



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**MATERIA ORGÁNICA PARTICULADA GRUESA  
BENTÓNICA DE LOS RÍOS ATACAMES Y SÚA.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
EN GESTIÓN AMBIENTAL**

## **AUTORA**

**NATALIA IRENE JIJÓN OREJUELA**

## **ASESOR**

**PhD. JON MOLINERO ORTIZ**

Esmeraldas, Marzo 2018

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de grados de la PUCE-E previo a la obtención del título de INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

**Presidente tribunal de graduación**

**Lector 1**

MSc. Karla Solís Charcopa

**Lector 2**

PhD. Olga Carnicer Castaño

MSc. Lucía Vernaza Quiñónez

**Directora de la Escuela de Gestión Ambiental**

PhD . Jon Molinero Ortiz

**Director de Tesis**

Esmeraldas, ..... de ..... del 2018

## **AUTORÍA**

Yo, Natalia Irene Jijón Orejuela, portadora de la cédula de ciudadanía 0802840769 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de Ing. En Gestión Ambiental, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

---

Natalia Irene Jijón Orejuela

C.I. 0802840769

## **CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS**

PhD. Jon Molinero Ortíz, en calidad de Director de Tesis, cuyo título es: “Materia orgánica particulada gruesa bentónica de los ríos Atacames y Súa.”

Certifico que las sugerencias realizadas por el Tribunal de sustentación Privada de Tesis, han sido incorporadas al documento final, por lo que autorizo su presentación ante el Tribunal de la Tesis

Esmeraldas, ..... de ..... del 2018

.....

PhD. Jon Molinero Ortíz,

Director de Tesis

## **DEDICATORIA**

**A mis padres.** Fabián Jijón Solórzano y Jeanneth Orejuela Márquez por sus enseñanzas, su esfuerzo para obtener cada logro de mí vida y su amor en cada una de las etapas de mi vida. Los amo infinitamente.

A mis abuelitos: Gaby y Enrique, Tíos y demás familiares.

Natalia Irene

## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios** a quien le debo mi existencia y por darme la sabiduría.

**A mis padres** por su incondicional apoyo en mi desarrollo profesional,

**A la PUCESE** y maestros, por forjarme como profesional para enfrentar nuevos retos.

Particularmente al PhD. Jon Molinero Ortíz que ha sabido guiarme para la concreción de esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada .....	I
Aprobación del tribunal.....	II
Autoría.....	III
Certificado Del Director de Tesis.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	5
2.1. Área de estudio.....	5
2.2. Selección y caracterización de los puntos de muestreo.....	7
2.3. Muestreo de la MOPG bentónica.....	8
2.4. Trabajo de laboratorio.....	9
2.5. Análisis estadísticos.....	9
3. <b>RESULTADOS</b> .....	10
3.1 Diferencias espaciales en la densidad y composición de la MOPG bentónica.....	10
3.2. Diferencias temporales en la densidad y composición de la MOPG bentónica.....	12
3.3. Contribución de las especies riparias.....	17
3.4. Factores que regulan la MOPG bentónica.....	19
4. <b>DISCUSIÓN</b> .....	21
4.1. Cantidad de materia orgánica.....	21
4.2. Composición de la MOPG bentónica.....	23
4.3. Periodicidad de la MOPG bentónica.....	25
4.4. Variables que afectan la distribución de la MOPGB.....	26
4.5. Especies Riparias.....	26
5. <b>CONCLUSIONES</b> .....	27

6. <b>RECOMENDACIONES</b> .....	28
7. <b>REFERENCIAS</b> .....	29
8. <b>ANEXOS</b> .....	34

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los puntos de muestreo.....	8
Tabla 2. Densidad media de materia orgánica particulada gruesa en las estaciones de estudio.....	10
Tabla 3. Anovas de tres vías (Río x Estación x Fecha) de la cantidad de materia orgánica.....	11
Tabla 4. Anovas de tres vías (Río x Estación x Fecha) de la composición de la materia orgánica (%).....	17
Tabla 5. Contribución de las especies riparias a la materia orgánica particulada bentónica. Se muestran la densidad media de hojas en cada río (g m <sup>-2</sup> ) y la composición (%) entre paréntesis.....	18
Tabla 6. Total de Materia Orgánica Particulada Gruesa Bentónica en diferentes lugares.....	22

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en las cuencas de los ríos Súa y Atacames.....	6
Figura 2. Materia orgánica particulada gruesa bentónica (media $\pm$ desviación estándar) en cada una de las estaciones (A, río Atacames; S, río Súa).....	14
Figura 3. Composición de la materia orgánica particulada bentónica en cada una de las estaciones (A, río Atacames; S, río Súa).....	16
Figura 4. Relación entre la densidad de MO total, el total de hojas y las variables ambientales de las estaciones.....	20
Figura 5. En la estación A1 (recogiendo la muestra).....	34
Figura 6. Estación A2.....	34
Figura 7. Estación A5.....	35
Figura 8. Estación S1, recogida de muestra.....	35

Figura 9. Estación S5 con mayor cobertura de vegetació.....	36
Figura 10. Balanza semi-analítica Metler Toledo MS104S, disecador, pesada de la materia orgánica e ingreso de datos obtenido.....	36
Figura 11. Horno marca ELOS.....	37
Figura 12. Secado de la materia orgánica clasificada.....	37
Figura 13. Plantilla de Ingreso de datos en Excel.....	37
Figura 14. Red Surber 30x30 cm.....	38
Figura 15. Cinta marca Truper.....	38
Figura 16. Clinómetro marca Nikon.....	38
Figura 17. Tabla de números aleatorios.....	39
Figura 18. Fundas etiquetadas en donde se introducía la Materia Orgánica.....	39
Figura 19. Vasos enumerados.....	40
Figura 20. Especie 15: <i>Zygia longifolia</i> .....	40
Figura 21. Especie 11: <i>Ficus sp</i> .....	40
Figura 22. Especie: <i>Castilla tunua</i> .....	41
Figura 23. Especie: <i>Crisophillum argenteum</i> .....	41
Figura 24. Especie: <i>Theobroma cacao</i> .....	41
Figura 25. Especie: <i>Guadua angustifolia</i> .....	42
Figura 26. Especie: <i>Inga edulis</i> .....	42
Figura 27. Especie: <i>Ocotea sp</i> .....	42
Figura 28. Especie: <i>Terminalia catappa</i> .....	43

# TÍTULO: MATERIA ORGÁNICA GRUESA PARTICULADA BENTÓNICA DE LOS RÍOS ATACAMES Y SÚA

## RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en las parroquias Súa y Atacames del cantón Atacames perteneciente a la provincia de Esmeraldas (Ecuador). Para la caracterización de la cuenca de los ríos se utilizó información secundaria que fue procesada mediante programas como QGIS 2,18,11 y ArcMap 10.3. El objetivo de este trabajo fue estudiar la cantidad, calidad y fenología de la MOPG bentónica de los ríos Atacames y Súa y su relación con los usos del suelo en las áreas riparias. Para llevar a cabo esta investigación se seleccionaron 10 puntos de muestreo, los cuales fueron seleccionados en función del ancho del río y el bosque ripario que son representativos del río. Los resultados obtenidos arrojaron 29 especies de hojas diferentes que se recogieron bimensualmente. El río Atacames presentó más densidad media de materia orgánica particulada gruesa en las estaciones de estudio frente al río Súa con  $69,7\text{g/m}^2$  y  $52,5\text{g/m}^2$  respectivamente. La categoría más abundante fue los restos en el río Súa con 46% y 40% para el río Atacames, mientras que la categoría más baja fue las flores y los frutos con un 11% para el río Atacames y un 8% para el río Súa. Las anovas determinaron que las diferencias entre los ríos no fueron significativas, así mismo se pudo identificar que hubo diferencias significativas a lo largo del tiempo en las cuatro categorías estudiadas. En cuanto a los factores que regulan la MOPG bentónica total fueron: el porcentaje de bosque de la cuenca y el ángulo de apertura. Con todos estos análisis se llegó a la conclusión de que las diferencias en ambos ríos son mínimas debido a que se encuentran igualmente intervenidas por las diferentes actividades antrópicas.

**Palabras clave:** Bosque ripario, materia orgánica particulada gruesa bentónica, cuenca.

**TITLE:“BENTHIC COARSE PARTICULATE ORGANIC MATTER IN THE RIVERS ATACAMES AND SÚA”.**

**ABSTRACT**

This study was carried out in the Súa and Atacames parishes of the Atacames canton belonging to the province of Esmeraldas (Ecuador). For the characterization of the river basin, secondary information was used, which was processed through programs such as QGIS 2.18.11 and ArcMap 10.3. The objective of this work was to study the quantity, quality and phenology of the benthic MOPG of the Atacames and Súa rivers and their relation with the land uses in the riparian areas. To carry out this research, 10 sampling points were selected, which were selected according to the width of the river and the riparian forest that are representative of the river. The results obtained yielded 29 species of different leaves that were collected bi-monthly. The Atacames River presented more average density of coarse particulate organic matter in the study stations facing the Súa River with  $69,7\text{g/m}^2$  and  $52,5\text{g/m}^2$  respectively. The most abundant category was the remains in the Súa River with 46% and 40% for the Atacames River, while the lowest category was flowers and fruits with 11% for the Atacames River and 8% for the Súa River. The anovas determined that the differences between the rivers were not significant, likewise it could be identified that there were significant differences over time in the four categories studied. With all these analyzes it was concluded that the differences in both rivers are minimal because they are also intervened by the different anthropic activities.

**Key words:** riparian forest, benthic thick particulate organic matter, basin.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que, debido a su ubicación geográfica, cuenta con una amplia variedad de climas y tipos de suelos diferentes (Matute y León, 2010). A causa de estos factores, la fauna y la vegetación varían en todo el territorio, convirtiendo así a Ecuador en un país rico en diversidad que se refleja sobre todo en sus cuencas hidrográficas.

En los ecosistemas fluviales, ocurren un gran número de procesos que contribuyen al mantenimiento de los organismos que los habitan. Jordan et al. (1985) mencionan que hay dos clases de contribuciones de carbono orgánico en cualquier sistema acuático: contribuciones autóctonas y alóctonas. Las contribuciones autóctonas se deben esencialmente a la fotosíntesis del fitoplancton, del perifiton y de los macrófitos dentro del sistema. Las contribuciones alóctonas son importados desde el medio terrestre, es decir, la hojarasca y la materia orgánica disuelta en la precipitación y en los flujos de agua que alimentan el ecosistema, ya sean éstos superficiales (escorrentía y afluentes) o subterráneos. Según Pozo, Elosegui, Díez y Molinero (2009) mencionan que la materia orgánica también está dividida en varias categorías de acuerdo a su tamaño: la materia orgánica disuelta (MOD) es la que atraviesa un filtro de 0.45 micras, la materia orgánica particulada gruesa (MOPG) es la que se encuentra detenida por una malla de 1 mm y, entre estos dos tipos de materia, se encuentra la materia orgánica particulada fina (MOPF).

La presencia de árboles que impiden el paso de la energía solar limita la producción primaria dentro del cauce, pero contribuye a unas entradas de MOPG alóctona elevadas (Molinero, 2000). Elosegui (2009) menciona que la MOPG bentónica es la fuente de alimentos más importante para las comunidades fluviales en zonas boscosas, probablemente porque es más fácilmente retenida en el lecho que otras fracciones más finas. La ribera es definida como los lados colindantes del río. La vegetación localizada en las orillas de un río o riberas se denomina bosque ripario. La vegetación encontrada en estos lugares incluye plantas casi sumergidas y constituciones arbóreas de diferentes tamaños (Muñoz et al., 2009). El bosque ripario aporta grandes cantidades de MOPG al río, formada por un conglomerado de ramas, frutos, flores y, sobre todo por su cantidad y regularidad, hojas (Elosegui, 2009).

