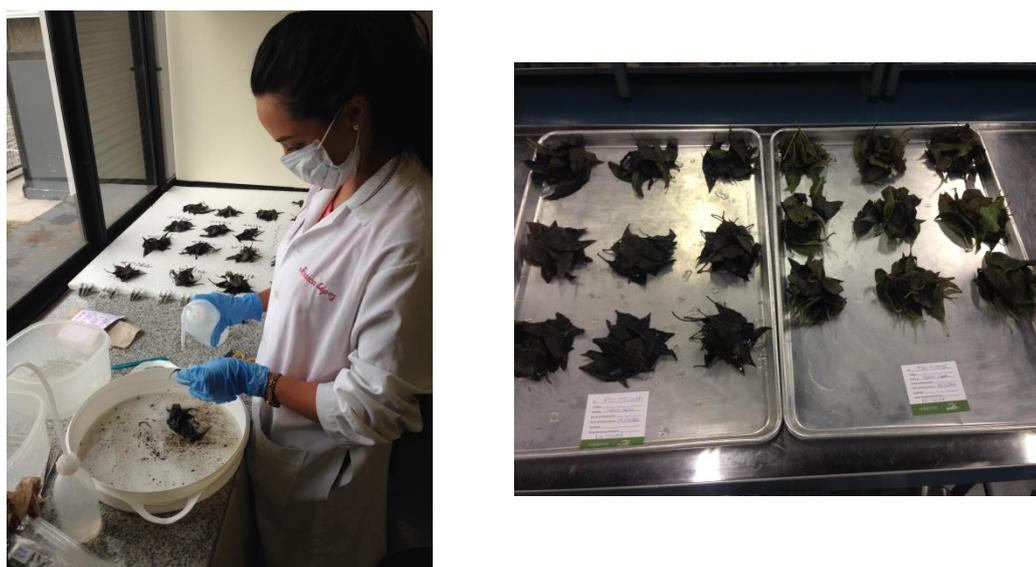


Figura 6. Proceso de recolección de macroinvertebrados y secado de hojas

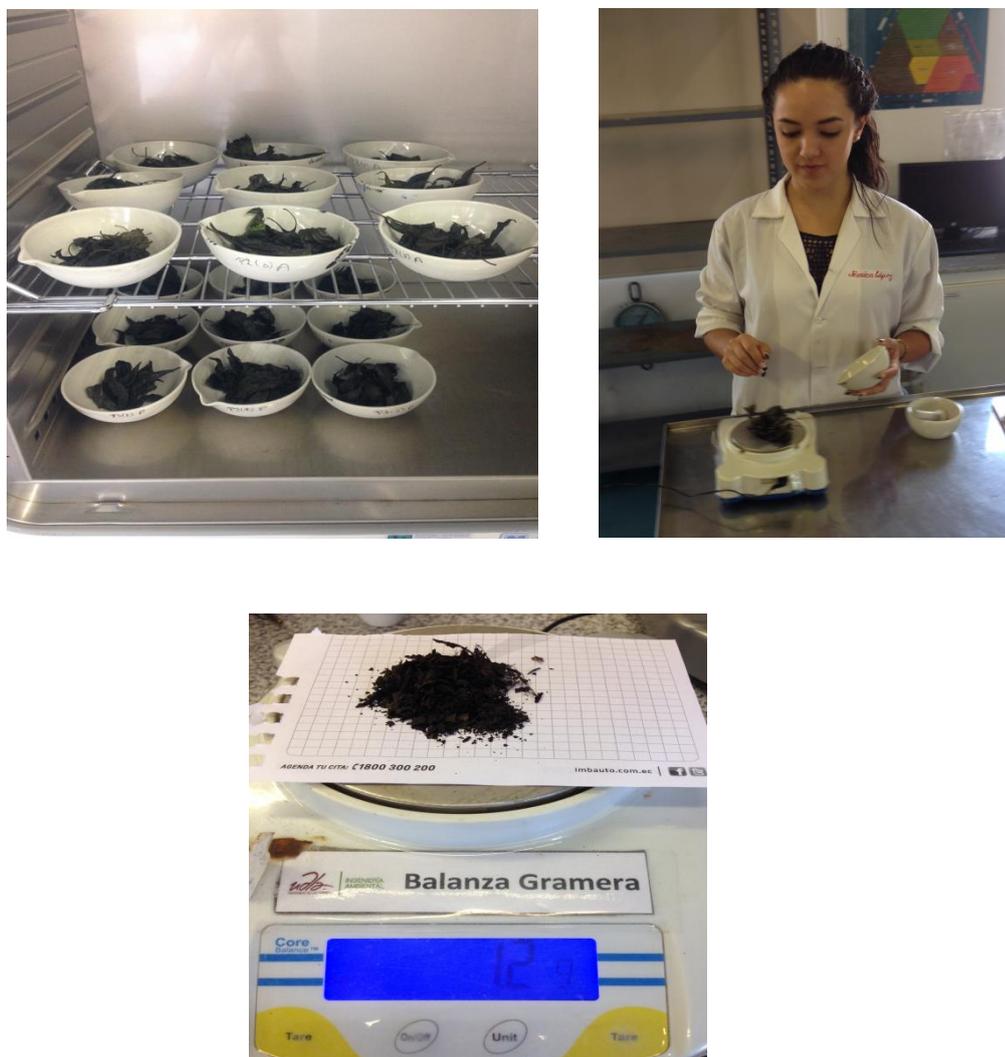


Figura 7. Proceso de secado en la estufa y pesaje de hojas secas

A continuación los residuos de hojas que salieron de la estufa ya libres de humedad, fueron trituradas en un mortero y se colocaron en crisoles. Luego fueron llevados los crisoles a la mufla durante 4 horas a una temperatura de 550°C (Figura 8), para a continuación, poder calcular el contenido de masa seca libre de ceniza que la denominamos AFDM así como también se pudo obtener el porcentaje que fue la pérdida de masa por descomposición %AFDM (Portón, 2012).



Figura 8. Proceso de trituración para pasar a la mufla y pesaje del peso libre de ceniza

Para calcular la biomasa se realizó la diferencia de los valores: pesos obtenidos luego de la estufa, menos los valores obtenidos luego de la mufla que son igual al peso libre de cenizas AFDW. A continuación se realizó el cálculo con la siguiente fórmula, y se obtuvo nuestras velocidades de descomposición:

$$K = -\ln(\%R / 100) \cdot t^{-1}$$

Dónde:

R = peso del material remanente (%AFDM). Es la diferencia de pesos a 90°C con los de 550°C, y el porcentaje obtenido comparándolo con el peso inicial de las hojas secas.

t = tiempo pasado en días

k = coeficiente que indica la velocidad de descomposición. (Giancarlo y Prato, 1977).

Para la interpretación de k (velocidad de descomposición) se tiene que si: $k > 0.010$ fue rápida; $0.005 < k < 0.010$ fue media y cuando $k < 0.005$ fue lenta, según Petersen & Cummins, (1980).

3.5 Identificación de macroinvertebrados acuáticos de la hojarasca

Las especies fueron almacenadas en frascos con alcohol al 70% para su conservación (Figura 9), posteriormente fueron analizadas e identificadas a nivel de familias con la ayuda de un estereoscopio, en base a las guías de Domínguez & Fernández, (2009) y al Protocolo simplificado y Guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos Andinos (CERA-S) de Encalada (2011) y se calculó la abundancia de macroinvertebrados acuáticos de cada leaf pack.

En la clase insecta, malacostraca y tubellaria se determinó primero su orden, para poder llegar a nivel familiar, mientras que Oligochaeta se llegó solamente a nivel de clase.



Figura 9. Identificación de macroinvertebrados y etiquetado de familias

3.6 Análisis de datos

Para determinar las velocidades de descomposición se utilizó la fórmula de K anteriormente explicada y con aquellos datos se pudo realizar nuestro debido análisis, luego se realizó un ANOVA factorial para su comparación (Prat, Ríos, Acosta, y Rieradevall, 2006).

Para realizar el análisis de datos de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, se calculó los parámetros de la comunidad que son: Riqueza de especies (S) y Abundancia (N), donde S fue el número de familias presentes y N es el número total de individuos (Aguirre, 2012).

También se realizó una comparación de cambios de abundancia de familias respecto al tiempo, con los macroinvertebrados más representativos en cada río y se determinó sus altos y bajos según transcurre cada uno de los períodos.

En el ANOVA se consideró que cuando el valor F es mayor a 1 significa que las medias muestrales son distintas, mientras que si es menor las medias no son distintas. Al tomar en cuenta el valor Sig. cuando este es igual o menor a 0,05 significa que si hay diferencias significativas, en tanto, cuando Sig. es mayor a 0,05 no hay diferencias significativas. Por último se realizó el análisis TUKEY que refuerza el ANOVA de cada tratamiento con las variables analizadas, que nos confirma las diferencias significativas (Aguayo, 2007).

4. RESULTADOS

4.1 Parámetros fisicoquímicos de los ríos

De acuerdo a los datos medidos de los factores fisicoquímicos de los dos ríos, estos indicaron claramente que no existe un cambio significativo en ellos. Los valores de pH de los dos ríos en los diferentes puntos evaluados, varían entre 6,3 a 7,3 (Tabla 4), teniendo un cambio poco significativo; al analizar la temperatura de los dos ríos, se obtuvo que sus valores son más bajos en el río Alambí que en el río Pichán pero solo con una diferencia de aproximadamente

un grado centígrado, los valores varían de 13,23°C a 16,1°C (Tabla 4). El último parámetro medido fue la conductividad eléctrica, el río Alambí tiene una menor conductividad mientras que los valores del Río Pichán son mayores, este parámetro tiene una distinción de valores que van de 85,67 μS a 174,67 μS (Tabla 4).

