



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**IMPACTO DE CONTAMINANTES EMERGENTE DEL
ÁMBITO DE LA SALUD EN RÍOS DE ESMERALDAS**

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

AUTOR

Nixon Joseph Tello Tomalá

ASESOR

PHD. JON MOLINERO

ESMERALDAS, 2022

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL.

LECTOR 1

PhD. Pedro Jiménez Prado

LECTOR 2

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

DIRECTORA DE ESCUELA

Mgt. Karla Solís Charcopa

DIRECTOR DE TESIS

PhD. Jon Molinero

Esmeraldas, 2022

AUTORÍA

Yo, Nixon Joseph Tello Tomalá, declaro que la presente investigación titulada: “**Impacto De Contaminantes Emergente Del Ámbito De La Salud En Ríos De Esmeraldas**”. Es absolutamente original, autentica y personal.

En tal sentido, manifiesto la originalidad de a concepción del trabajo de investigación e interpretación de datos, dejando establecido que los aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Nixon Joseph Tello Tomalá

C.I 1718554668

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a **Dios**, a **Mis Padres** y a **Mi Abuela** por darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida y por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradezco de forma especial a mi asesor de tesis **PhD. Jon Molinero** y lectores **PhD. Pedro Jiménez Prado** y **Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve**, gracias por sus observaciones y guía en la elaboración y culminación de mi investigación.

Agradezco a los docentes que estuvieron día a día impartiendo sus conocimientos a lo largo de la carrera universitaria.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis de grado a Dios, por haberme dado la oportunidad de poder cumplir esta meta, por darme la guía y la fuerza de salir adelante y poder cumplir mis objetivos.

A mis Padres Nixon Tello y Johanna Tomalá por brindarme siempre su apoyo y caminar conmigo a lo largo de mi vida universitaria, por nunca dudar de mí, por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida, gracias por estar siempre a mi lado y por confiar en mí, sé que siempre estarán ellos para mí y yo para ellos.

A mi Abuela Kelly Méndez por brindarme su confianza y nunca desmayar, por apoyarme de manera incondicional, por estar a mi lado en los acontecimientos más importantes de mi vida y porque nunca dudo de mí.

A mis Hermanas Brigitte, Josy, Corinne y Kendra que de una u otra manera estuvieron apoyándome día a día, por los consejos que me daban a diario, gracias por verme como su ejemplo a seguir.

A mi Abuela Nuvia Jaramillo por brindarme siempre sus consejos, afecto y cariño.

A mis Tíos (as) y Primos (as) que de alguna manera me apoyaron en el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi asesor Jon Molinero, gracias por brindarme sus conocimientos y consejos en este proyecto de investigación, por su comprensión y paciencia a lo largo de este trabajo.

ÍNDICE

AUTORÍA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
PRESENTACIÓN DEL TEMA	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 BASES TEÓRICAS	7
1.2.1 Contaminantes Emergentes	7
1.2.2 Tipos de Contaminantes Emergentes	8
1.2.2.1 Medicamentos.....	8
1.2.2.2 Pesticidas o Plaguicida	8
1.2.2.3 Uso Personal	8
1.2.2.4 Surfactantes	9
1.2.2.5 Productos Industriales.....	9
1.2.3 Estradiol	9
1.2.4 Triclosán.....	10
1.2.5 Sulfametoxazol.....	10
1.2.6 Nicotina	11
1.2.7 Diclofenaco	11
1.2.8 Impacto Ambiental.....	12
1.2.9 Parámetros de Calidad de Agua	12
1.2.9.1 pH	12
1.2.9.2 Potencial Oxido Reducción	13
1.2.9.3 Oxígeno Disuelto	13