El funcionamiento ecológico del río depende de estos aportes de MOPG. La descomposición de la MOPG bentónica representa la vía de mineralización de los ecosistemas fluviales (Pozo et al, 2009). Las hojas entran al cauce y pierden sus componentes solubles. Después, son colonizadas por hongos que degradan la celulosa y, al cabo de 3 o 4 semanas, son consumidas por los macroinvertebrados bentónicos. Hay macroinvertebrados fragmentadores que se alimentan de la hojarasca retenida en el río y la transforman en partículas de tamaño menor que son consumidas por los macroinvertebrados colectores (Pozo et al, 2009). Por otro lado, las ramas retienen materia orgánica, agua, sedimentos, sirven de hábitat para otros organismos y dan estabilidad al cauce. Por lo tanto, la MOPG es un recurso energético y estructural para las comunidades del río y su cantidad y calidad nos informan del estado de conservación del río (Pozo et al, 2009).

Otros factores como la velocidad del agua y la morfología de los cauces también influyen en la MOPG bentónica porque modifican la eficiencia de retención (Snaddon et al., 1992; Maridet et al., 1995). Esta eficiencia de retención es un indicador que muestra el grado de conservación del río y depende de los obstáculos presentes en el cauce como rocas, troncos y ramas. Además, la dinámica de la materia orgánica depende fundamentalmente del régimen de caudales, el cual regula la cantidad de MOPG que se encuentra en el bentos (Abelho, 2001). La MOPG bentónica aumenta durante periodos de caudales bajos y disminuye durante periodos de crecidas. (Webster et al., 1990)

En las zonas tropicales, existen pocos estudios que se hayan centrado en la MOPG bentónica de los sistemas fluviales. Por el contrario, estos trabajos son muy abundantes en zonas templadas. En Estados Unidos, Webster et al. (1990) observaron que las entradas de materia orgánica al cauce son menores en zonas alteradas por el hombre. En un estudio posterior realizado en España (González y Pozo, 1996), se observó que la MOPG bentónica era mucho más abundante en la parte alta del río por la exuberancia de la vegetación y la mayor capacidad de retención y que los diferentes usos y perturbaciones en las riberas de la parte baja del río hacen disminuir la cantidad de MOPG. Pozo et al. (1997) observaron que las plantaciones de *Eucalyptus globulus* producen anualmente entradas de MOPG menores que el bosque mixto caducifolio, indicando la necesidad de mantener la vegetación natural para preservar los sistemas fluviales.

Existen algunos trabajos (p. e. Rodríguez y Ospina, 2007; Tamaris y Rodríguez 2015) que describen el comportamiento y la importancia de la MOPG en ríos tropicales, el transporte de materia orgánica se ve influenciado en su mayoría por el caudal y así se determinó que estos ríos al contar con clima tropical poseen caudal constante lo que facilita la retención de materia orgánica por lo cual refleja un alto grado de conservación. Así mismo llegaron a la conclusión que el comportamiento y transporte de la materia orgánica se ve influenciada por las variaciones en el ambiente, como lo son las precipitaciones que influyen directamente en la disponibilidad de materia orgánica, es decir, al haber lluvias la MO tiende a disminuir a diferencia de los resultados obtenidos en época seca.

La disponibilidad de materia orgánica que se encuentra en los ríos se ve afectada por diferentes intervenciones antropogénicas a nivel de toda cuenca y los diferentes cambios del uso del suelo. La contaminación causada por las industrias y los monocultivos de diferentes especies tienden a influir indirectamente o directamente en la erosión de los suelos, este problema disminuye la presencia de vegetación y la calidad del suelo (Vanegas, 2016). En la cuenca del río Súa (PDOT SUA, 2015), la deforestación indiscriminada y la presencia de monocultivos agrícolas resultan en una reducción importante la vegetación. En la cuenca alta del río Atacames, encontramos bosque nativo, áreas naturales y algo de usos agropecuarios, en la cuenca media encontramos áreas pobladas, pastizales, y algo de áreas naturales mientras que en la cuenca baja hay áreas naturales y pastizales (PDOT ATACAMES, 2014). Estas alteraciones tienen el potencial de reducir la densidad de la vegetación riparia y limitar su capacidad de regeneración, lo que puede afectar directamente a la cantidad y calidad de la MOPG que se entra a los cauces fluviales. Los cambios de cantidad y calidad de la MOPG bentónica afectan a todo el ecosistema fluvial porque muchos organismos utilizan este recurso como hábitat o fuente de alimento (Torres, 2016). Los cambios que ocurren en el medio terrestre producen modificaciones en el funcionamiento ecológico de los sistemas acuáticos asociados (Luna, 2016). Por otro lado, los cambios de uso del suelo también provocan alteraciones hidrológicas. Algunas actividades provocan un aumento de la escorrentía y del caudal, lo cual provoca una disminución de la MOPG bentónica de los ríos (Torres, 2016).

A pesar de la importancia de la MOPG bentónica como fuente de energía en ríos que discurren por zonas boscosas, no se han realizado estudios que describan la cantidad, calidad y variación temporal de la MOPG bentónica en los ríos y arroyos costeros de Ecuador. En este trabajo, estudiamos la MOPG bentónica de dos ríos de tamaño similar, pero con diferentes usos del suelo. El objetivo de este trabajo es estudiar la cantidad, calidad y variabilidad temporal de la MOPG bentónica de los ríos Atacames y Súa y su relación con los usos del suelo en las áreas riparias. Mediante el análisis de la composición de MOPG bentónica, también se determinará la contribución de las diferentes especies riparias presentes en estos dos ríos. La hipótesis del trabajo es que la cantidad de MOPG en el río Súa será mayor que en el río Atacames, debido a que el río Súa está menos intervenido por el hombre.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en las cuencas de los ríos Atacames y Súa, situados al sur de la ciudad de Esmeraldas. La temperatura media mensual en la zona de estudio oscila entre los 24°C y los 26°C, mientras que la precipitación oscila entre 500 mm anuales en la parte baja del río Atacames y 4000 mm anuales en el suroeste de la cuenca del río Súa. En la zona de estudio, existe además una fuerte distribución estacional de las precipitaciones con una época húmeda o invierno que se manifiesta en los meses de enero a mayo y una época seca o verano entre los meses junio y diciembre (PDOT ATACAMES, 2014; PDOT SUA, 2015).

El río Atacames es de orden 4 y tiene una longitud de 42,5 km (Figura 1). El río Atacames nace en las ramificaciones noroccidentales de la Cordillera Costanera dentro de la Reserva Mache-Chindul, desemboca en la ciudad de Atacames y sus principales afluentes son los ríos Taseche y Sálima. La cuenca del río Atacames tiene un área de drenaje 117,6 km<sup>2</sup> y un porcentaje de bosque en la cuenca de 34.8 % según el mapa de usos de suelo de Ecuador (MAE, 2014). El río Súa es de orden 3 y tiene una longitud de 27.6 km (Figura1). El nacimiento del río Súa también se encuentra dentro de la reserva Mache

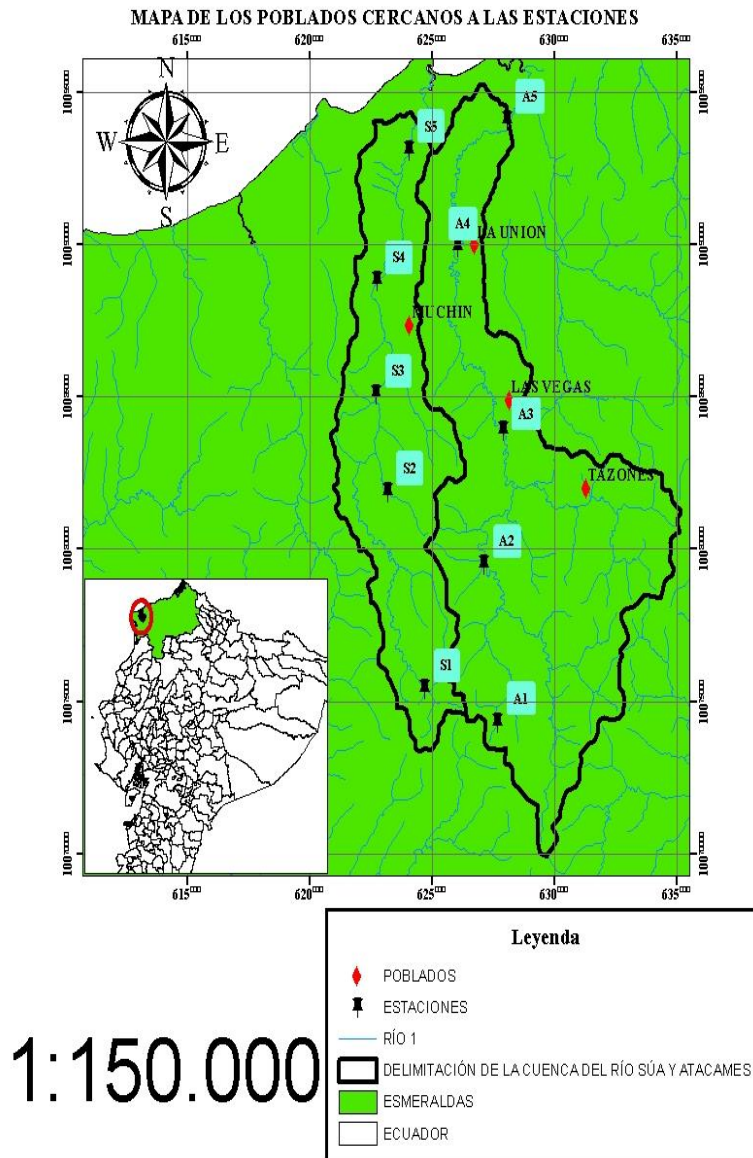


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en las cuencas de los ríos Súa y Atacames

Chindul y sus afluentes más importantes son los esteros Cacao, Cascajal, La Angostura, Portugués y Muchin que van de Este a Oeste. La cuenca del río Súa tiene un área de drenaje es de 63.7 km<sup>2</sup>% y cuenta con un porcentaje de bosque de 25,8%. según el mapa de usos de suelo de Ecuador (MAE, 2014).

Los usos del suelo varían a lo largo de las dos cuencas según el mapa de usos del suelo de Ecuador (MAE, 2014). En la cuenca alta del río Atacames, encontramos bosque nativo y usos agropecuarios, en la cuenca media, encontramos áreas pobladas y pastizales, mientras que en la cuenca baja encontramos pastizales. En la cuenca alta del río Súa,

encontramos pastizales, bosque nativo y áreas pobladas, mientras que en las cuencas media y baja encontramos cultivos permanentes, usos agropecuarios y pastizales.

## **2.2. Selección y caracterización de los puntos de muestreo.**

Se seleccionaron 10 estaciones de muestreo (Figura 1): 5 en el río Atacames y 5 en el río Súa. Estas estaciones se seleccionaron a lo largo de ambos ríos en función de la anchura del cauce y su cobertura vegetal y son representativas de las condiciones de cada uno de los ríos. Se delimitaron tramos del río de 25 metros (estaciones S1, S3, S5, A1, A3, A5 y A7) o de 50 metros (estaciones S9, S10 y A10) de longitud en función de la anchura del río.

A partir de mapas topográficos de escala 1:50000 se determinó el orden del río y el área de drenaje de cada punto de muestreo (Tabla 1). A partir del mapa de usos del suelo de Ecuador (MAE, 2014), se determinó la cobertura de bosque en la zona riparia y en la cuenca (Tabla 1). Para determinar la cobertura de bosque en la zona riparia se utilizó una banda de 50 m situada a cada lado del cauce. Todos estos análisis espaciales se realizaron con ArcMap 10.3. En cada una de las estaciones de muestro, se determinó la anchura media del cauce mediante 5 medidas de la sección del cauce realizadas a lo largo de la estación. También se estimó la cobertura arbórea sobre el cauce en 5 puntos como el ángulo formado entre las copas de los árboles de ambas orillas y el punto central del cauce mediante un clinómetro Nikon (Tabla 1).