Tabla 4.

Valores de parámetros Físico Químicos

	ALAMBÍ			PICHÁN		
	pH	Temp. (°C)	Conductividad (μS)	pH	Temp. (°C)	Conductividad (μS)
1er Tiempo	6,33	13,23	95,33	6,56	14,47	170,67
2do Tiempo	6,53	14,67	85,67	6,77	15,37	95,67
3er Tiempo	6,63	14,3	73,33	6,8	16	125
4to Tiempo	7,3	15,33	122,67	7	16,1	103
5to Tiempo	7,3	14,83	122,67	7,1	15,93	174,67

4.2 Velocidad de descomposición (k)

La velocidad de descomposición de hojarasca en los dos ríos, como era de esperar, mostró un decrecimiento de la masa de la materia orgánica a medida que el tiempo transcurría. Los datos indicaron que en el río Alambí, en un período de 19 días la descomposición fue más rápida que en el río Pichán, y a partir de los análisis del día 26 en el río Pichán se acelera levemente la descomposición.

Los figura 10 indican que la mayor velocidad de descomposición en el río Alambí se encuentra en el día 5, al igual que en el río Pichán, por consiguiente el leaf pack del siguiente valor es del día 12 en los dos ríos; en estos gráficos se encuentran incluidos los valores de los tres puntos de cada río con las réplicas aplicadas (Figura 10).

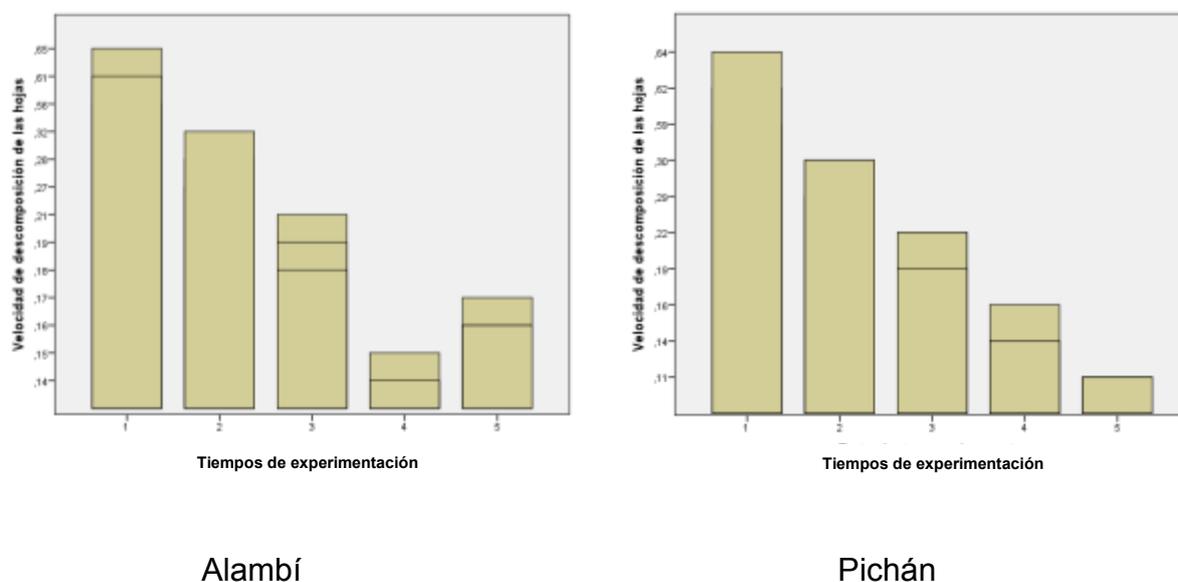


Figura 10. Velocidad de descomposición de la hojarasca en los períodos de experimentación

En el análisis ANOVA de comparación de la descomposición de hojarasca entre los dos ríos se obtuvo un valor de F de 0,003 que es menor a 1 diciendo que las medias muestrales no son distintas en este caso; por otro lado el valor de significación observado Sig. es igual a 0,959 que es mayor a 0,05 indicando que no hay diferencias similares entre el río Pichán (1) y el río Alambí (2) (Tabla 5).

Tabla 5.

Anova de comparación de la Descomposición entre el río Pichán y Alambí

ANOVA					
Descomposición Alambí vs Pichán					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre Grupos	0	1	0		
Dentro de Grupos	0,942	28	0,034	0,003	0,959
Total	0,942	29			

En el gráfico 11 se observa claramente que no existe mucha diferencia entre los dos ríos; el río Alambí (2) tiene una leve elevación a comparación del Pichán (1), pero podríamos concluir que no es significativa, estos datos incluyen todas las réplicas de cada punto estudiado en cada uno de los ríos. Los valores de descomposición del río Alambí van decreciendo un poco más rápido con el tiempo a comparación del río Pichán (Figura 11).

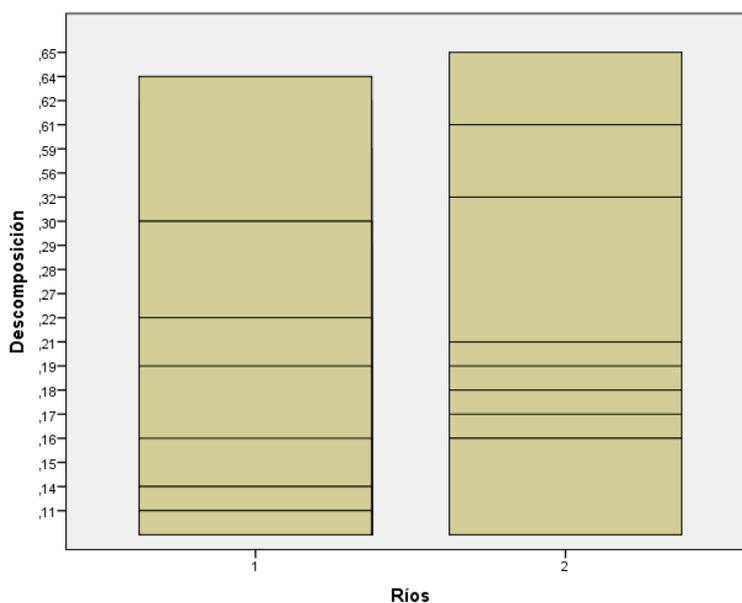


Figura 11. Comparación de la Descomposición entre el río Pichán (1) y el Alambí (2)

4.3 Identificación de macroinvertebrados (clase, orden y familia)

4.3.1 Composición de la comunidad

En el río Alambí se obtuvo similitud en las familias de macroinvertebrados en el tiempo, la familia que predominó fue Leptoceridae, seguida de Hyalellidae y luego Perlidae, mientras transcurrió el tiempo la abundancia de la familia que aumentó significativamente fue Leptophlebiidae (Tabla 6). En el río Pichán la clase más representativa fue Oligochaeta, seguido de la familia Chironomidae y luego Ceratopogonidae; en el último leaf pack apareció de manera significativa la familia Planariidae (Tabla 6), a nivel familiar los demás individuos que

estuvieron presentes tuvieron gran variedad, apareciendo y desapareciendo en el lapso de tiempo.

Se realizó una comparación entre la variedad de organismos de los dos ríos, se obtuvo que existe una similitud de familias, a excepción de las siguientes que solo se encontraron en el río Alambí y fueron: Elmidae (larva), Ptilodactylidae (larva), Tabanidae, Limoniidae, Leptohiphidae, Empididae, Hydropsychidae; mientras que las familias que solo se encontraron en el río Pichán fueron: Syrphidae, Psychodidae, Lampyridae (larva) y Planariidae (Tabla 6).

Tabla 6.