Las estaciones del río Atacames se situaron en tramos de orden 1, 2 y 4, mientras que las estaciones del río Súa se situaron en tramos de orden 1, 2 y 3 (Tabla 1). El área de drenaje de las estaciones del río Atacames osciló entre 0,7 y 117,6 km<sup>2</sup>, mientras que el área de drenaje de las estaciones del río Súa fue menor y osciló entre 3.5 y 63.7 km<sup>2</sup>. La anchura del río Atacames osciló entre 8,05m y 16,90m, mientras que la del río Súa fue menor y osciló entre 3,90 m y 13,69 m. En el río Atacames, el porcentaje de bosque en la cuenca varió entre el 28,4% y el 44,9%, mientras que en el río Súa varió entre el 22,8% y el 45,8%. Sin embargo, el río Atacames (11,9 - 36,3 %) presentó un porcentaje de bosque ripario ligeramente mayor que en el río Súa (11,7 - 23,2 %). El ángulo medio de apertura

arbórea en el río Atacames osciló entre 10° y 108°, siendo ligeramente mayor que en el río Súa donde osciló entre 18° y 82°. En general, podemos afirmar que las estaciones de ambos ríos mostraron un nivel de intervención antrópica similar pero las estaciones del río Atacames tienen una anchura y una apertura arbórea mayor.

### 2.3. Muestreo de la MOPG bentónica

En cada estación del río, se tomaron 5 réplicas aleatorias de MOPG bentónica con una red Surber de 30 x 30 cm (0.09 m<sup>2</sup> de superficie de muestreo) y malla de 0.5mm mediante una tabla de números aleatorios. La MOPG recogida se guardó en bolsas de plástico etiquetadas que se transportaron al laboratorio y se congelaron. Este muestro se realizó en cuatro tres ocasiones con una periodicidad bimensual durante la estación seca (julio, septiembre y noviembre de 2016) y en una última ocasión al inicio de la estación húmeda (enero de 2017).

### 2.4. Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, las muestras se descongelaron y se secaron al aire libre durante 48 horas en bandejas de papel. La MOPG se clasificó en 4 categorías representativas: hojas, ramas y corteza (sólo ramas menores de 1 cm de diámetro), flores, frutos y semillas, y restos

Tabla 1. Descripción de los puntos de muestreo.

UTM significa sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator, siendo (X) el Ecuador y (Y) el meridiano.

Cuenca	Punto	Orden	Área de drenaje (km <sup>2</sup> )	Bosque (%)	Bosque ripario (%)	Ancho río (m)	Ángulo de apertura (°)	UTM X	UTM Y
Súa	S1	2	3,5	37,3	11,7	4,90	29	624722	10075391
Súa	S2	1	3,9	45,6	23,2	3,90	62	623196	10081869
Súa	S3	3	36,4	27,6	16,6	13,69	82	622735	10085070
Súa	S4	3	51,8	22,8	13,3	10,43	56	622763	10088811
Súa	S5	3	63,7	25,8	14,1	7,78	18	624066	10093108
Atacames	A1	1	0,7	28,4	11,9	4,28	10	627704	10074297
Atacames	A2	3	39,9	44,9	31,6	16,90	68	627145	10079476
Atacames	A3	4	84,0	41,0	36,6	16,03	108	627907	10083893
Atacames	A4	4	104,8	37,5	33,0	10,84	71	626053	10089914
Atacames	A5	4	117,6	34,8	30,4	8,05	31	628079	10094088

(material fragmentado que no se pudo asignar a otras categorías). Adicionalmente, las hojas se clasificaron inicialmente en morfo-tipos y posteriormente se identificaron hasta género o especie mediante las guías de Little (1983) y Palacios (2011) y la consulta de herbarios digitales (Missouri Botanical Garden, 2017; Arizona State University, 2017; The Field Museum, 2017).

La MOPG clasificada se secó en una estufa marca Elos Heat a 65°C durante 24 horas y se pesó en una balanza semi-analítica Metler Toledo MS104S con una precisión de 0.0001 g. Los datos de MOPG se expresaron como peso seco en  $\text{gr m}^{-2}$ .

## **2.5. Análisis estadísticos**

Los datos de MOPG se transformaron con la función raíz cuadrada para disminuir el efecto de los valores extremos y se compararon mediante análisis de la varianza de tres vías (Río x Estación x Tiempo) con el factor Estación anidado en el factor Río. Las comparaciones múltiples después del análisis de la varianza se realizaron con el test HSD de Tukey. Se realizaron correlaciones lineales y potenciales entre la MOPG media en cada estación y los indicadores ambientales de las estaciones (Tabla 1) para determinar los factores que controlan la MOPG bentónica en estos ríos. Todos los análisis estadísticos se realizaron en R (R Core Team, 2015).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Diferencias espaciales en la densidad y composición de la MOPG bentónica.

En el río Atacames, los datos reflejaron una menor densidad de MOPG bentónica, la cual fue de 28 g/m<sup>2</sup>, perteneciente a la A3, mientras que la mayor densidad de MOPGB, 142,6 g/m<sup>2</sup>, perteneciente a la estación A1 (Tabla 2). La densidad media de MOPG bentónica en el río Atacames fue de 69,7 g/m<sup>2</sup> (Tabla 2).

Referente a las categorías, en el río Atacames el comportamiento de las hojas, ramas, flores-frutos y restos que se observó en todas las estaciones no tenían un patrón definido en cuanto a su cantidad, es decir, que en ciertas estaciones unas categorías poseían más cantidad que otras y en otras estaciones sucedía todo lo contrario. En el río Atacames la estación A1 los restos y las flores-frutos obtuvieron una cantidad muy alta en todo el estudio con un 80,3 g/m<sup>2</sup> y 30,8 g/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación A4 presentó valores

Tabla 2. Densidad media de materia orgánica particulada gruesa en las estaciones de estudio.

Entre paréntesis se muestra la composición de la materia orgánica en porcentaje.

		<b>Total</b> (g/m <sup>2</sup> )	<b>Hojas</b> (g/m <sup>2</sup> )	<b>Ramas</b> (g/m <sup>2</sup> )	<b>Flores y</b> <b>frutos (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Restos</b> (g/m <sup>2</sup> )
<b>Atacames</b>	A1	142,6	12,3 (9)	19,3 (14)	30,8 (22)	80,3 (56)
	A2	40,5	11,7 (29)	11,9 (29)	0,1 (0)	16,9 (42)
	A3	28,0	11,4 (41)	8,1 (29)	1,3 (5)	7,2 (26)
	A4	99,2	19,6 (20)	58,7 (59)	4,8 (5)	16,1(16)
	A5	38,1	16,1 (42)	1,7 (4)	1,5 (4)	18,8 (49)
	Media	69,7	14,2 (20)	20,0 (29)	7,7 (11)	27,9 (40)
<b>Súa</b>	S1	62,0	9,3 (15)	5,0 (8)	10,7 (17)	36,9 (60)
	S2	23,3	8,3 (35)	2,8 (12)	1,7 (8)	10,5 (45)
	S3	45,7	12,6 (28)	10,0(22)	2,9 (6)	20,1(44)
	S4	58,9	19,7 (33)	10,1 (17)	0,4 (1)	28,8 (49)
	S5	72,5	30,8 (43)	10,0 (14)	6,0 (8)	25,6 (35)
	Media	52,5	16,1 (31)	7,6 (14)	4,4 (8)	24,4 (46)

representativos en la categoría de hojas y ramas con 19,6 g/m<sup>2</sup> y 58,7 g/m<sup>2</sup> respectivamente (Tabla 2). Podemos determinar que la variación temporal de la MOPG bentónica no sigue

una tendencia específica ya que suele variar de estación a estación y no se puede establecer un comportamiento fijo de la MOPG bentónica. Así mismo se observó que las categorías más abundantes fueron los restos seguidos de las ramas y las categorías en las cuales se encontró menor cantidad de materia orgánica fueron las hojas y las flores-frutos (Tabla 2).

En el río Súa, la MOPG osciló entre 23,3 g/m<sup>2</sup> en la estación S2 y 72,5 g/m<sup>2</sup> en la estación

Tabla 3. Anovas de tres vías (Río x Estación x Fecha) de la cantidad de materia orgánica.

El factor Estación está anidado en el factor Río.

Los datos se han transformado con la raíz cuadrada antes de realizar los análisis. Se muestran las comparaciones múltiples mediante el test de Tukey HSD. No existen diferencias significativas entre los meses con el mismo superíndice (N.S., diferencias no significativas). La p=probabilidad, a y b= no hay diferencias significativas entre los meses con el mismo superíndice.

	<b>Factores</b>		<b>Comparaciones múltiples</b>
<b>Total(g/m<sup>2</sup>)</b>	Río	N.S.	Súa = Atacames
	Fecha	p < 0.001	Ene < Jul <sup>a</sup> Sep <sup>a,b</sup> Nov <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	
<b>Hojas (g/m<sup>2</sup>)</b>	Río	N.S.	Súa = Atacames
	Fecha	p < 0.001	Ene < Jul <sup>a</sup> Sep <sup>a</sup> <Nov
	Río x Fecha	p < 0.05	
<b>Ramas (g/m<sup>2</sup>)</b>	Río	N.S.	Súa = Atacames
	Fecha	p < 0.00.1	Ene <sup>a</sup> Nov <sup>a</sup> < Jul <sup>b</sup> Sep <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	
<b>FFS (g/m<sup>2</sup>)</b>	Río	N.S.	Súa = Atacames
	Fecha	p < 0.001	Ene <sup>a</sup> Jul <sup>a</sup> Sep <sup>a,b</sup> Nov <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	
<b>Restos (g/m<sup>2</sup>)</b>	Río	N.S.	Súa = Atacames
	Fecha	p < 0.001	Ene < Jul <sup>a</sup> Sep <sup>a,b</sup> Nov <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	

S5 (Tabla 2)., la densidad media para el río Súa fue ligeramente menor a la del río Atacames con 52,5 g/m<sup>2</sup> (Tabla 2), pero las diferencias entre ambos ríos no fueron significativas (Tabla 3).

En el río Súa hubo un patrón más definido en cuanto a la MOPG bentónica en cuanto a las categorías, en 4 de 5 estaciones predominaron los restos. En la estación S1 se encontró el valor más alto de los restos con 36,9g/m<sup>2</sup> (Tabla 2). En ambos ríos, los restos fueron la categoría más abundante (Tabla 2). Todas las categorías fueron más abundantes en el río

Atacames, excepto las hojas que fueron más abundantes en el río Súa (Tabla 2). Estas diferencias fueron de pequeña magnitud y no se observaron diferencias significativas en las categorías de la MOPG entre ambos ríos (Tabla 3).

En la composición de la MOPG bentónica, los restos demostraron una gran importancia en la mayoría de las estaciones, alcanzando porcentajes que oscilaron entre el 16 y el 60%, siendo similares los valores encontrados en ambos ríos (Tabla 2). Por otro lado, la categoría que secunda a los restos son las hojas en el río Súa con porcentajes que oscilaron entre 15 y 43%. Las ramas presentaron mayor cantidad en el río Atacames con porcentajes que van desde 4 a 59%. Finalmente la categoría que presentó menor MOPG bentónica en ambos ríos fue la categoría de flores y frutos que con porcentajes que oscilaron entre 1 y 22%. Se determinó que la categoría más significativa del estudio fueron los restos, ya que estos son partes que no se reconocen y están en mayor cantidad debido al grado de descomposición por acción de la temperatura del lugar y la categoría menos significativa fueron los frutos, debido a que son consumidos o se encuentran en menor disponibilidad con relación a las categorías. En el caso de la composición de la MOPG, las diferencias entre ambos ríos tampoco fueron significativas (Tabla 4).

### **3.2. Diferencias temporales en la densidad y composición de la MOPG bentónica**

En las gráficas de la figura 2 se observó que las estaciones con mayor variación temporal en la cantidad de materia orgánica fueron la A1, A4 y A5 pertenecientes al río Atacames y S1, S4 pertenecientes al río Súa; las cuales presentaron una notable variación. En la estación A1 la variación de la MOPG bentónica varió entre 22,4 g/m<sup>2</sup> y 365,5 g/m<sup>2</sup>, en la estación A4 hubo una variación entre 15,9 g/m<sup>2</sup> y 173,5 g/m<sup>2</sup>, la estación A5 presentó valores que oscilaron entre 0,8 g/m<sup>2</sup> y 100,4 g/m<sup>2</sup>, en la estación S1 se encontró valores que oscilaron entre 4,2 g/m<sup>2</sup> y 156,9 g/m<sup>2</sup>. En la estación S4 los valores oscilaron entre 15,4 g/m<sup>2</sup> y 152 g/m<sup>2</sup>. Se notó las similitudes en los valores de MOPG bentónica encontrada en ambos ríos.

Las estaciones que tuvieron menor variación temporal de materia orgánica según las gráficas fueron A3, perteneciente al río Atacames, S2, S3 y S5, pertenecientes al río Súa. La estación A3 presentó valores que oscilaron entre 7,2 g/m<sup>2</sup> y 54,4 g/m<sup>2</sup>, la estación S2 presentó valores que variaron entre 5,7 g/m<sup>2</sup> y 49,8 g/m<sup>2</sup>, la estación S3 presentó valores

que oscilaron entre 18,4 g/m<sup>2</sup> y 63,2 g/m<sup>2</sup>, la estación S5 presentó valores entre 36,7 g/m<sup>2</sup> y 92,5 g/m<sup>2</sup> (Figura 2).

Los ríos Atacames y Súa presentaron mayor cantidad de MOPGB expresadas en gramos sobre metro cuadrado en la mayoría de las estaciones fue en el mes de noviembre. Se observó en 9 de las 10 estaciones de ambos ríos, el mes con menor materia orgánica fue enero a excepción de la estación S5 (Figura 2). En las estaciones del río Atacames las cantidades de MOPG bentónica oscilaron entre 112,2 g/m<sup>2</sup> (A3) y 570,5 g/m<sup>2</sup> (A1) y en las estaciones del río Súa los valores oscilaron entre 93,1 g/m<sup>2</sup> (S2) y 289,8 g/m<sup>2</sup> (S5). Hubo 4 estaciones que se manifestaron algo diferente al resto, en las estaciones A4, A5 (río Atacames) y S4 (río Súa) el mes de septiembre fue mayor al resto de los meses; la estación S5 la dinámica de la MOPG bentónica se manifestó muy similar en los 4 meses (Figura 2). La figura 2 reveló que las diferencias entre ambos ríos con respecto a la cantidad de materia orgánica son mínimas, es decir, no son relevantes ya que se manifiesta muy similar la materia orgánica en los diferentes meses del estudio. El estudio reveló que las diferencias fueron poco significativas ya que ambos ríos coinciden que el mes de con mayor cantidad de materia orgánica fue el mes de noviembre, seguido de septiembre y julio, y finalmente enero (Tabla 3).

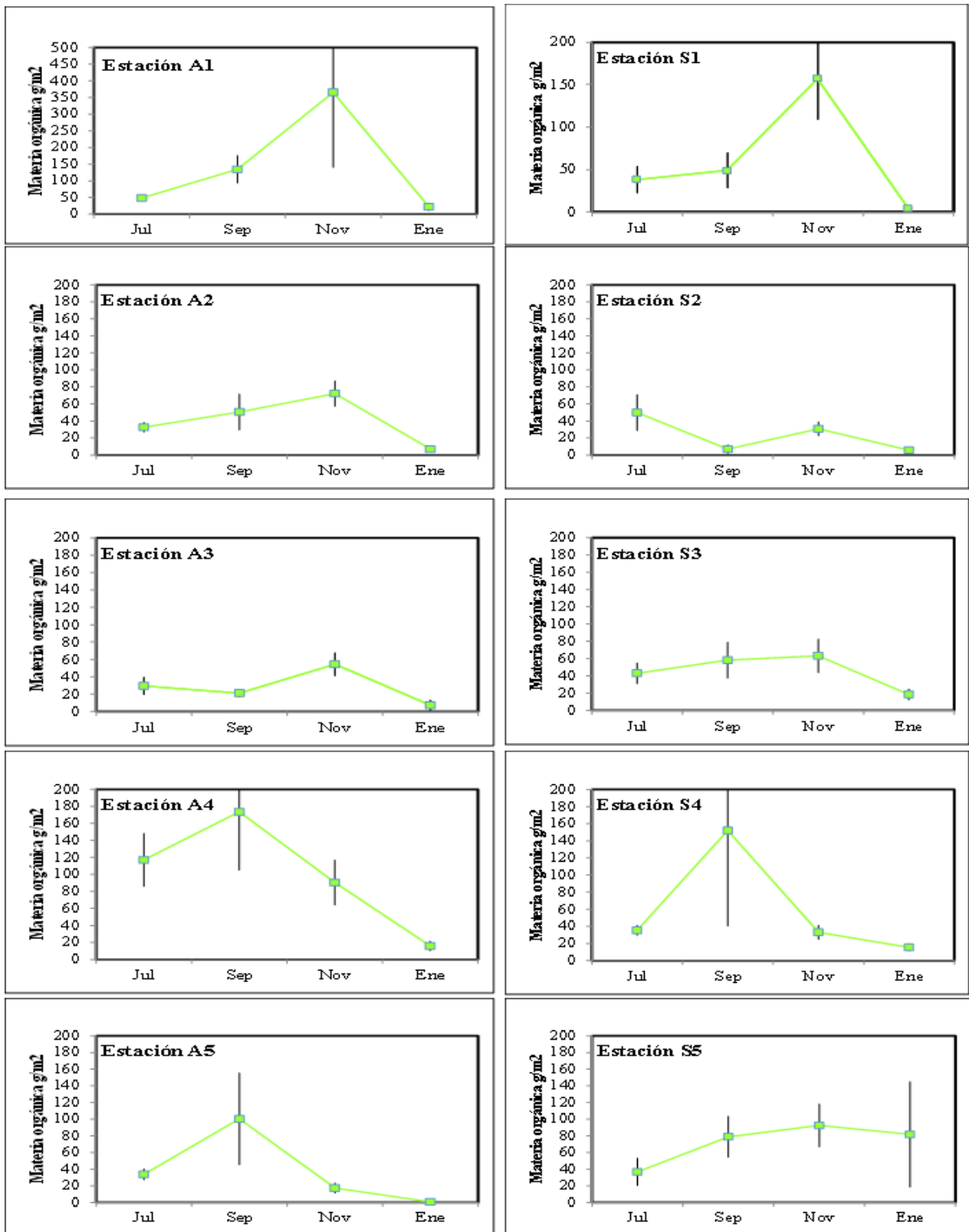


Figura 2. Materia orgánica particulada gruesa bentónica (media  $\pm$  desviación estándar) en cada una de las estaciones (A, río Atacames; S, río Súa).

Las estaciones con mayor variación temporal en la composición de la MOPG fueron la A1, A4 y A5, pertenecientes al río Atacames (Figura 3). Las estaciones con menor variación temporal en cuanto a las categorías son las A2 y A3 (río Atacames) y todas las estaciones del río Súa. Al desglosar las categorías, los restos mostraron poca variabilidad temporal en las estaciones A3, A4, (río Atacames) S1, S4 y S5 (río Súa), pero mostró una gran variabilidad temporal en las estaciones restantes, cabe mencionar que fue la categoría más abundante en la mayoría de las estaciones. La categoría de las ramas demostró mucha variabilidad en una estación del río Atacames la A4, mientras que en el resto de las estaciones la variabilidad fue poca. Las hojas demostraron una alta variabilidad temporal en las estaciones A3, A4 (río Atacames) y S4 (río Súa), mientras que en el resto de estaciones la variabilidad temporal fue poca. El único patrón que se repite en todas las estaciones es que la categoría de flores y frutos representa una fracción pequeña de la MOPG bentónica en todas las estaciones a lo largo del tiempo. Las diferencias en ambos ríos no fueron significativas ya que en la mayoría de las estaciones las categorías se manifiestan bastante similares (Tabla 3). Las variaciones temporales en las categorías no tienen ninguna similitud con las variaciones de la MOPG bentónica total, debido a que en las categorías se expresa el porcentaje de hojas, ramas, flores-frutos y restos y las variaciones temporales de la MOPG bentónica demuestran el total de cada una de estas categorías en los 4 meses del estudio.

En cuanto a la composición de la materia orgánica podemos apreciar en las estaciones de ambos ríos los porcentajes que fueron más representativos de cada categoría, los restos se encontraron en un 100% en la estación A5 (río Atacames) en el mes de enero, seguido de las hojas con un 78% perteneciente a la estación S4 (río Súa) del mes de enero, las ramas obtuvieron un porcentaje de 75% en la estación A4 (río Atacames) en el mes de septiembre y la categoría de flores y frutos resultó con un 28% en la estación S1 (río Súa) en el mes de noviembre (Figura 3). En cuanto a la composición de la MOPG bentónica no existe un patrón temporal definido, es decir, no se puede determinar que categoría es la más representativa en varias estaciones o en qué mes y cuáles no, debido a que no existe algo definido. Con ello nos damos cuenta que las diferencias en ambos ríos en cuanto al comportamiento de las categorías en las diferentes estaciones no son significativas, es decir, presentan grandes similitudes (Tabla 4).

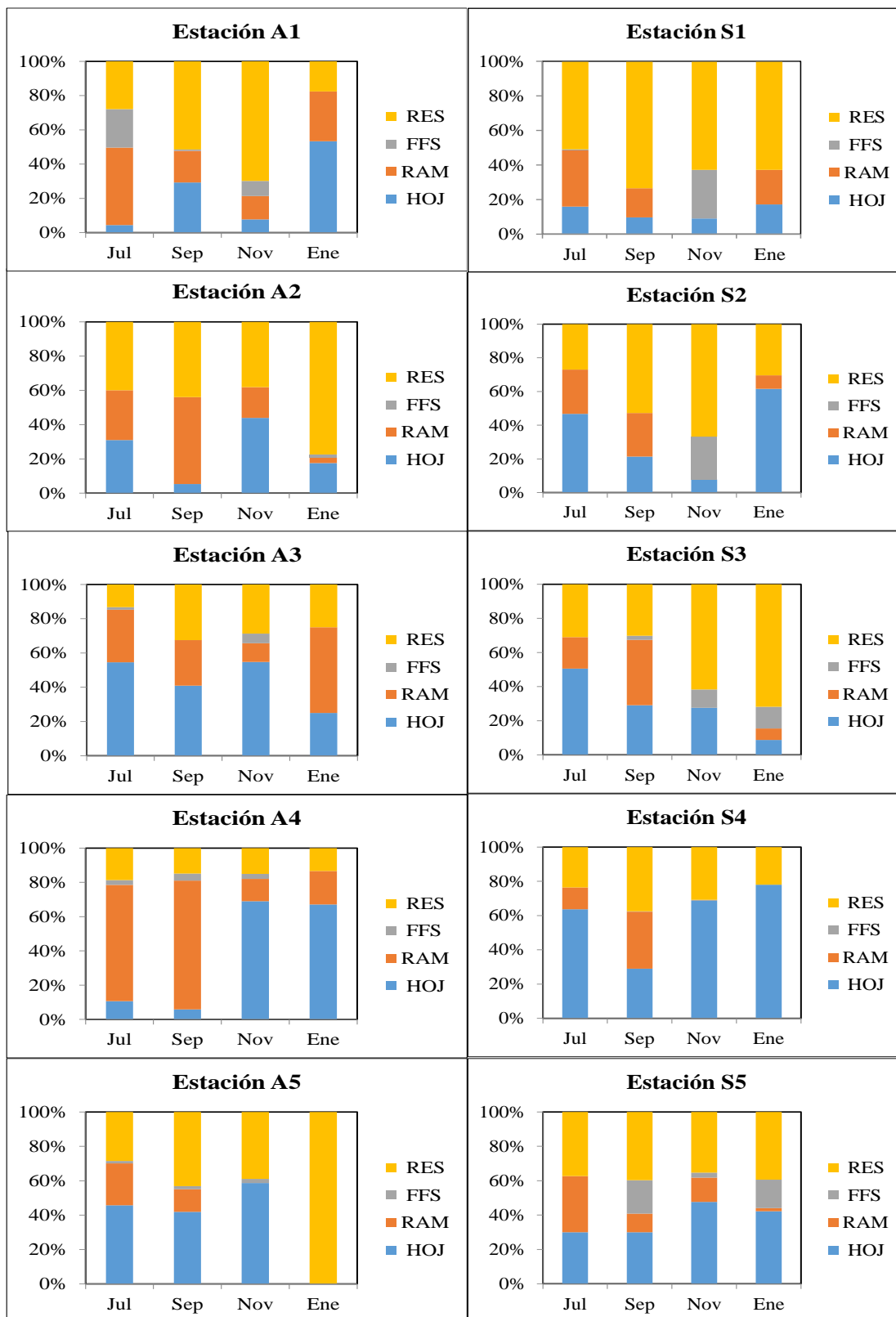


Figura 3. Composición de la materia orgánica particulada bentónica en cada una de las estaciones (A, río Atacames; S, río Súa).