Identificación de macroinvertebrados acuáticos en el río Pichán y Alambí

CLASE	ORDEN	FAMILIAS (ALAMBÍ)	FAMILIAS (PICHÁN)	HABITAT
INSECTA	COLEOPTERA	Scirtidae (larva)	Scirtidae (larva)	Ríos con corriente lenta y en el fitotelmata
		Elmidae (adulto)	Elmidae (adulto)	Ríos rápidos y con poca profundidad
		Elmidae (larva)		Ríos rápidos y con poca profundidad
		Tabanidae		Ríos que tienen aguas estancadas con vegetación descompuesta
		Limoniidae		En sustratos de piedra
		Ptilodactylidae (larva)		Ríos que tienen enterrada en el sustrato, madera putrefacta u hojas en

		Lampyridae (larva)	descomposición Ríos que tienen vegetación flotante
EPHEMEROPTERA	Oligoneuriidae	Oligoneuriidae	Ríos con fondo arenoso, troncos y bastante vegetación de ribera
	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Todo tipo de aguas y ríos desde el nivel del mar hasta 4500m de altura
	Baetidae	Baetidae	Aguas rápidas, por debajo de hojas, rocas y adheridos a la vegetación
	Leptohyphidae		Ríos lentos y en muchos sustratos
DIPTERA	Tipulidae	Tipulidae	Ríos que tienen materia orgánica en descomposición
	Chironomidae	Chironomidae	Aguas lénticas o lóaticas, en zonas con materia orgánica en descomposición
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	Aguas lóaticas o lenticas

		Empididae		Ríos poco profundos con materia orgánica
			Psychodidae	Aguas con abundante materia orgánica
			Syrphidae	Aguas limpias y contaminadas
	TRICOPTERA	Leptoceridae	Leptoceridae	Ríos lentos
		Glossosomatidae	Glossosomatidae	Ríos con mucha corriente y con mucho oxígeno
		Hydropsychidae		Aguas con mucha corriente y bastante vegetación
	PLECOPTERA	Perlidae	Perlidae	Aguas turbulentas y en lechos de grava
MALACOSTRACA	AMPHIPODA	Hyalellidae	Hyalellidae	Ríos, manantiales y aguas subterráneas
TURBELLARIA	TRICLADIDA		Planariidae	Lagos y ríos, debajo de palos, hojas o piedras
OLIGOCHAETA				Aguas estancadas como en aguas corrientes

4.3.2 Gráfico de los macroinvertebrados representativos vs el tiempo en el río alambí

La familia más representativa del río Alambí fue Leptoceridae que tiene la mayor abundancia de organismos vivos y presentan una curva en la que nos indica que en el tercer leaf pack al día 19 hubo un crecimiento representativo de especies con un total de 724 individuos; la siguiente familia fue Hyalellidae que sufre un cambio ascendente de individuos obteniendo su pico más alto en el quinto leaf pack al día 33 que se tuvo 81 macroinvertebrados; hablando del tercer grupo más representativo que fue el Perlidae que sufre un cambio ascendente y luego baja de una manera prudente, obteniendo su pico más elevado de 43 individuos en el tercer leaf pack al día 19 (Figura 12).

Este resultado se ve reflejado debido a que los más representativos (Leptoceridae) se encuentran en este tipo de aguas rápidas y su alimentación es de ninfas depredadoras o herbívoras y aceleran el proceso de descomposición en la hojarasca, este tipo de Tricópteros son importantes en nuestro análisis por sus características notables, que son indicadores de aguas limpias, debido a que este río tiene poca contaminación antrópica (Gamboa et al., 2008).

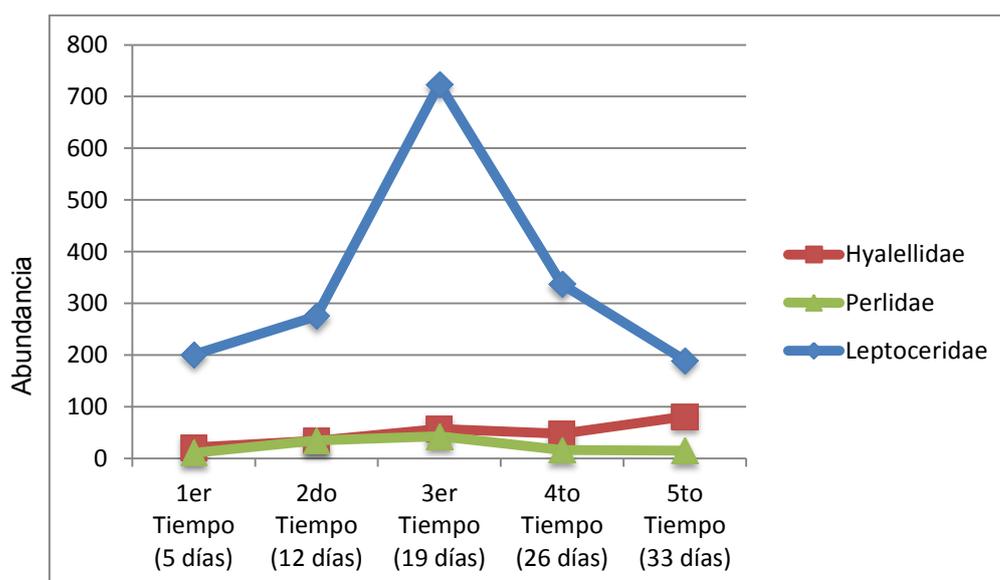


Figura 12. Familias representativas del Alambí vs Tiempo

4.3.3 Gráfico de los macroinvertebrados representativos vs el tiempo en el río pichán

En el río Pichán la clase más representativa fue Oligochaeta que cuenta con una gran abundancia y su cantidad es ascendente con el tiempo, que comienza con un total de 106 individuos en el primer leaf pack al día 5 y termina con un total de 205 individuos en el leaf pack número cinco al día 33; la segunda familia representativa fue Chironomidae que cuenta con una curva diversa debido a que comienza al día 5 con una gran cantidad de individuos con un total de 122 y baja de una manera estricta en su segundo leaf pack al día 12 a un total de 3 individuos, para luego subir en el siguiente leaf pack al día 19 con 51 macroinvertebrados y por consiguiente se maneja de manera descendente terminando en 22 organismos vivos al día 33. La tercera familia representativa fue Ceratopogonidae que se maneja de manera ascendente durante el tiempo obteniendo un pico en el cuarto leaf pack al día 26 con un total de 18 individuos para terminar bajando con 8 organismos de esta familia (Figura 13).

Por el lado de las Oligochaetas que fue la familia más representativa en este río, indica que se encuentran en aguas contaminadas; estos macroinvertebrados excretan amonio por la boca; se alimentan de diatomeas y desperdicios vegetales así como también de materia orgánica particulada del sedimento y materia orgánica disuelta, lo que ayuda en el proceso de descomposición de la hojarasca analizado en este estudio (Gamboa et al., 2008).

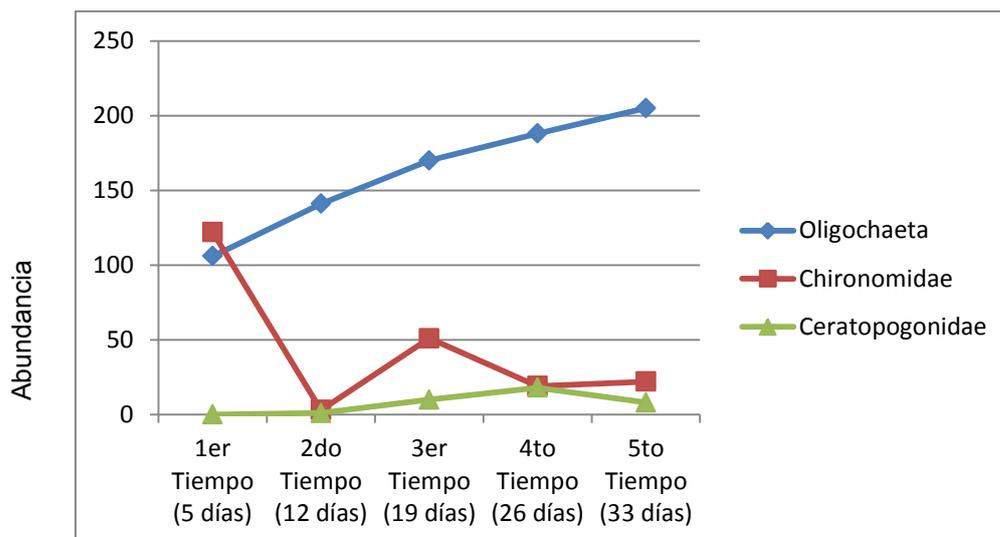


Figura 13. Familias representativas del Pichán vs Tiempo

Se realizó una comparación entre los dos ríos, obteniendo diferencias significativas en las especies encontradas y el número de individuos, son grupos dominantes completamente distintos, debido a las diferentes funciones que realizan y en qué tipo de hábitat pueden estar presentes, cada uno de ellos realizan funciones alimenticias y de vivencia en cada río ayudando al proceso de descomposición y de esta manera funcionan como indicadores de aguas limpias o contaminadas. Estos individuos cumplen sus funciones siempre y cuando tengan el alimento necesario y estén en su propio hábitat, se puede decir que cuando el hábitat ya no cumple sus expectativas como tener el alimento indicado, estos individuos se alejan al acabar de cumplir su función.

4.4 Riqueza de macroinvertebrados

Se obtuvo la riqueza total de 23 familias, en el río Alambí fue de 19 familias, mientras que en el río Pichán se obtuvo un resultado de 16 familias. Las familias que se comparten en los dos ríos son 12 (Tabla 6).

En el río Alambí se tuvo mayor riqueza con un promedio de 6 familias presentes, mientras que en el río Pichán se tuvo un promedio de 3 familias presentes, el valor máximo de riqueza se dio en el quinto leaf pack, al día 33

del río Alambí con un valor de 7, mientras que el menor valor que fue de 2 se encuentra en el segundo leaf pack al día 12 del río Pichán.

La figura 14 del río Alambí nos indica que la mayor riqueza de macroinvertebrados se encontró en el tercer leaf pack al día 19, seguido del leaf pack número 2 al día 12 (Figura 14); mientras que la figura del río Pichán nos indica que la mayor riqueza de macroinvertebrados se encuentra en el leaf pack número uno al día 5, seguido del leaf pack número tres al día 19 (Figura 14), en estos gráficos se encuentran incluidos los valores de los tres puntos de cada río con las réplicas aplicadas.