RES: Restos; FFS: Flores y frutos; RAM: Ramaz; HOJ: Hojas.

Tabla 4. Anovas de tres vías (Río x Estación x Fecha) de la composición de la materia orgánica (%).

El factor Estación está anidado en el factor Río. Se muestran las comparaciones múltiples mediante el test de Tukey HSD. No existen diferencias significativas entre los meses con el mismo superíndice (a,b) (N.S., diferencias no significativas).

	<b>Factores</b>		<b>Comparaciones múltiples</b>
<b>Hojas (%)</b>	Río	N.S.	Súa=Atacames
	Fecha	p < 0.05	Sep <sup>a</sup> Jul <sup>a</sup> < Nov <sup>b</sup> Ene <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	
<b>Ramas (%)</b>	Río	N.S.	Súa=Atacames
	Fecha	p < 0.001	Nov <sup>a</sup> Ene <sup>a</sup> < Sep <sup>b</sup> Jul <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	
<b>Flores y frutos (%)</b>	Río	N.S.	Súa=Atacames
	Fecha	p < 0.05	Ene <sup>a</sup> Jul <sup>a</sup> Sep <sup>a</sup> < Nov <sup>b</sup>
	Río x Fecha	p < 0.05	
<b>Restos (%)</b>	Río	N.S.	Súa=Atacames
	Fecha	p < 0.05	Jul <sup>a</sup> Ene <sup>a,b</sup> Sep <sup>a,b</sup> Nov <sup>b</sup>
	Río x Fecha	N.S.	

### 3.3. Contribución de las especies riparias.

En el conjunto de los dos ríos, se encontraron 29 morfotipos de hojas de árboles y arbustos que fueron identificadas hasta nivel de género o especie (Tabla 5). En ambos ríos se identificó un número similar de morfotipos, 22 en el río Atacames y 21 en el río Súa, de los cuales 14 fueron comunes a los dos ríos.

La presencia del chíparo (*Zygia longifolia*) fue notable en ambos ríos, representando más del 30 % del total de hojas recogidas. Los matapalos (*Ficus* sp.) también fueron abundantes en ambos ríos, pero su abundancia relativa en el río Súa, 39,3 %, fue mayor que en el río Atacames, 12,6 %. Otras especies que aparecieron en ambos ríos con una contribución superior al 2% fueron el caimitillo (*Chrysophyllum argenteum*) y el cacao (*Theobroma cacao*). Además, en el río Atacames se observaron la caña guadua (*Guadua angustifolia*), la guaba (*Inga edulis*), el aguacatón (*Ocotea* sp.) y el almendro (*Terminalia catappa*), mientras que en el río Súa se observó el portillo (*Erythrina* sp.). La presencia de las especies restantes fue marginal y su contribución se situó por debajo del 2%.

Tabla 5. Contribución de las especies riparias a la materia orgánica particulada bentónica.

Se muestran la densidad media de hojas en cada río ( $\text{g m}^{-2}$ ) y la composición (%) entre paréntesis.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Atacames</b>	<b>Súa</b>
Fabaceae	<i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Britton & Rose	Chíparo	4,93 (35,0)	5,87 (36,4)
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. L.	Matapalos	1,76 (12,5)	6,31 (39,1)
Moraceae	<i>Castilla tunu</i> Hemsl.	Cauchillo	1,46 (10,4)	0,31 (1,9)
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Caimitillo	1,06 (7,6)	1,14 (7,0)
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	0,86 (6,1)	0,37 (2,3)
<u>Poaceae</u>	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth.	Caña Guadúa	0,80 (5,7)	0,06 (0,4)
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	0,78 (5,5)	0,09 (0,6)
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. Aubl.	Aguacatón	0,59 (4,2)	---
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	0,51 (3,6)	---
Sapindaceae	<i>Cupania cinérea</i> Poepp.	Achotillo	0,26 (1,9)	0,12 (0,7)
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i> Vahl.	Cedrillo	0,21 (1,5)	0,14 (0,9)
Moraceae	<i>Pseudolmediarigida</i> (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec.	Chimi	0,18 (1,3)	0,20 (1,3)
Boraginaceae	<i>Cordia hebeclada</i> Johnston, Ivan Murray.	Muyuyu	0,19 (1,2)	---
Malpighiaceae	<i>Malpighia</i> sp. L.	Cereza	0,12 (0,8)	---
Silicaceae	<i>Zuelania</i> sp. A. Rich.	S/N	0,11 (0,7)	0,09 (0,5)
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp. Meisn.	Laurel negro	0,10 (0,7)	---
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp. L.	Portillo	0,05 (0,4)	1,14 (7,1)
Piperaceae	<i>Piper</i> sp. L.	Cordoncillo	0,05 (0,3)	---
Lauraceae	<i>Mezilaurus</i> sp. Kuntze ex Taub.	S/N	0,04 (0,3)	---
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Árbol del café	0,02 (0,2)	0,03 (0,2)
Moraceae	<i>Castilla elástica</i> Sessé.	Caucho	0,01 (0,1)	0,04 (0,2)
Moraceae	<i>Ficus máxima</i> Miller, Philip.	Higuerón	0,01 (0,1)	---
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	Naranja	---	0,04 (0,3)
Fabaceae	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Guaba machetona	---	0,11 (0,7)
Malpighiaceae	<i>Clonodia</i> sp. Griseb.	S/N	---	0,04 (0,2)
Moraceae	<i>Ficus insípida</i> Willd.	Higuerón	---	0,03 (0,2)
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.	Buganvilla	---	0,02 (0,1)
Rutaceae	<i>Citrus máxima</i> (Burm.) Merr.	Toronja	---	0,01 (0,1)
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Pega pega	---	0,01 (< 0,1)

### **3.4. Factores que regulan la MOPG bentónica**

En cuanto a los factores que regulan la MOPG bentónica, encontramos ciertas variables ambientales que explican la distribución de materia orgánica. Se utilizó la relación entre el total de MOPG bentónica, el total de hojas y factores como: orden del cauce, área de drenaje (km<sup>2</sup>), porcentaje de bosque en la cuenca, porcentaje de bosque ripario, anchura del río y ángulo de apertura el total de MOPG bentónica. Las relaciones que resultaron ser significativas fueron la MO total con el porcentaje de bosque nativo en la cuenca y el ángulo de apertura (Figura 4). Otras relaciones significativas fueron la densidad de hojas con el área de drenaje y con el porcentaje de bosque nativo en la cuenca (Figura 4). Estas variables determinan la distribución de la materia orgánica en el cauce del río.

Las variables restantes no demostraron ser significantes, es decir, no determinan la distribución de la materia orgánica (Figura 4).

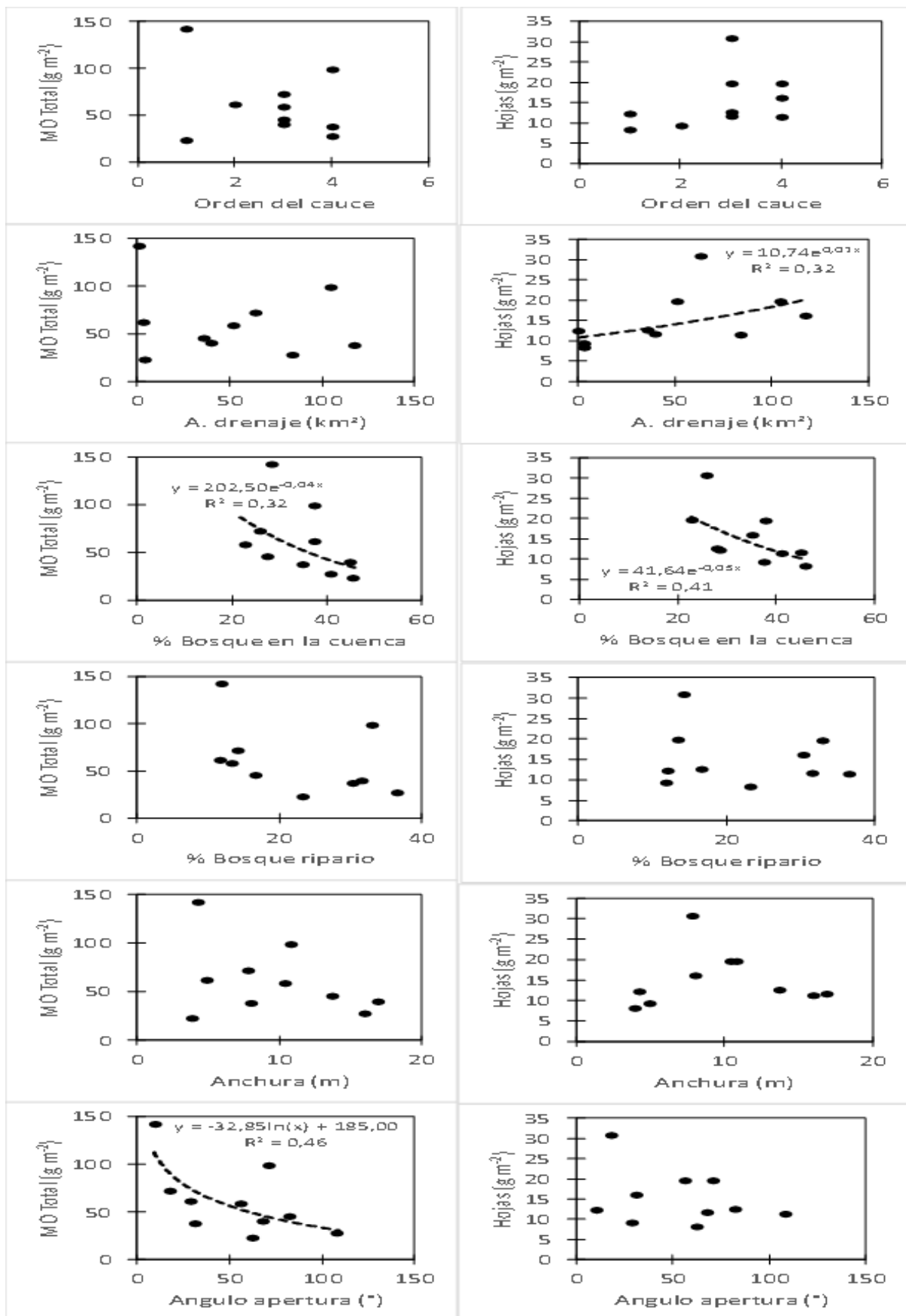


Figura 4. Relación entre la densidad de MO total, el total de hojas y las variables ambientales de las estaciones.

## 4. DISCUSIÓN

La presente investigación demostró que no existen diferencias significativas entre los ríos Atacames y Súa en la cantidad de MOPG bentónica, dejando así la hipótesis inicial rechazada.

### 4.1. Cantidad de materia orgánica.

Este trabajo evaluó la cantidad de materia orgánica encontrada en dos ríos (Atacames y Súa) pertenecientes al cantón Atacames de la provincia de Esmeraldas (Ecuador), el clima de esos lugares es tropical y sub-húmedo. Este estudio fue comparado con diversos trabajos realizados a lo largo de la historia, en los cuales se estudia la cantidad de materia orgánica en diferentes ríos, tiempos y climas (templados y tropicales):

El resultado final del estudio fue una densidad media de  $69,7 \text{ g/m}^2$  para el río Atacames y para el río Súa  $52,5 \text{ g/m}^2$  (Tabla 2), estas cantidades fueron muy bajas con relación al estudio de Naiman y Sedell (1979), llevado a cabo en Oregón (EE.UU.), estudiaron 4 afluentes, en 2 de ellos se encontró gran cantidad de materia orgánica particulada gruesa bentónica (MOPGB): Devils Club Creek con  $108,63 \text{ g/m}^2$  y McKenzie River con  $3506,31 \text{ g/m}^2$ , mientras que los 2 afluentes restantes se obtuvieron cantidades menores a comparación del río Atacames, Mack Creek con  $62,66 \text{ g/m}^2$  y Lookout Creek obtuvo un  $24,72 \text{ g/m}^2$  menor a ambos ríos. En Portugal, Abelho y Graça, (1998) estudiaron un río llamado Margaraça en donde se encontró  $1979,05 \text{ g/m}^2$ ; Webster, et al. (1990) realizaron un estudio en Carolina del Norte (EE. UU.) en donde se estudiaron 5 corrientes, 2 de ellas estaban poco intervenidas y fueron usadas de referencia y 3 de ellas estaban más alteradas: Grady Branch obtuvo  $256,84 \text{ g/m}^2$ , Hugh White Creek obtuvo  $224,21 \text{ g/m}^2$ , Sawmill Branch obtuvo  $135,78 \text{ g/m}^2$ , Big Hurricane Branch obtuvo  $130,52 \text{ g/m}^2$  y Carpenter Branch obtuvo  $268,42 \text{ g/m}^2$ , este valor fue más alto a pesar de estar más alterado que las dos primeras afluentes; Goncalves, Silva y Callisto (2006) realizaron un estudio en Brasil donde se obtuvo  $316 \text{ g/m}^2$ . Todos los estudios anteriores fueron superiores en cantidad de materia orgánica a comparación a los ríos de Esmeraldas-Ecuador, cabe resaltar que la temporalidad de este estudio fue mucho menor a diferencia de los estudios

Tabla 6. Total de Materia Orgánica Particulada Gruesa Bentónica en diferentes lugares.

Localización	Orden	MOPG Bentónica g/m <sup>2</sup>	Referencia
Oregón- Estados Unidos.	1-7	24,72-3506,31	Naiman y Sedell (1979)
Carolina del Norte-Estados Unidos	1-2	130,52-268,42	Webster, et.al. (1990)
España	1-3	12,1-59,6	González y Pozo (1996)
Portugal	1	1979,05	Abelho y Graça, (1998)
España	4	91-140,3	Molinero y Pozo (2004)
Brasil	3	316	Goncalvez, et, al. (2006)
Mar Mediterráneo, cerca de la Península Ibérica.	3	84,21-113,68	Acuña et,al. (2007)
Ecuador	3	94,52-122,65	Vanegas, (2016)
Ecuador	1-4	52,5-69,7	Este trabajo.

mencionados y así mismo tienen una estación como el otoño que es favorable para hallar mayor cantidad de materia orgánica (Tabla 6).

Sin embargo, esta investigación reveló que las cantidades de materia orgánica de los ríos Atacames y Súa fueron mayores con respecto a los trabajos de González y Pozo (1996) realizado en España, se estudiaron 4 corrientes las cuales fueron denominadas como B,5,7 y 9, en donde los valores oscilaron entre 12,2 g/m<sup>2</sup> y 59,6 g/m<sup>2</sup> perteneciente a la corriente 7 y B Vanegas (2016) realizó un estudio en una zona templada del Ecuador en donde estudio 2 microcuencas y en cada una de ellas había un afluente de referencia: en El Carmen se encontró 40,07 g/m<sup>2</sup>, en Espumos se encontró 82,75 g/m<sup>2</sup>, en Mónica se encontró 43,31 y en Santa Urco se encontró 51,22 g/m<sup>2</sup>, en este estudio nos damos cuenta que las Espumos y Santa Urco al estar menos intervenidas poseen mayor cantidad de materia orgánica al igual que las primeras estaciones de este estudio (Tabla 2); otro estudio realizado en España por Molinero y Pozo (2004) obtuvieron en el sitio D: 122,65 g/m<sup>2</sup> y en el sitio E: 171,9 g/m<sup>2</sup>; Acuña, Giorgi, Muñoz, Sabater, y Sabater (2007) realizó

un estudio en el Mar Mediterráneo, cerca de la Península Ibérica donde se obtuvo 288,42 g/m<sup>2</sup> (Tabla 6). Al observar los resultados de los 2 últimos estudios notamos que las cantidades son mayores a las de los ríos Atacames y Súa, esto se debe al tipo de clima y al tiempo de recolección de cada estudio.

El río Atacames al estar menos intervenido que el río Súa posee mayor cantidad de materia orgánica, fenómeno que contrasta con el estudio de Vanegas (2016), en donde el Carmen a pesar de estar más intervenida obtuvo mayor cantidad de materia orgánica que la cuenca Mónica, cabe mencionar que las diferencias son mínimas en ambos estudios.

Podemos concluir que Atacames y Súa son ríos que poseen en su cuenca una cobertura vegetal significativa a diferencia de los otros lugares de comparación con el estudio.

#### **4.2. Composición de la MOPG bentónica.**

Se considera que la categoría más importante fueron las hojas debido a que son la fuente principal de alimento para los organismos del ecosistema (Rezende et al., 2014), además a partir de estas hojas se pudo hacer un reconocimiento del tipo de vegetación que se encuentra en la zona de estudio. La densidad media de hojas en el río Atacames fue de 14,2 g/m<sup>2</sup> y en el río Súa fue 16,1 g/m<sup>2</sup>, dentro los valores se encontraron cantidades que oscilaron de 8,3 g/m<sup>2</sup> a 30,8 g/m<sup>2</sup> ambas perteneciente al río Súa (Tabla 2), mientras que en el estudio de Naiman y Sedell (1979) realizado en Oregón, los valores oscilaron entre 4,84 g/m<sup>2</sup> y 78,21 g/m<sup>2</sup>, claramente podemos observar que en cuanto al mínimo de densidad media de las hojas este estudio posee mayor cantidad pero en cuanto al máximo el estudio de Naiman y Sedell (1979) es superior, es comprensible debido a que en Oregón favorece la época de otoño.

En el río Atacames, en cuanto a los porcentajes se obtuvieron 20% de hojas, 29% de ramas, 11% de flores-frutos y 40% de restos; en el río Súa los porcentajes que se obtuvieron fueron: 31% de hojas, 14% de ramas, 8% de flores-frutos y 46% de restos (Tabla 2). Adicionalmente, estudios realizados por Gonzáles y Pozo (1996), muestran sus resultados en cuanto a las hojas oscilan de 2,7% a 18,3%, las ramas oscilan de 2,7% a 19,6%, las flores-frutos oscilan de 0,7% a 2,6% y los restos van 4,8% a 19,1%, estos valores están por debajo de los valores encontrados en los ríos Atacames y Súa, esto se puede atribuir debido a que en este estudio, el trabajo de campo se delimitaron más

estaciones y así mismo pudimos notar que la que la categoría con mayor materia orgánica MO fueron los restos y la categoría con menor MO fueron las flores y frutos. El hecho de que la categoría flores y frutos sean escasos es porque varios animales se alimentan de estos, antes de que lleguen a formar parte de la materia orgánica. Abelho y Graça, (1998) obtuvieron valores más altos respecto a este estudio en cuanto a la categoría de ramas con un 61,9 % a diferencia del resto de categorías que siguen siendo menor, hojas con un 12,5%, flores-frutos con un 7% y restos con un 18,6%, la categoría más destacada fue las ramas a diferencia de otros estudios y las flores y frutos sigue teniendo menor cantidad al igual que otros estudios.

En el estudio realizado en España de Molinero y Pozo (2004) se estudiaron 2 sitios al igual que esta investigación, en Atacames y Súa destacaron los restos con 40% y 46% respectivamente, en el sitio D y E los valores fueron 29,4% y 10,47% respectivamente, el hecho por el cual en los ríos Atacames y Súa haya más cantidad de restos es por el clima, los rayos solares aumentan las temperaturas y tienden a descomponer la vegetación y gran parte resulta ser irreconocible por lo que se le denomina restos. Molinero y Pozo (2004) obtuvieron valores más altos en cuanto a la categoría hojas a diferencia de este estudio, el sitio D obtuvo un 36,4% y el sitio E obtuvo un 55,97% mientras que Atacames obtuvo un 20% y Súa un 31%, esto se debe a que en el estudio de España la mayoría de la vegetación eran árboles de Eucalipto y las hojas de este árbol tardan un poco para descomponerse por la composición de la hoja y la acción de la temperatura, a diferencia de la variada vegetación y las altas temperaturas que poseen las riberas de Atacames y Súa. El estudio de Molinero y Pozo (2004) el sitio D fue menor en la categoría ramas con un 27,87% frente al río Atacames con un 29%, mientras que el sitio E fue mayor con un 30,2% frente al río Súa con un 14%. En cuanto a las flores y frutos sigue siendo la categoría más baja en todos los estudios, pero en Atacames es mayor al sitio D con un 11% y 6,4% respectivamente; y Súa con un 8% sigue siendo frente al sitio E con 7,5%, esto se debe a la riqueza de especies que poseemos en nuestro medio.

### **4.3. Periodicidad de la MOPG bentónica**

En ambos ríos (Atacames y Súa) los 3 primeros meses se encontró mayor cantidad de materia orgánica por metro cuadrado debido a que la estación de verano hace propenso al lugar para que tiendan a caer las hojas de los árboles al río y debido a la escasez de agua no contribuye a la fuerza de la corriente, entonces mucha materia orgánica particulada gruesa bentónica suele quedar acumulada en diversos fragmentos que se encuentran a lo largo de los cuerpos de agua. Así mismo en ambos ríos el mes de enero la cantidad de MOPGB es escasa debido a que empieza la estación invernal y por las lluvias toda la materia orgánica que esta acumulada por efectos del agua se limpia y es llevada toda esta materia orgánica aguas abajo, lo que resulta que en los puntos de muestreo haya una disminución significativa de MOPGB (Figura 2).

Varios estudios se realizaron en lugares distintos, en los cuales hay 4 estaciones a diferencia de Ecuador en donde hay 2. En las montañas al oeste de Oregon Naiman y Sedell (1979) recolectaron sus muestras en invierno (marzo), primavera (mayo), verano (julio) y otoño (octubre) de 1976. Estas zonas son templadas en donde los picos más altos se encuentran en la época de otoño debido al desprendimiento de hojas de los árboles y los picos más bajos se encuentran en verano. Según Abelho y Graça (1998); Molinero y Pozo (2004) aportan que la disponibilidad de materia orgánica para las comunidades bentónicas es limitada en la época de verano, en el otoño hay muchas cantidad de materia orgánica debido al desprendimiento de las hojas y en la época de primavera la poca caída de hojas y flores son esenciales para aportar energía al ecosistema en épocas de escases, estos estudios contrastan radicalmente con el presente trabajo debido a que en la época de verano es donde se encuentra mayor cantidad de materia orgánica a diferencia de la época invernal. Otros estudios como el de Webster et al. (1990) coincidieron con este trabajo, en donde afirman que en verano encontraron mayor cantidad de materia orgánica y en el invierno a causa de las lluvias la MO es totalmente lavada quedando así muy poca. Acuña et al. (2007) realizó un trabajo que duró 3 años y a lo largo del tiempo hubo grandes variaciones de la MO, por lo cual llegaron a la conclusión de que la materia orgánica en este tipo de clima se ve afectada por las inundaciones (lluvias), encontrando así mayor cantidad de materia orgánica al finalizar la época seca (abril, septiembre y octubre). El estudio realizado al sur de Brasil de Goncalves, Silva y Callisto (2006) aportan que la MO se comportó de manera distinta a otros estudios debido a que el estudio se realizó de

mayo a noviembre, en donde hubo siempre MOPGB pero hubo un aumento en la época invernal aproximada a la época de primavera.