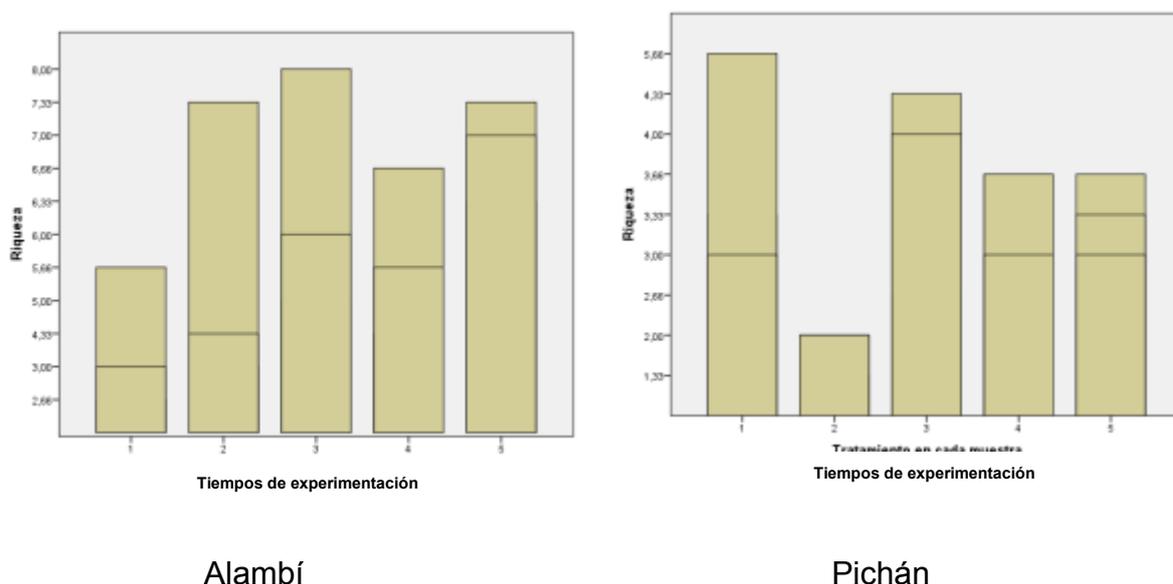


Figura 114. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos según el tiempo

Del gráfico podemos rescatar que existe mayor riqueza en el río Alambí (2) a comparación del Pichán (1), en este gráfico están incluidas todas sus réplicas de cada punto estudiado. Los valores de riqueza en el río Alambí varían de manera notable, mientras que en el río Pichán se mantienen con el tiempo (Figura 15).

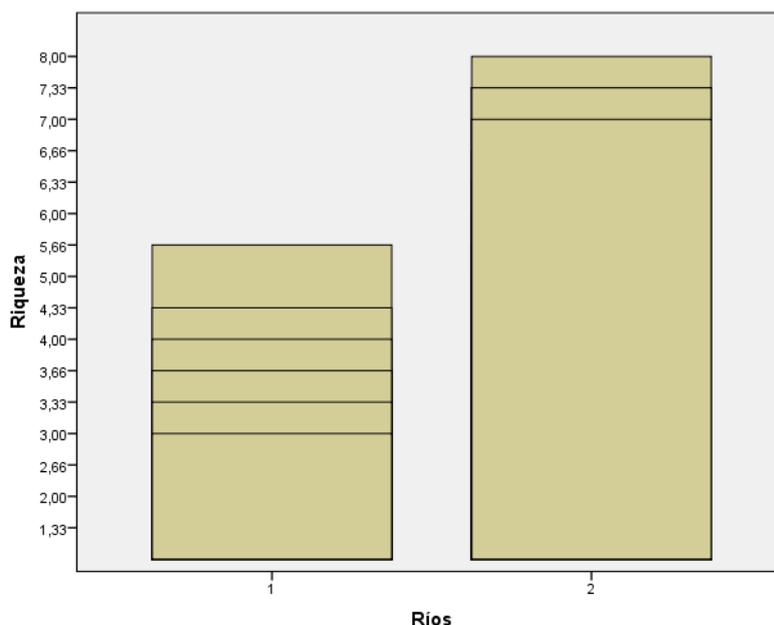


Figura 15. Comparación de Riqueza entre el río Pichán (1) y el Alambí (2)

4.5 Abundancia de macroinvertebrados

Se obtuvo un total de 3662 individuos entre los dos ríos, en el río Alambí se obtuvo 2501 macroinvertebrados, mientras que en el río Pichán 1161 individuos.

Se obtuvo un mayor valor en el río Alambí con un promedio de abundancia de 55 individuos en todas las repeticiones de la experimentación, mientras que en el Pichán el promedio alcanza a 28 unidades. El valor máximo de abundancia se da en el tercer leaf pack al día 19, del río Alambí con un valor de 106 individuos, mientras que la menor abundancia se presentó en el segundo leaf pack al día 12, del río Pichán con un valor de 19 individuos.

La figura 16 del río Alambí indica que la mayor abundancia de macroinvertebrados se encuentra en el leaf pack número tres al día 19, seguido del leaf pack número 2 al día 12 (Figura 16); mientras que la figura del río Pichán indica que la mayor abundancia de macroinvertebrados se encuentra en el leaf pack número cinco al día 33, seguido del leaf pack número uno al día 5

(Figura 16), en estos gráficos se encuentran incluidos los valores de los tres puntos de cada río con las réplicas aplicadas.

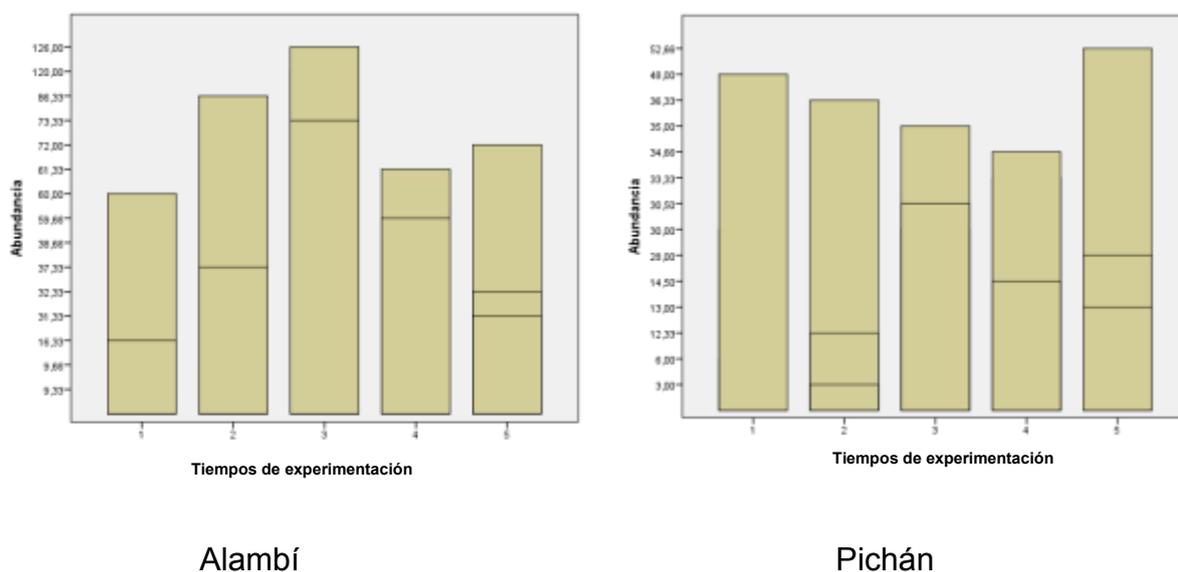


Figura 16. Abundancia de Macroinvertebrados acuáticos según el tiempo

En el gráfico 17 se pudo identificar que la mayor abundancia de macroinvertebrados se encontró en el río Alambí (2) que muestra una gran diferencia mayor a comparación del río Pichán (1), se analizó dentro de esto todas sus réplicas en sus puntos. Los valores del río Alambí sufren cambios notables con el tiempo, mientras que los del río Pichán se tuvo cambios menos significativos (Figura 17).

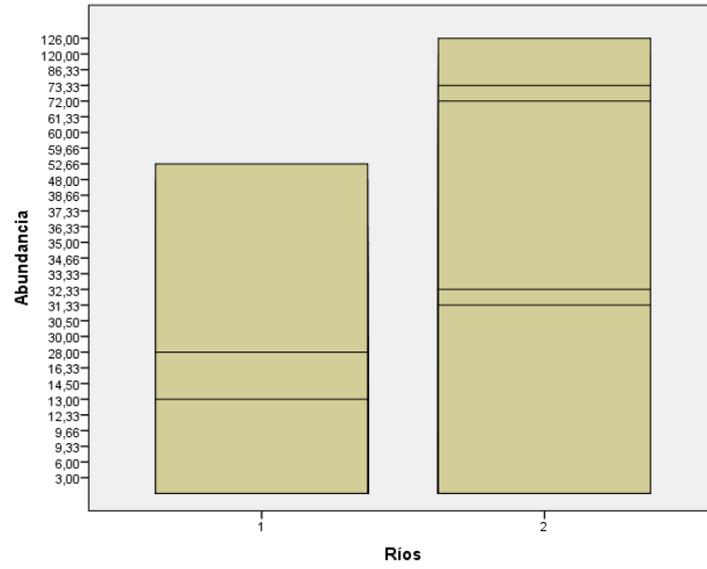


Figura 17. Comparación de la Abundancia entre el río Pichán (1) y el Alambí (2)

5. DISCUSIÓN

La vegetación de ribera es una variable importante en el medio ambiente, su desarrollo depende de los organismos, suelo, relieve, tiempo y clima, es por ello que los ciclos biogeoquímicos son de suma importancia para comprender los procesos de la naturaleza. La vegetación al estar completamente formada, alcanza su etapa máxima de desarrollo, en equilibrio con los parámetros ambientales, en ese momento se producen residuos vegetales como la hojarasca, flores, raíces, entre otros, que al descomponerse se añaden al material mineral del agua o suelo (Fassbender, 1981). La hojarasca en descomposición como una fuente de energía es indispensable para el sistema ecológico y su desarrollo, debido a que es el sustento y proveedor del material orgánico necesario de hábitat.

La descomposición de la hojarasca en este estudio, por medio de su velocidad de descomposición, se obtuvo que se produjo de manera rápida, esto se debe a la macrofauna asociada en los diferentes puntos de experimentación estudiados de cada río, estos individuos utilizaron la materia orgánica o recurso vegetal para alimentarse y satisfacer necesidades del ecosistema, como puede ser la elaboración de sus capullos o caparazones, sus lugares de refugio, o también movimiento de ellos mismo para buscar sus presas.

Otro motivo por el cual se altera la descomposición de la hojarasca es el gradiente altitudinal tanto del río Pichán como del río Alambí (Eyes et al., 2012), es por este factor que se colocó los puntos de experimentación en un lugar alto, medio y bajo de la cuenca; debido a que dependiendo de cada familia de macroinvertebrados estos son tolerantes a diferentes hábitats como explica la tabla 6 en resultados.

En este estudio se registró a la clase insecta como predominante en los dos ríos, las familias principales fueron: Leptoceridae, Hyallellidae, Chironomidae y la clase Oligochaeta. Por el lado del río Alambí el orden mayoritario es Tricóptera (Familia Leptoceridae) que se encuentran tanto en aguas rápidas como lentas, se alimentan de ninfas herbívoras y también de depredadores por

lo que son indicadores de aguas limpias (Gamboa et al., 2008); el segundo orden mayoritario es amphipoda (Familia Hyallelidade) que su alimentación es de las partículas en suspensión, estas partículas contienen algas diminutas y materia orgánica particulada (Guerra et al., 2015).

Por otro lado en el río Pichán la clase predominante es Oligochaeta, su alimentación es a base de material orgánico particulado del sedimento y materia orgánica disuelta; a continuación el segundo orden predominante es Díptera (Familia Chironomidae) que tienen una alimentación a base de larvas filtradoras y raspadoras por ello se encuentran en aguas más lentas como son las de río Pichán, indicando también que existe contaminación en la zona, por las actividades agrícolas y ganaderas (Gamboa et al., 2008).

A los grupos de individuos presentes se los denomina tolerantes o colonizadores debido a que pueden desarrollarse, sobrevivir, crecer o reproducirse en lugares que presenten condiciones ambientales variables y se considera ser su hábitat o nicho ecológico de la especie, que es el espacio determinado, en el que el organismo puede mantener una población factible (Busch, 2014). Por consiguiente todos estos grupos predominantes cumplen funciones alimenticias similares, es por esto también que la descomposición de la hojarasca que se la expresa K, en los dos ríos es similar sin tener una gran diferencia significativa.

La velocidad de descomposición de la hojarasca en los dos ríos se produce de manera decreciente, a excepción del cuarto leaf pack al día 26 en el río Alambí, este resultado, se puede dar por factores fisicoquímicos o por bacterias u hongos adheridos a la muestra, como también se pudo ocasionar por el cambio en las condiciones ambientales como cambio de temperatura o alta precipitación por lo que aumentaría el caudal del río. Pueden existir flujos de materia orgánica animal como coliformes fecales que ayuden al proceso de descomposición aumentando su velocidad (Peña et al., 2006) y así pueden influir muchos factores externos, debido a que estamos analizando un entorno abierto en el que existen muchas variables que podrían ser significantes a este

cambio. Se estipula que la descomposición de materia orgánica en las regiones templadas, tropicales y poco húmedas, los hongos y microbios pueden ser más importantes en este proceso que los mismos macroinvertebrados (Mark & Andersen, 2007). Para constatar, este estudio debería ser ampliado, analizando las variables estipuladas en este párrafo.

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos va cambiando en el tiempo, cuando las hojas todavía se encuentran frescas estos realizan las funciones de ramonear o triturar, mientras que cuando las hojas ya se encuentran blandas, ya son otros organismos descomponedores los que se encargan de seguir el proceso (Mora & Magalhães, 2013). Con estos datos se pudo obtener una base de estudios próximos en taxonomía, ecología, diversidad y calidad del agua (Morelli & Verdi, 2014), con lo que se puede proponer tanto decisiones de gestión en las zonas necesarias como también proponer áreas de conservación.

La riqueza y abundancia de los macroinvertebrados es levemente menor en el río que contiene contaminación antrópica, mientras que en el río con menor alteración sus resultados son mayores (Girel & Manneville, 1998). En el río Alambí los valores de riqueza varían según el tiempo teniendo valores más elevados, mientras que los valores del río Pichán se mantienen pero en valores menores. Por el lado de la abundancia los valores más altos de igual manera se los llevó el río Alambí pero de manera variada, mientras que el río Pichán tiene valores menores de manera no muy diversa, esto es debido a los cambios antrópicos de los ríos analizados, es decir de la contaminación que producen las actividades económicas de la zona como son la agricultura y ganadería principalmente, afectando a la calidad ecológica de los ríos como también, a la comunidad de macroinvertebrados existentes en cuanto a la riqueza y abundancia (Girel & Manneville, 1998), de esta manera es como los organismos se distribuyen dependiendo al hábitad que necesitan para su desarrollo de funciones naturales y formando los grupos predominantes en cada punto.

Es importante explicar que en el segundo leaf pack es decir al día 12, las muestras se encontraban parcialmente enterradas en un punto del río Alambí, lo que afectó directamente a la riqueza y abundancia de macroinvertebrados de la segunda repetición. Algunos fondos arenosos o limosos, albergan escasas especies debido a que estos sustratos son muy inestables con las corrientes de agua (Morelli & Verdi, 2014); a diferencia de los fondos pedregosos que presentan mayor cantidad de macrofauna, debido a la facilidad de crecimiento de biopelícula en las piedras, proporcionando alimento para las especies; por otro lado los sustratos llenos de hojarasca tienen mayor cantidad de alimento para los fragmentadores por ende existe mayor riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos (Rubio, Días, & Walteros, 2012). Esto sostiene lo ocurrido en la experimentación, que tuvimos mayor cantidad de individuos cuando se contaba con mayor alimentación, mayor material orgánico en descomposición, mientras que cuando la experimentación estuvo enterrada la cantidad de individuos fue baja en comparación con las otras repeticiones.

Por el lado de los factores físico químicos, no tuvieron un cambio significativo con el tiempo de experimentación, la temperatura, la conductividad y el pH son factores abióticos de gran importancia porque son reveladores de la calidad ecológica de los ríos estudiados, específicamente en los puntos muestreados (Girel & Manneville, 1998); las mediciones de los tres parámetros no tuvieron cambios notables con el tiempo y nos demuestran que los rangos obtenidos son aptos y mantienen las características de los ecosistemas acuáticos, estos rangos pueden cambiar un poco debido a la morfología del río (Eyes et al., 2012). En este caso los factores fisicoquímicos son similares en los dos ríos lo que se pudo establecer como una constante, mientras que nuestras variables fueron las familias identificadas en cada tiempo de experimentación.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La descomposición de la hojarasca en los dos ríos se produjo de manera rápida debido a los grupos funcionales o familias predominantes que se encontraban en cada río usando la materia orgánica como fuente alimenticia y satisfacción de sus necesidades. A pesar de que son completamente distintos los macroinvertebrados predominantes en cada río, la descomposición de la hojarasca fue similar, debido a que estos cumplen las mismas funciones alimenticias y de sustento con la materia orgánica.

Se concluye que el río Alambí tiene mayor riqueza y abundancia que el río Pichán, se encontró una variabilidad de individuos en los dos ríos, existe una similitud de familias, a excepción de las siguientes que solo se encontraron en el río Alambí y fueron: Elmidae (larva), Ptilodactylidae (larva), Tabanidae, Limoniidae, Leptohyphidae, Empididae, Hydropsychidae; mientras que las familias que solo se encontraron en el río Pichán fueron: Syrphidae, Psychodidae, Lampyridae (larva) y Planariidae. Las familias que se comparten en los dos ríos fueron: Scirtidae (larva), Elmidae (adulto), Oligoneuriidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Tipulidae, Chironomidae, Ceratopogonidae, Leptoceridae, Glossosomatidae, Perlidae, Hyallellidae; esta similitud de familias entre ríos se debe a las características parecidas, tanto de sus factores fisicoquímicos, por la cercanía de las dos cuencas, y por tener la misma cantidad de materia orgánica en descomposición en los leaf packs.