#### **4.4. Variables que afectan la distribución de la MOPGB.**

En la presente investigación las variables ambientales estudiadas que condicionan la cantidad y distribución de la MO fueron el porcentaje de bosque de la cuenca y el ángulo de apertura, es decir, la MOPGB en el lugar de estudio está condicionada por la vegetación. Webster, et al. (1990); Molinero y Pozo (2004) afirman que el almacenamiento y cantidad de MOPGB se ve relacionada con la precipitación, este fenómeno puede ser irregular, es decir, puede haber flujos bajos y haber alta retención (Figura 4). Gonçalves, Silva y Callisto (2006) concuerda con los trabajos de Webster, et al. (1990) y Molinero y Pozo (2004), en los cuales se menciona que las precipitaciones tienen gran influencia en la dinámica de la materia orgánica, pero aporta que la interrupción tanto natural y antrópica afectan de la misma forma. Otros factores como la velocidad del flujo y la morfología del canal también podrían influir en las cantidades de MOPGB, afectando así la eficiencia de retención según Snaddon, et al. (1992).

#### **4.5. Especies riparias.**

Se encontraron 29 especies de árboles distintos en donde la *Zygia longifolia* fue la especie más encontrada, estas especies no fueron encontrados en ningún estudio (Tabla 5). Webster et al. (1990) encontró 14 diferentes especies y la más representativa fue *Quercus spp.* En el estudio de González y Pozo (1996) se encontraron aproximadamente 9 especies en donde la especie *Quercus robur* destacó. En el estudio de Molinero y Pozo (2004) encontraron 7 especies, en donde destacó *Corylus avellana*. Gonçalves, Silva y Callisto, (2006), encontraron 14 especies dentro de las cuales había una llamada *Ocotea cf. Lancifolia* perteneciente a la familia Lauraceae, en este trabajo hubo 3 especies que pertenecen a la misma familia, las cuales son: *Ocotea sp.*, *Nectandra sp.* y *Mezilaurus sp.*, este estudio se realizó en un área tropical al igual que esta investigación por ese motivo se encontró especies de la misma familia y el clima es propenso para una gran cantidad de especies de plantas. Todos los trabajos mencionados tuvieron más tiempo de recolección de muestras y la mayoría de estos eran en zonas templadas por lo cual la cantidad de especies es menor a comparación de las zonas tropicales en donde se encontró más especies en comparación al área de estudio.

## 5. CONCLUSIONES

- En el estudio se reconocieron aproximadamente 29 especies diferentes de cuerpos vegetales, encontramos que la especie *Zygia longifolia*(Chíparo) predomina en ambos ríos.
- El río Atacames presentó más densidad media de materia orgánica particulada gruesa en las estaciones de estudio frente al río Súa con 69,7g/m<sup>2</sup> y 52,5g/m<sup>2</sup> respectivamente.
- La categoría más abundante en el río Atacames y Súa fue los restos con un 40% y 46% respectivamente y, por otro lado, la categoría con menor abundancia fueron las flores y frutos que obtuvieron 11% en el río Atacames y 8% para el río Súa.
- Las anovas reflejaron que las diferencias entre ambos ríos en cuanto al total de materia orgánica no eran significativas, en cuanto a los meses en el total de MOPGB la probabilidad fue <0.001 en donde enero fue menor a los otros meses, mientras que noviembre fue el mes con mayor materia orgánica, julio y septiembre presentan similitudes. Las anovas de composición en cuanto a los dos ríos no se encontraron diferencias significativas.
- Los cambios de uso del suelo suelen modificar la cantidad y calidad de la materia orgánica que se puede encontrar en los ríos. Por lo general agua abajo se encuentra menos materia orgánica por el grado de intervención antrópica que se da en esas zonas.
- En la época de verano se tiende a encontrar mayor cantidad de materia orgánica a comparación de la época invernal. Por lo general las zonas templadas tienden a tener mayor cantidad de materia orgánica que las zonas tropicales, debido a la contribución de la época otoñal.
- El porcentaje de bosque de la cuenca y el ángulo ripario de apertura fueron variables que se estudiaron y resultaron ser condicionantes para la cantidad y dinámica de MOPGB en los ríos de estudio.
- La realización de este estudio en un río tropical fue muy relevante debido a la escasa información del tema con relación al clima y a los efectos de los usos de suelo en los lugares estudiados.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia que se cree en la ciudad de Esmeraldas un Plan de Manejo de los Recursos Forestales con proyecciones a mejorar los ecosistemas asociados, que incluya todos los cantones para que se asegure la permanencia y la gestión adecuada del patrimonio natural.
- Es necesario educar a las personas que viven en las riberas de los ríos de la ciudad Esmeraldas para que fomenten la siembra en las orillas de los ríos y con esto evitar la erosión de la tierra y posibles desastres naturales.
- Sería factible tomar medidas para la conservación del bosque y posterior a ello realizar el mismo estudio para comparar los datos y establecer conclusiones acerca del grado de intervención. Al estudio se le podrían incluir otro tipo de temáticas como: macroinvertebrados, estudio de suelos etc.
- En las zonas rurales de la ciudad de Esmeraldas es necesario establecer medidas de control para el ganado, debido a que estos animales son soltados sin ningún control y tienden a alterar varias hectáreas de suelo dejándolo prácticamente inservible.
- Estudiar el tipo de suelo del lugar a reforestar para introducir plantas que sean aptas para el medio, así mismo no sobrecargar el ecosistema ya que al haber exceso de vegetación puede llegar a causar eutrofización en los cuerpos de agua.

## 7. REFERENCIAS

- Abelho, M. (2001). From Litterfall to Breakdown in Streams: A Review. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12805769>
- Abelho, M. y Graça, M. (1998). Litter in a first-order stream of a temperate deciduous forest (Margaraça Forest, central Portugal). *Hydrobiologia* 386, 147–152. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1003532921432>
- Acuña, V. Giorgi, A., Muñoz, I., Sabater, F. y Sabater, S. (2007). Meteorological and riparian influences on organic matter dynamics in a forested Mediterranean stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 26(1),54-69. Recuperado de: [http://www.bioone.org/doi/abs/10.1899/0887-3593\(2007\)26%5B54:MARIOO%5D2.0.CO;2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1899/0887-3593(2007)26%5B54:MARIOO%5D2.0.CO;2)
- Andreson, N., Sedell J., Roberts, L. y Triska, F. (1978). The Role of Aquatic Invertebrates in Processing of Wood Debris in Coniferous Forest Streams. *The American Midland Naturalist*, 100 (1), 64-82. Recuperado de: [http://www.jstor.org/stable/2424778?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/2424778?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Arellano, M. (2010). Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post. Recuperado de: <http://www.promarisco.com/Ataca.pdf>
- Caleño, Y. (2014). “Efecto de la extracción de agua sobre el procesamiento de la materia orgánica y el ensamblaje de macroinvertebrados, en la quebrada mata de los cajuches (tauramena-casanare)”. Universitario. Pontificia universidad javeriana Facultad de estudios ambientales y rurales Carrera de ecología Bogotá d.c. Recuperado de: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15015/1/CalenoRuizYulibey2014.pdf>
- Conesa, C., Pérez, P., García, R., y Martínez, A. (2012). Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre. *Nimbus*, (29-30), 159–176.

- Elosegui, A. (2009). "Conceptos y técnicas en ecología fluvial". 1st ed., pp. 151. España. Rubes editorial. Recuperado de:  
[https://books.google.com.ec/books?id=OfOUggC20\\_UC&pg=PA151&lpg=PA151&dq=que+es+la+materia+org%C3%A1nica+particulada+gruesa&source=bl&ots=9hKaHUobuy&sig=Uz8YMtrZqEbLn\\_90AczyMjmLbNo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL6Pw5bNAhXHJCYKHbC4ADkQ6AEIPjAF#v=onepage&q=que%20es%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20particulada%20gruesa&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=OfOUggC20_UC&pg=PA151&lpg=PA151&dq=que+es+la+materia+org%C3%A1nica+particulada+gruesa&source=bl&ots=9hKaHUobuy&sig=Uz8YMtrZqEbLn_90AczyMjmLbNo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL6Pw5bNAhXHJCYKHbC4ADkQ6AEIPjAF#v=onepage&q=que%20es%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20particulada%20gruesa&f=false)
- Estupiñan, D. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Atacames 2014-2019. Recuperado de: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0860001050001\\_PDOT%20CANTON%20ATACAMES\\_13-03-2015\\_10-29-35.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860001050001_PDOT%20CANTON%20ATACAMES_13-03-2015_10-29-35.pdf)
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: The first 100 years of succession. *Tree* 11(3): 119-124. Fisher, S. y Likens, G. (1973). Energy Flow in Bear Brook, New Hampshire: An Integrative Approach to Stream Ecosystem Metabolism. *Ecological Monographs*, 43, (4), 421-439. Recuperado de: <http://sci-hub.tw/http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1942301/abstract>
- González, E. y Pozo, J. (1996). Longitudinal and temporal patterns of benthic coarse particulate organic matter in the Agüera stream (northern Spain). *Aquatic Science*, 58 (4) 355-366. Recuperado de:  
<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00877475>
- IGM, (2013). Base Nacional-Escala 1:50000. Recuperado de:  
<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- Jordan, M., Likens, G. y Peterson, B. (1985). C. Organic carbon budget. En: G. E. Likens ed. *An ecosystem approach to aquatic ecology. Mirror lake and its environment*, 292-301.

- Krávchenko, (2013). Influencia de los sedimentos de las quebradas en el desarrollo de las formas de erosión. *Enfoque UTE*, 4 (2), 35-37. Recuperado de: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/27/28>.
- Little, E. L. (1983). Arboles comunes de la Provincia de Esmeraldas, Ecuador. Washington, D.C. Peace Corps Information Collection and Exchange. 535 pp. Recuperado de: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=txu.059173004452938>
- Luna, N. (2016). *Descomposición de materia orgánica en ríos andinos: efectos del cambio de uso de suelo y de la calidad de la hojarasca*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- MAE, (2014). Espacios protegidos: áreas bajo conservación del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Recuperado de: <http://desa-idea.ambiente.gob.ec:8080/conservacion/wms>
- Maridet, L., Wasson, J., Philippe, M. y Amoros, C. (1995). Benthic organic matter dynamics in three streams: Riparian vegetation or bed morphology control. *Arch. Hydrobiol.*, 132:415-425.
- Matute, C. y León, E. (2010). Pisos climáticos del Ecuador. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/55676754/Pisos-climaticos-Ecuador-cindy>
- Molinero, J (2000). “Nitrógeno y fósforo en la materia orgánica particulada bentónica: influencia de la vegetación riparia, de las características del cauce y de la química del agua”. Doctorado. Universidad del país Vasco.
- Molinero, J. y Pozo, J. (2004). Impact of a eucalyptus ( *Eucalyptus globulus* Labill.) plantation on the nutrient content and dynamics of coarse particulate organic matter (CPOM) in a small stream. *Hydrobiologia*, 528, 143–165. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/226826573\\_Impact\\_of\\_a\\_Eucalyptus\\_Eucalyptus\\_globulus\\_Labill\\_Plantation\\_on\\_the\\_Nutrient\\_Content\\_and\\_Dynamics\\_of\\_Coarse\\_Part particulate\\_Organic\\_Matter\\_CPOM\\_in\\_a\\_Small\\_Stream](https://www.researchgate.net/publication/226826573_Impact_of_a_Eucalyptus_Eucalyptus_globulus_Labill_Plantation_on_the_Nutrient_Content_and_Dynamics_of_Coarse_Part particulate_Organic_Matter_CPOM_in_a_Small_Stream)
- Muñoz, I.; Romaní, A.; Rodríguez, A.; Gonzáles, J. y García, E. (2009). “Conceptos y técnicas en ecología fluvial”. Abril, 2009., pp. 347-366. España. Rubes editorial. Recuperado de: [http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia\\_fluvial/pdf/cap\\_19.pdf](http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_19.pdf)

Neotropical Flora. Arizona State University. Recuperado de:

<http://hasbrouck.asu.edu/neotrop/plantae/index.php>

Palacios, W. A. (2011). Árboles del Ecuador. Ministerio del Ambiente.

PDOT-ATACAMES, (2014). Plan de ordenamiento territorial del cantón Atacames.

Recuperado de: [http://app.sni.gob.ec/sni-](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0860001050001_PDOT%20CANTON%20ATACAMES%20ETAPA%20DIAGN%20C3%93STICO_12-03-2015_12-08-05.pdf)

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0860001050001\\_PDOT%20CANTON%20ATACAMES%20ETAPA%20DIAGN%20C3%93STICO\\_12-03-2015\\_12-08-05.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0860001050001_PDOT%20CANTON%20ATACAMES%20ETAPA%20DIAGN%20C3%93STICO_12-03-2015_12-08-05.pdf) el 1 de junio del 2017.

PDOT-SÚA, (2015). Plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Súa.

Recuperado de: [http://app.sni.gob.ec/sni-](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860013570001_PDyOT%20-%20GAD%20SUA%20PARA%20IMPRIMIR_30-10-2015_21-20-01.pdf)

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0860013570001\\_PDyOT%20-%20GAD%20SUA%20PARA%20IMPRIMIR\\_30-10-2015\\_21-20-01.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860013570001_PDyOT%20-%20GAD%20SUA%20PARA%20IMPRIMIR_30-10-2015_21-20-01.pdf) el 1 de junio del 2017.

Pozo, J., Elosegui, A., Díez, J. y Molinero, J. (2009). Dinámica y relevancia de la materia orgánica. Recuperado de:

[https://books.google.com.ec/books?id=OfOUggC20\\_UC&pg=PA141&lpg=PA141&dq=dinámica+y+relevancia+de+la+materia+organica&source=bl&ots=9iFchZp8vD&sig=nDdO9S-1fD1jhabSYqTOVLNbsX4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiekNuSs4HZAhXI61MKHQnda3YQ6AEIUTAG#v=onepage&q=din%C3%A1mica%20y%20relevancia%20de%20la%20materia%20organica&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=OfOUggC20_UC&pg=PA141&lpg=PA141&dq=dinámica+y+relevancia+de+la+materia+organica&source=bl&ots=9iFchZp8vD&sig=nDdO9S-1fD1jhabSYqTOVLNbsX4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiekNuSs4HZAhXI61MKHQnda3YQ6AEIUTAG#v=onepage&q=din%C3%A1mica%20y%20relevancia%20de%20la%20materia%20organica&f=false)

Pozo, J., González, E., Díez, J., Molinero, J. y Elosegui A. (1997). Inputs of particulate organic matter to streams with different riparian vegetation. *J. N. Am. Benthol.Soc.*, 16(3), 609. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/1468147>

Rezende, R., Petrucio, M. y Goncalvez, J. (2014). The Effects of Spatial Scale on Breakdown of Leaves in a Tropical Watershed. *Plos one*, 9(5), 1-2. Recuperado de:

<http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0097072&type=printable>

- Rodríguez, J. y Ospina, R. (2007) “Retención de materia orgánica particulada gruesa en una quebrada de montaña tropical. Bogotá, Colombia”. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 12, núm. 2, pp. 33-46. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá; Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3190/319027879003.pdf>
- Snaddon, C., Stewart, B. y Davies, B. (1992). The effect of discharge on leaf retention in two headwater streams. *Arch. Hydrobiol.*, 125: 109-120.
- Tamaris, C. y Rodríguez, J. (2015) “Transporte de materia orgánica a lo largo de un río tropical de montaña en la sierra nevada de santa marta (Colombia)”. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 20, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, pp. 209-216 Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Bogotá, Colombia Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3190/319040736020.pdf>.
- Torres, A. (2016). Cambio de uso de suelo y sus efectos sobre ecosistemas fluviales en la cuenca baja del Grijalva. Recuperado de: <https://www.ecosur.mx/cambio-de-uso-de-suelo-y-sus-efectos-sobre-ecosistemas-fluviales-en-la-cuenca-baja-del-grijalva/>
- Tropical plant guides. The Field Musseum. Recuperado: <http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/?lang=esp> el
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Recuperado de: <http://www.tropicos.org>
- Vanegas, M. (2016). *Disponibilidad de materia orgánica bentónica y su potencial relación con la estructura física de cauces, en microcuencas prioritarias del cantón Loja* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Webster, J., Golladay, S., Benfield, E., Angelo, D. y Peters, G. (1990). Effects of forest disturbance on particulate organic matter budgets of small streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 9(2), pp. 120-140. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/1467446>

## 8. ANEXOS



Figura 5. En la estación A1 (recogiendo la muestra).



Figura 6. Estación A2



Figura 7. Estación A5



Figura 8. Estación S1 (recogida de muestra).



Figura 9. Estación S5 con mayor cobertura de vegetación



Figura 10. Balanza semi-analítica Metler Toledo MS104S, disecador, pesada de la materia orgánica e ingreso de datos obtenidos.



Figura 11. Horno marca ELOS.



Figura 12. Secado de la materia orgánica clasificada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	No.	Fecha	Repeticiones	Repeticiones	Nº de usos	Categoría	Especificas	PESO TOTAL (g)	PESO VUELO (g)	PESO SECO (g)	PESO SECO (g) (70%)	PUNTO REAL
2	1	Miércoles 28 de julio	1	1	1	26 Resaca y contaca	1	7,3802	3,8814	3,5018		38,73
3	4	Miércoles 28 de julio	1	1	1	13 Pisos	1	4,9932	3,8811	3,5843		4,48
4	5	Miércoles 28 de julio	1	1	1	13 Pisos	1	4,9338	3,8804	3,5844	4,271111111	
5	6	Miércoles 28 de julio	1	1	1	22 Pisos	1	4,3287	4,0271	3,7938	1,30886667	
6	7	Miércoles 28 de julio	1	1	1	26 Pisos y Pisos	1	3,3853	3,3375	3,0358	1,387777778	
7	8	Miércoles 28 de julio	1	1	1	26 Resaca	1	5,8515	3,8401	3,5214	20,2377778	
8	9	Miércoles 28 de julio	1	1	1	27 Resaca y contaca	1	5,8407	3,4138	3,2349	24,72111111	
9	10	Miércoles 28 de julio	1	1	1	26 Pisos y Pisos	1	5,4172	3,7987	3,6175	17,97222222	
10	11	Miércoles 28 de julio	1	1	1	14 Resaca	1	4,0502	3,5238	3,6833	7,582222222	
11	12	Miércoles 28 de julio	1	1	1	15 Resaca y contaca	1	4,7812	3,2005	3,0608	10,74000000	
12	13	Miércoles 28 de julio	1	1	1	26 Pisos y Pisos	1	7,5222	3,6842	3,818	42,33333333	
13	14	Miércoles 28 de julio	1	1	1	24 Pisos	1	3,8485	3,7481	3,3019	1,148888889	
14	15	Miércoles 28 de julio	1	1	1	25 Resaca	1	4,0752	3,6084	3,1254	1,508888889	
15	16	Miércoles 28 de julio	1	1	1	18 Resaca y contaca	1	5,1147	3,6878	3,4388	15,74222222	
16	17	Miércoles 28 de julio	1	1	1	25 Resaca	1	4,2888	3,7081	3,5818	6,308888889	
17	18	Miércoles 28 de julio	1	1	1	41 Pisos	1	4,0912	3,8885	3,2738	2,488888889	
18	19	Miércoles 28 de julio	1	1	1	41 Resaca	1	4,8498	4,2345	3,7142	28,48888889	
19	20	Miércoles 28 de julio	1	1	1	21 Resaca y contaca	1	5,7396	3,7305	3,2025	14,72777778	
20	21	Miércoles 30 de julio	2	2	1	40 Resaca	1	3,8238	3,4785	3,4473	4,97	
21	22	Miércoles 30 de julio	2	2	1	36 Resaca	1	5,8915	3,5082	3,7804	13,84888889	
22	23	Miércoles 30 de julio	2	2	1	25 Resaca y contaca	1	4,9215	3,7371	3,6844	11,24888889	
23	24	Miércoles 30 de julio	2	2	1	40 Resaca y contaca	1	5,7105	3,8915	3,6984	11,54888889	
24	25	Miércoles 30 de julio	2	2	1	42 Pisos	1	4,088	3,8735	3,5827	4,05	
25	26	Miércoles 30 de julio	2	2	1	5 Pisos	1	4,1076	3,8472	3,2004	24,44888889	
26	27	Miércoles 30 de julio	2	2	1	5 Pisos	1	4,8488	3,7182	3,7784	6,615555556	
27	28	Miércoles 30 de julio	2	2	1	1 Resaca y contaca	1	4,0378	3,8258	3,102	1,133333333	
28	29	Miércoles 30 de julio	2	2	1	18 Resaca y contaca	1	3,866	3,8427	3,1233	1,37	
29	30	Miércoles 30 de julio	2	2	1	8 Resaca	1	4,8458	3,5409	3,457	1,077777778	

Figura 13. Plantilla de Ingreso de datos en Excel.



Figura 14. Red Surber 30x30 cm.



Figura 15. Cinta marca Truper.



Figura 16. Clinómetro marca Nikon.

**Tabla 1. Números aleatorios**

10	09	29	05	88	79	09	11	61	80	24	27	51	49	70	80	32	80	01	17	09	39	37	49	15
07	04	30	49	05	64	89	47	49	60	44	80	40	40	27	27	05	45	04	02	06	80	33	14	61
08	42	34	84	30	73	09	04	80	80	05	09	00	24	89	12	03	13	47	04	13	08	03	30	06
09	01	30	13	33	00	00	00	07	07	05	19	11	11	84	08	07	47	43	07	09	42	43	70	19
10	80	79	09	70	80	13	73	01	47	04	05	39	09	35	09	09	11	08	27	10	17	47	04	88
00	00	07	47	17	44	07	07	44	30	30	00	72	01	70	02	01	33	08	00	11	10	09	01	70
01	10	01	04	05	45	34	14	84	00	44	00	44	00	14	04	70	00	74	00	23	40	04	07	02
02	00	07	78	02	02	00	10	04	04	00	00	44	14	73	40	00	11	47	10	02	30	80	79	
03	27	33	31	33	02	02	34	70	48	00	00	00	30	48	00	40	00	01	09	04	10	30	20	
04	74	04	47	43	02	02	00	47	79	00	00	47	79	00	00	00	00	04	04	00	00	11	02	00
05	04	01	77	47	44	00	02	00	07	02	04	03	30	00	07	00	04	00	00	00	00	00	00	00
06	04	01	04	01	00	00	00	02	72	00	00	48	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
07	45	39	00	04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
08	04	34	02	00	00	00	00	70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
09	00	40	72	48	07	01	79	47	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	00	04	13	74	17	40	02	00	00	00	00	70	00	74	78	00	00	71	00	00	00	00	00	00
00	10	00	00	00	10	72	74	00	10	00	11	02	23	74	21	11	07	00	00	14	00	00	00	00
01	00	00	00	17	07	00	07	10	14	02	00	00	02	10	40	00	14	03	00	00	00	00	00	00
02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
05	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
07	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
08	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
05	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
07	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
08	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Tabla de los números aleatorios de la RAND Corporation. Se utilizó para la muestra de  
 Willard J. Eckman y Wanda Mower. F. Encuentro de la Asociación Mexicana de  
 Marketing (AMM) de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1980, p. 88.

Figura 17. Tabla de números aleatorios.



Figura 18. Fundas etiquetadas en donde se introducía la Materia Orgánica.



Figura 19. Vasos enumerados



Figura 20. Especie: *Zygia longifolia*



Figura 21. Especie: *Ficus* sp.



Figura 22. Especie: *Castilla tunua*



Figura 23. Especie: *Crisophillum argenteum*



Figura 24. Especie: *Theobroma cacao*.



Figura 25. Especie: *Guadua angustifolia*.



Figura 26. Especie: *Inga edulis*



Figura 27. Especie: *Ocotea sp.*



Figura 28. Especie: *Terminalia catappa*.