Se recolectaron 3662 individuos distribuidos en 4 clases, 7 órdenes y 23 familias de los cuales las tres principales familias representativas en cada río con las cuales se realizó gráficos para comparar e ilustrar datos, en el río Alambí las familias más abundantes fueron: Leptoceridae, Hyallellidae y Perlidae respectivamente en el orden de mayor abundancia; por el lado del río Pichán las más representativas fueron: Oligochaeta, Chironomidae y Ceratopogonidae de igual manera en orden de abundancia respectivamente de mayor a menor.

La contaminación antrópica proveniente de la zona se da por las actividades de sustento económico principalmente la agricultura y ganadería, que afectan a la calidad ecológica de los ríos, a su bosque de ribera, disminuyendo el material orgánico que se dirige a los ríos Alambí y Pichán, por ende influye en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en cada cuenca.

6.2 Recomendaciones

Es importante recomendar que para realizar este tipo de estudios se tenga la metodología bien establecida para no tener inconvenientes en la colocación de muestras y en el proceso, por ejemplo las estacas deben estar bien clavadas al piso del río y en lugares similares en cada punto.

Se recomienda que este tipo de investigaciones sean tomadas en cuenta en proyectos futuros, que estén relacionados a ambientes acuáticos. De igual manera es recomendable que los establecimientos gubernamentales encargados de los estudios en Nono, incluyan referencias de macrofauna acuática en la elaboración de proyectos en los dos ríos y zonas aledañas.

Es recomendable que se amplíe este estudio en zonas que contienen contaminación antrópica, para poder comparar resultados y ver si en realidad la macrofauna, la descomposición u otros factores se ven afectados.

REFERENCIAS

- Aguayo, M. (2007). Cómo hacer una Regresión Logística con SPSS “ paso a paso ”. *FABIS* Fundación Andaluza Beturia para la Investigación de la Salud. (1).
- Aguirre, A. (2012). Calidad de un ecosistema mediante la descomposición de la hojarasca. *Ehusfera*. Recuperado el 12 de Junio del 2016 de: <http://www.ehu.es/ehusfera/genetica/2012/06/19/calidad-de-un-ecosistema-medida-por-la-descomposicion-de-la-hojarasca/>
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas-Revista Científica de Ecología y medio Ambiente*. 14(3).
- Barba, R., Lanza, G., Contreras, A., & González, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio , ríos Copalita, Zimatán y Coyula. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(1).
- Benstead, J. P., Road, M. E., & El, L. (2015). Macroinvertebrates and the Processing of Leaf Litter in a Tropical Stream. *Revista Biotrópica*.
- Busch, M. (2014). Condiciones y recursos - Nicho Ecológico. *Ecología General*, (1).
- Caihong, Z., Shenggong, L., Leiming, Z., Xiaoping, X., & Xingren, L. (2013). Effects of Species and Low Dose Nitrogen Addition on Litter Decomposition of Three Dominant Grasses in Hulun Buir Meadow Steppe. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research*, 4(1).
- Calles, J. (2007). Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas

de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar. *Eco-Ciencia - USAID*.

Capello, S., & Marchese, M. (2004). Descomposición y colonización por invertebrados de hojas de *Salix humboldtiana* en la llanura aluvial del río Paraná Medio. *Amazoniana*, 18(1/2).

Capps, K. A., Ng, G., & Strickland, J. (1894). Environmental assessment of stream habitats bordering Palenque National Park, Chiapas - México. *Southwestern Association of Naturalists*, 59(2).

Carrasco, G., Ramírez, P., & Vogel, H. (2007). Efecto de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en nft. *IDESIA (Chile)*, 25(2).

Carvacho, C. (2012). Estudio de las comunidades de macro invertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico. (Tesis de Maestría). Universidad de Barcelona. Recuperado el 15 de Julio del 2016 de: [http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS_MASTER_Caroline Carvacho.pdf](http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS_MASTER_Caroline_Carvacho.pdf)

Coello, J. R., Ormaza, R. M., Recalde, C. G., & Rios, A. C. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revistas de Investigación UNMSM*, 16(31).

Dominguez, E., & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología*. (Fundación Miguel Lillo, Ed.) (1ra ed.). Tucumán - Argentina.

Encalada, A.C. 2010. Funciones ecosistémicas y diversidad de los ríos: Reflexiones sobre el concepto de caudal ecológico y su aplicación en el Ecuador. Laboratorio de Ecología Acuática, Colegio de Ciencias Biológicas

y Ambientales-Universidad San Francisco, No. (5). ISBN: 978-9978-68-030-8.

Encalada, A., Ríos, B., Rieradevall, M., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de ríos Andinos (CERA-S)*. USFQ, UB, AECID, FONAG, Quito.

Eyes, M., Rodríguez, J., & Gutiérrez, L. C. (2012). Leaf Litter Decomposition and its Relation with Aquatic Macroinvertebrates of the Gaira River (Santa Marta – Colombia). *Acta Biologica Colombiana*, 17(1).

Fassbender, G. (1981). Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. Producción y Descomposición de los residuos vegetales. *Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas*, 31(1).

Fernández, D. (2014). Estudio de la acción hipoglucemiante y desinflamatoria de la Chilca (*Baccharis latifolia*) en la provincia de El Oro. (Tesis de Masterado). Univesidad San Francisco de Quito.

Ferraro, R. (2007). Evaluación de la sensibilidad ambiental en unidades de paisaje del periurbano de la Ciudad de Mar del Plata (Argentina). *Centro de Investigaciones Ambientales. Congreso Bolivariano de Ecología*.

Figuroa, J. A. (2013). La comunidad y sus desafíos políticos en una democracia radical. *DIALNET Revistas sociales*. 49(2014).

Galizzi, C., & Marchese, M. (2007). Descomposición de hojas de *Tessaria integrifolia* (Asteraceae) y colonización por invertebrados en un cauce secundario del río Paraná medio. *Interciencia*, 32(8).

Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud*

ambiental, XLVIII(2).

- Giancarlo, J., & Prato, S. (1977). Descomposicion de hojarasca en un torrente ácido de Italia Central. *ENEA Casaccia. Area Energia Ambiente E Salute*.
- Girel, J., & Manneville, O. (1998). Present species richness of plant communities in alpine stream corridors in relation to historical river management. *ScienceDirect*, 85(1/2).
- Gonzáles, P. (2010). Plan de Manejo del predio San Juan de la Escalera en la parroquia de Nono, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. *Gobierno Autónomo Decentralizado de San Miguel de Nono*.
- Guerra, J., Sánchez, E., & García, C. (2015). Los caprélidos del Estrecho de Gibraltar y su utilidad como bioindicadores marinos. *ResearchGate-Almoraima. Laboratorio de Biología Marina - Universidad de Sevilla*, 31(1).
- Ligeiro, R., Moretti, M. S., Callisto, M., & Gonçalves, F. (2010). What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species?. *Springer Science - Hidrobiología*, 654(1).
- López, A., & Martín, R. (2013). Macroinvertebrados Acuáticos del Ramal de Calderas, Andes de Venezuela. *Conservation International*. Capítulo 3.
- Luna, N. (2016). Cómo interfieren las plantas introducidas y nativas en la calidad del suelo en un proceso de restauración ecológica en el Sur del Ecuador. (Tesis de Masterado). Universidad San Francisco de Quito.
- Mark, N., & Andersen, D. (2007). Variable role of aquatic macroinvertebrates in initial breakdown of seasonal leaf litter inputs to a cold-desert river. *Southwestern Association of Naturalists*, 52(2).

- Mejía, J., Villamarín, C., & Villamarín, S. (2015). Distribución y diversidad altitudinal de Quironómidos (Diptera : CHIRONOMIDAE) en los ríos del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). *CIEDI-UDLA*.
- Mora, J., & Magalhães, C. (2013). Abundancia de los Taxones de Macroinvertebrados Colectados en las Estaciones y Área Focal de los ríos Uey , Cuyuní. *Conservation International*, Apéndice 7.
- Mora, J., Magalhães, C., Blanco, L., & Belmonte. (2013). Macroinvertebrados Acuáticos de los ríos Cuyuní y Uey, cuenca del Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela. *Conservation International*, Capítulo (5).
- Morelli, E., & Verdi, A. (2014). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4).
- Moretti, M., Gonçalves, J., Ligeiro, R., & Callisto, M. (2007). Invertebrates Colonization on Native Tree Leaves in a Neotropical Stream (Brazil). *Hidrobiologia*, 92(2).
- Muñoz, M., & Vélez, I. (2007). Redescrición y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (Dugesiidae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (78).
- Peña, O., Rubalcaba, S., Fernández, M., Hernández, Y., & Pérez, A. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). *Higiene Y Sanidad Ambiental*, (206).
- Petersen, W., & Cummins, K. (1980). Processing of confined and naturally in a woodland stream ecosystem. *Limnol Oceanogr*. 25(5).

- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190 (3–4).
- Portón, J. (2012). El rol de los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de la hojarasca en ríos altoandinos tropicales. *Biología Usfq*, (2).
- Prat, N., González, J. D., & Ospina, R. (2014). Clave para la determinación de exuvias pupales de los quironómidos (Diptera : Chironomidae) de ríos altoandinos tropicales. *Revista de Biología Tropical*, 62(4).
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2006). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Fundación Miguel Lillo*.
- Rivadeneira, D. (2015). Evaluación de la Calidad del agua y aforo del río pichán en el tramo 17M 770421 (UTM) 17M770302 9994845 (UTM) San miguel de Nono, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias Udl.
- Rosell, R. (2005). El concepto de especie en Procariotas. *AEET Asociación Española de Ecología Terrestre*, 14(2).
- Rubio, J., Días, L., & Walteros, J. (2012). Water quality and composition of aquatic macroinvertebrates in the subwatershed of river Chinchiná. *ICN Caldasia*, 34(2).
- Suárez, E., Mejía, J. (2015). An assessment of the populations of *Sylvilagus brasiliensis meridensis* in páramos with different vegetation structures in the Northeastern Andes of Ecuador. (Tesis de Masterado). Universidad San Francisco de Quito.
- Tan, B., Wu, F., Yang, W., Xu, Z., Zhang, L., Liu, Y., ... Liu, Y. (n.d.). Soil Fauna

Significantly Contributes to Litter Decomposition at Low Temperatures in the Alpine / Subalpine Forests. *Museum and Institute of Zoology*, 63(3).

Terneus, E., Hernández, K., & Racines, M. (2012). Evaluación Ecológica del Río Lliquino a través de Macroinvertebrados acuáticos. Pastaza - Ecuador. *Revista de Ciencias*, (16).

Villamarín, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Caracterización física , química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Latin American Journal of Aquatic research*. 42(5).

ANEXOS

A continuación se inserta el Permiso de investigación Científica otorgado por la Dirección Provincial del Ambiente

DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE
PICHINCHA

**AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

Nº 017 – 2016 – IC – FAU - DPAP - MA
Quito, 12 de septiembre de 2016



El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, autoriza a: Dr. Christian Villamarín, docente investigador de la Universidad de Las Américas, con C.I. No: 1002339404, para que lleve a cabo la investigación titulada **“Influencia de los macro invertebrados acuáticos en la tasa de descomposición de la hojarasca en dos ríos de la zona alto andina del DMQ”**. De acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de autorización de extracción e investigación de: Christian Villamarín, recibido el 17 de agosto de 2016, entrega de información complementaria, mediante correo electrónico, recibida el 12 de septiembre 2016.
2. Valoración técnica del proyecto: Ing. Diego Morillo G.
3. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Dirección Provincial del Ambiente Pichincha, Unidad de Patrimonio Natural.
4. Complementos autorizados de la investigación científica: captura y colección de especímenes de fauna silvestre de los siguientes componentes: macroinvertebrados acuáticos (max. 30 muestras).
5. Duración: Desde 12 de septiembre 2016, hasta 11 de septiembre de 2017, de acuerdo al cronograma de trabajo establecido.
6. Obligaciones de los investigadores:
 - a. ENTREGAR UNA COPIA IMPRESA (EN AMBAS CARAS) Y EN FORMATO DIGITAL (UNA A ESTA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE, DE LOS RESULTADOS FINALES DE LA INVESTIGACION, EN CASTELLANO, INCLUYENDO LA LOCALIZACIÓN EXACTA (COORDENADAS UTM) DE LOS ESPECÍMENES REGISTRADOS, COPIA DE LAS FOTOGRAFÍAS Y OTROS DOCUMENTOS QUE FORMEN PARTE DE LA MISMA (PUBLICACIONES CIENTÍFICAS Y/O DIVULGATIVAS).
 - b. EL PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME FINAL, VENCE EL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2017.
 - c. ENTREGAR TODAS LAS COLECCIONES PRODUCTO DE LA INVESTIGACION AL MUSEO ECUATORIANO DE CIENCIAS NATURALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD.
7. Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en el párrafo anterior se responsabiliza a Christian Villamarín.

Atentamente,

Bigo Rafael Mera Cuvi.

DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE PICHINCHA – Encargado.



Tablas de identificación de macroinvertebrados en los dos ríos:

RÍO ALAMBI

	PRIMERA MUESTRA								
	ALAMBI								
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	39	43	66	10	9	2	13	1	18
Perlidae	2		1	3	1	1	3		
Leptohyphidae		1	1					8	
Hyaellidae	6	7	7		1				
Ptilodactylidae (larva)	1								
Scirtidae (larva)							1	3	
Elmidae (adulto)		1							
Elmidae (larva)	1	1		1					
Tabanidae			1						
Oligoneuriidae		1							
Leptophlebiidae							1		
Oligochaeta	1								
Baetidae								1	

	SEGUNDA MUESTRA								
	ALAMBI								
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	6	106	61	2	1	16	36	28	19
Perlidae	7	9	5			1	6	7	
Leptohyphidae		1							
Hyaellidae	3	27	2						2
Ptilodactylidae (larva)	3	5	1			2		2	
Scirtidae (larva)	1	4	2					1	
Elmidae (adulto)		6							
Hydropsychidae		4	1			1			
Tipulidae		1							
Elmidae (larva)			3		3	2	2	1	
Chironomidae									4
Glossosomatidae			1						
Baetidae						1	2	2	

	TERCERA MUESTRA								
	ALAMBI								
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	38	79	100	32	226	86	43	69	51

Perlidae	4	7	5	3	3	1	8	7	5
Leptohyphidae	10	24	15				8		9
Hyalellidae	2	26	15	7	6			1	
Ptilodactylidae (larva)				3					
Scirtidae (larva)	1	7	2						5
Elmidae (adulto)	2	4	2				3		2
Elmidae (larva)	2	6	4	4	2	1		3	
Chironomidae		3	1	2			2	1	1
Tabanidae			1					1	
Empididae				1	1				
Oligoneuriidae							1		

CUARTA MUESTRA									
ALAMBI									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	57	25	38	67	21	1	40	15	73
Perlidae	2	4	4	1	1			2	2
Leptohyphidae		3		2			2	5	
Hyalellidae	4	10	17	12	2				3
Scirtidae (larva)			13					9	3
Elmidae (larva)	1	2			1	2		6	1
Chironomidae		1		1		3	2	5	
Tabanidae		1							
Oligoneuriidae			1		2				
Ceratopogonidae		1							
Leptophlebiidae							2	6	3

QUINTA MUESTRA									
ALAMBI									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	61	40	9	18	14	20	2	10	16
Perlidae	5	2	2	1	1		1	2	1
Hyalellidae	12	20	12	3	5	13		6	10
Scirtidae (larva)	5	2	6					9	9
Elmidae (adulto)	1								
Elmidae (larva)	6	2	2	1	7	1	2		
Chironomidae	4				2		1	2	2
Tabanidae					1				
Oligoneuriidae	6		1					2	
Ceratopogonidae					1				
Leptophlebiidae	12	3	3	2	2	2	4		10
Glossosomatidae				2				2	1
Limoniidae					1				

Oligochaeta							1		
Pupa							1		

RÍO PICHÁN

PRIMERA MUESTRA									
PICHAN									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	1	1	1	1					
Hyaellidae				1	1	1			
Elmidae (adulto)			1						1
Chironomidae		1	3	16	15	9	31	19	28
Pupas				2		1	2		
Oligochaeta	4	3	2	4	25	8	32	21	7
Baetidae			1		1	1			3
Lampyridae (larva)						1			
Tipulidae						2			
Syrphidae					1				

SEGUNDA MUESTRA									
PICHAN									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Psychodidae								1	
Scirtidae (larva)							1		
Chironomidae				2			1		
Pupas	2								
Leptophlebiidae						2			
Oligochaeta	5	22	80	17		14		3	
Tipulidae					1				
Ceratopogonidae				1					

TERCERA MUESTRA									
PICHAN									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae							4	1	
Perlidae							1		
Oligoneuriidae								7	
Hyaellidae	1								
Ceratopogonidae	2	1				7			

Elmidae (adulto)			1						
Chironomidae	2	1	1		5	2	12	28	
Pupas	4	3		1	1				
Oligochaeta	42	10	36	23	41	10	6	2	
Glossosomatidae			1						

CUARTA MUESTRA									
PICHAN									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Leptoceridae	1					1			
Syrphidae						1			
Ceratopogonidae	3	1	4		3	3	1	3	
Leptophlebiidae						1			
Oligochaeta	34	26	23	8	15	69	5	8	
Chironomidae	1	4	1	1			10	2	
Pupas			2	1					
Tipulidae						1			

QUINTA MUESTRA									
PICHAN									
	P1(1)	P1(2)	P1(3)	P2(1)	P2(2)	P2(3)	P3(1)	P3(2)	P3(3)
Planariidae	5		6	1	1		14	1	
Ceratopogonidae		2	2		1	2	1		
Oligochaeta	11	45	72	26	26	20		5	
Chironomidae	11	2		3		1	3	2	
Pupas	1		1						
Tipulidae				3					

Tablas de valores estadísticos de comparaciones múltiples HSD Tukey (Refuerzo de Anova):

RÍO ALAMBÍ

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1,11333	1,24244	,892	-5,2023	2,9756
	3	-2,56000	1,24244	,307	-6,6490	1,5290
	4	-1,77667	1,24244	,624	-5,8656	2,3123
	5	-3,11333	1,24244	,165	-7,2023	,9756
2	1	1,11333	1,24244	,892	-2,9756	5,2023
	3	-1,44667	1,24244	,770	-5,5356	2,6423
	4	-,66333	1,24244	,982	-4,7523	3,4256
	5	-2,00000	1,24244	,524	-6,0890	2,0890
3	1	2,56000	1,24244	,307	-1,5290	6,6490
	2	1,44667	1,24244	,770	-2,6423	5,5356
	4	,78333	1,24244	,967	-3,3056	4,8723
	5	-,55333	1,24244	,991	-4,6423	3,5356
4	1	1,77667	1,24244	,624	-2,3123	5,8656
	2	,66333	1,24244	,982	-3,4256	4,7523
	3	-,78333	1,24244	,967	-4,8723	3,3056
	5	-1,33667	1,24244	,815	-5,4256	2,7523
5	1	3,11333	1,24244	,165	-,9756	7,2023
	2	2,00000	1,24244	,524	-2,0890	6,0890
	3	,55333	1,24244	,991	-3,5356	4,6423
	4	1,33667	1,24244	,815	-2,7523	5,4256

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Abundancia

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-15,88667	22,48117	,950	-89,8740	58,1007
	3	-77,89000*	22,48117	,038	-151,8774	-3,9026
	4	-24,66333	22,48117	,804	-98,6507	49,3240
	5	-16,66667	22,48117	,942	-90,6540	57,3207
2	1	15,88667	22,48117	,950	-58,1007	89,8740
	3	-62,00333	22,48117	,113	-135,9907	11,9840
	4	-8,77667	22,48117	,994	-82,7640	65,2107

	5					
3	1	77,89000*	22,48117	,038	3,9026	151,8774
	2	62,00333	22,48117	,113	-11,9840	135,9907
	4	53,22667	22,48117	,201	-20,7607	127,2140
	5	61,22333	22,48117	,120	-12,7640	135,2107
4	1	24,66333	22,48117	,804	-49,3240	98,6507
	2	8,77667	22,48117	,994	-65,2107	82,7640
	3	-53,22667	22,48117	,201	-127,2140	20,7607
	5	7,99667	22,48117	,996	-65,9907	81,9840
5	1	16,66667	22,48117	,942	-57,3207	90,6540
	2	,78000	22,48117	1,000	-73,2074	74,7674
	3	-61,22333	22,48117	,120	-135,2107	12,7640
	4	-7,99667	22,48117	,996	-81,9840	65,9907

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Velocidad de descomposición de las hojas

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	,31667*	,02011	,000	,2505	,3829
	3	,41333*	,02011	,000	,3471	,4795
	4	,46333*	,02011	,000	,3971	,5295
	5	,44333*	,02011	,000	,3771	,5095
2	1	-,31667*	,02011	,000	-,3829	-,2505
	3	,09667*	,02011	,005	,0305	,1629
	4	,14667*	,02011	,000	,0805	,2129
	5	,12667*	,02011	,001	,0605	,1929
3	1	-,41333*	,02011	,000	-,4795	-,3471
	2	-,09667*	,02011	,005	-,1629	-,0305
	4	,05000	,02011	,170	-,0162	,1162
	5	,03000	,02011	,589	-,0362	,0962
4	1	-,46333*	,02011	,000	-,5295	-,3971
	2	-,14667*	,02011	,000	-,2129	-,0805
	3	-,05000	,02011	,170	-,1162	,0162
	5	-,02000	,02011	,852	-,0862	,0462
5	1	-,44333*	,02011	,000	-,5095	-,3771

2	-,12667*	,02011	,001	-,1929	-,0605
3	-,03000	,02011	,589	-,0962	,0362
4	,02000	,02011	,852	-,0462	,0862

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

RÍO PICHÁN

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	2,22000*	,66214	,045	,0408	4,3992
	3	,33333	,66214	,985	-1,8458	2,5125
	4	,55667	,66214	,912	-1,6225	2,7358
	5	,66667	,66214	,847	-1,5125	2,8458
2	1	-2,22000*	,66214	,045	-4,3992	-,0408
	3	-1,88667	,66214	,099	-4,0658	,2925
	4	-1,66333	,66214	,164	-3,8425	,5158
	5	-1,55333	,66214	,208	-3,7325	,6258
3	1	-,33333	,66214	,985	-2,5125	1,8458
	2	1,88667	,66214	,099	-,2925	4,0658
	4	,22333	,66214	,997	-1,9558	2,4025
	5	,33333	,66214	,985	-1,8458	2,5125
4	1	-,55667	,66214	,912	-2,7358	1,6225
	2	1,66333	,66214	,164	-,5158	3,8425
	3	-,22333	,66214	,997	-2,4025	1,9558
	5	,11000	,66214	1,000	-2,0692	2,2892
5	1	-,66667	,66214	,847	-2,8458	1,5125
	2	1,55333	,66214	,208	-,6258	3,7325
	3	-,33333	,66214	,985	-2,5125	1,8458
	4	-,11000	,66214	1,000	-2,2892	2,0692

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Abundancia

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	10,78000	13,04031	,916	-32,1367	53,6967
	3	-3,83333	13,04031	,998	-46,7501	39,0834
	4	,50333	13,04031	1,000	-42,4134	43,4201
	5	-3,22000	13,04031	,999	-46,1367	39,6967
2	1	-10,78000	13,04031	,916	-53,6967	32,1367
	3	-14,61333	13,04031	,793	-57,5301	28,3034
	4	-10,27667	13,04031	,928	-53,1934	32,6401
	5	-14,00000	13,04031	,816	-56,9167	28,9167
3	1	3,83333	13,04031	,998	-39,0834	46,7501
	2	14,61333	13,04031	,793	-28,3034	57,5301
	4	4,33667	13,04031	,997	-38,5801	47,2534
	5	,61333	13,04031	1,000	-42,3034	43,5301
4	1	-,50333	13,04031	1,000	-43,4201	42,4134
	2	10,27667	13,04031	,928	-32,6401	53,1934
	3	-4,33667	13,04031	,997	-47,2534	38,5801
	5	-3,72333	13,04031	,998	-46,6401	39,1934
5	1	3,22000	13,04031	,999	-39,6967	46,1367
	2	14,00000	13,04031	,816	-28,9167	56,9167
	3	-,61333	13,04031	1,000	-43,5301	42,3034
	4	3,72333	13,04031	,998	-39,1934	46,6401

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Velocidad de descomposición de las hojas

HSD Tukey

(I) Tratamiento en cada muestra	(J) Tratamiento en cada muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	,31933*	,01208	,000	,2796	,3591
	3	,40600*	,01208	,000	,3662	,4458
	4	,46933*	,01208	,000	,4296	,5091
	5	,50600*	,01208	,000	,4662	,5458
2	1	-,31933*	,01208	,000	-,3591	-,2796
	3	,08667*	,01208	,000	,0469	,1264
	4	,15000*	,01208	,000	,1102	,1898

	5	,18667*	,01208	,000	,1469	,2264
3	1	-,40600*	,01208	,000	-,4458	-,3662
	2	-,08667*	,01208	,000	-,1264	-,0469
	4	,06333*	,01208	,003	,0236	,1031
	5	,10000*	,01208	,000	,0602	,1398
4	1	-,46933*	,01208	,000	-,5091	-,4296
	2	-,15000*	,01208	,000	-,1898	-,1102
	3	-,06333*	,01208	,003	-,1031	-,0236
	5	,03667	,01208	,074	-,0031	,0764
5	1	-,50600*	,01208	,000	-,5458	-,4662
	2	-,18667*	,01208	,000	-,2264	-,1469
	3	-,10000*	,01208	,000	-,1398	-,0602
	4	-,03667	,01208	,074	-,0764	,0031

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Cálculo de biomasa seca

- AFDM = Peso a 90°C – Peso a 550°C

ALAMBÍ	PICHÁN
AFDM PRIMERA MUESTRA (gramos)	
0,26	0,23
AFDM SEGUNDA MUESTRA (gramos)	
0,17	0,15
AFDM TERCERA MUESTRA (gramos)	
0,13	0,11
AFDM CUARTA MUESTRA (gramos)	
0,13	0,12
AFDM QUINTA MUESTRA (gramos)	
0,03	0,13

- % R porcentaje del peso de material remanente

ALAMBÍ	PICHÁN
%R PRIMERA MUESTRA (gramos)	
5,13	4,64
%R SEGUNDA MUESTRA (gramos)	
3,31	3,08
%R TERCERA MUESTRA (gramos)	
2,58	2,25
%R CUARTA MUESTRA (gramos)	

2,53	2,40
%R QUINTA MUESTRA (gramos)	
0,51	2,50

A continuación se presentan los datos con los que se realizó los análisis estadísticos en SSPS:

TRATAMIENTO	PICHAN			ALAMBÍ		
	RIQUEZA	ABUNDANCIA	DESCOMPOSICIÓN	RIQUEZA	ABUNDANCIA	DESCOMPOSICIÓN
1	3,33	6	0,62	5,66	60	0,65
1	5,66	30	0,59	2,66	9,33	0,56
1	3	48	0,64	3	16,33	0,61
2	1,33	36,33	0,29	7,33	86,33	0,27
2	2	12,33	0,3	3	9,66	0,28
2	2	3	0,3	4,33	37,33	0,32
3	4,33	35	0,22	8	120	0,21
3	2,66	30	0,22	5	126	0,19
3	4	30,5	0,19	6	73,33	0,18
4	3,66	33,33	0,16	6,66	61,33	0,14
4	3,66	34,66	0,14	4,33	38,66	0,15
4	3	14,5	0,14	5,66	59,66	0,14
5	3,66	52,66	0,11	7,33	72	0,17
5	3,33	28	0,11	6,33	32,33	0,16
5	3	13	0,11	7	31,33	0,16