1.2.9.4 Temperatura.....	14
1.2.9.5 Microbiología del Agua.....	14
1.2.10 Materia orgánica.....	14
1.2.11 Toxicidad.....	15
1.3 MARCO LEGAL.....	15
1.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008).....	15
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO.....	17
2.1 Área de estudio	17
2.2 Diseño Experimental.....	19
2.3 Recolección de la muestra y elaboración del inóculo bacteriano	21
2.4 Fase experimental	21
2.5 Secado de la materia orgánica.....	22
2.6 Análisis Químicos.....	23
2.7 Respirimetría.....	23
2.8 Tratamiento de datos y análisis estadístico.....	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	25
3.1 Condiciones de Incubación	25
3.2 Descomposición.....	27
3.3 Respirimetrías	29
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	31
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	34
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Solubilidad a 25° C y concentraciones de los compuestos utilizados.....	21
Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua de incubación medidas 5 veces	26
Tabla 3. Resultados de ANOVA de un factor (Tratamiento: NIC ^a = Nicotina; SUL ^a = Sulfametoxazol; DIC ^a = Diclofenaco; CON ^a = Control; TRI ^a = Triclosán; EST ^a = Estradiol) sobre el peso remanente en los microcosmos (n. s., no significativo).....	27
Tabla 4. Tasas de descomposición (k, d ⁻¹) de hoja blanca para cada tratamiento.....	28
Tabla 5. ANCOVA de las tasas de descomposición	29
Tabla 6. Resultados de ANOVA de un factor (Tratamiento: NIC ^a = Nicotina; SUL ^a = Sulfametoxazol; DIC ^a = Diclofenaco; CON ^a = Control; TRI ^a = Triclosán; EST ^a = Estradiol) sobre la respiración de los materiales incubados	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Río Tigres, Tachina-Esmeraldas.....	18
Figura 2. Elaboración de los microcosmos.....	19
Figura 3. Modelo de los microcosmos en el laboratorio	20
Figura 4. Modelo de desintegración exponencial.....	24
Figura 5. Termómetro 1 puesto al azar en los microcosmos.....	25
Figura 6. Termómetro 2 puesto al azar en los microcosmos.....	25
Figura 7. Termómetro 3 puesto al azar en los microcosmos.....	26
Figura 8. 24 horas de incubación de los microcosmos.....	27
Figura 9. 35 días de incubación de los microcosmos	28
Figura 10. Respirometrías de los microcosmos (CONT = Control; DICL = Diclofenaco; ESTR = Estradiol; NICO = Nicotina; SULF = Sulfametoxazol; TRIC = Triclosán).....	29

RESUMEN

Los contaminantes emergentes se utilizan para referirse a compuestos de diferentes orígenes y de naturaleza química, y su presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de concentración por lo cual pasa inadvertido en el medio acuático. Por ello, se analizaron los efectos del estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco a través de la descomposición de materia orgánica en el río Tigres, Esmeraldas- Tachina. Se analizó a través del experimento con microcosmos los tratamientos del control, estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco, cada uno estaba conformado por 10 microcosmos dando un total de 60. Se concluyó que los datos arrojados por ANOVA demuestran que la tasa de descomposición del control es de 0.0212 d^{-1} mientras que en los tratamientos de diclofenaco 0.0226 d^{-1} , estradiol 0.0249 d^{-1} , nicotina 0.0221 d^{-1} , sulfametoxazol 0.0224 d^{-1} y triclosán 0.0203 d^{-1} , demostrando que no se observaron diferencias significativas entre las tasas de descomposición de la materia orgánica de nuestro estudio. En cuanto a las tasas de respiración, el tratamiento estradiol mantuvo un nivel alto de respiración que el resto de los contaminantes emergentes, y el tratamiento nicotina mantuvo niveles bajos de respiración, pero según el análisis de la varianza no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras claves: Contaminantes emergentes, microcosmos, tratamientos, tasa de descomposición, tasas de respiración

ABSTRACT

Emerging pollutants are used to refer to compounds of different origins and of a chemical nature, and their presence in the environment is not considered significant in terms of concentration, which is why it goes unnoticed in the aquatic environment. Therefore, the effects of estradiol, triclosan, sulfamethoxazole, nicotine and diclofenac through the decomposition of organic matter in the Tigres River, Esmeraldas-Tachina, were analyzed. The control treatments, estradiol, triclosan, sulfamethoxazole, nicotine and diclofenac were analyzed through the experiment with microcosms, each one was made up of 10 microcosms giving a total of 60. It was concluded that the data obtained by ANOVA show that the decomposition rate of the control is 0.0212 d⁻¹ while in the treatments of diclofenac 0.0226 d⁻¹, estradiol 0.0249 d⁻¹, nicotine 0.0221 d⁻¹, sulfamethoxazole 0.0224 d⁻¹ and triclosan 0.0203 d⁻¹, showing that no differences were observed significant between the decay rates of organic matter in our study. Regarding respiration rates, the estradiol treatment maintained a high level of respiration than the rest of the emerging pollutants, and the nicotine treatment maintained low levels of respiration, but according to the analysis of variance there were no significant differences between the treatments.

Keywords: Emerging pollutants, microcosm, treatments, decomposition rate, respiration rates

INTRODUCCIÓN

PRESENTACIÓN DEL TEMA

Los contaminantes emergentes son compuestos de naturaleza química y de diferentes orígenes que se encuentran presente en el medio ambiente. Los contaminantes emergentes están constituidos por residuos de productos de limpieza, fármacos, higiene personal, drogas utilizadas en el hogar y hospitales, pesticidas e insecticidas (1). Estas sustancias tóxicas son bioacumulables y pueden afectar al sistema reproductor, cambios hormonales en los seres humanos y animales, degradación de la materia orgánica, aumento o disminución de carbono, cambio en el metabolismo de la respiración de los ríos (1). Desde los años 90, la calidad de agua ha empeorado enormemente afectando y amenazando la salud humana, el medio ambiente y por ende el desarrollo sostenible. También teniendo una preocupación alta, debido a que se desconocen los efectos a largo plazo de los contaminantes emergentes (2).

Los productos farmacéuticos son compuestos utilizados para la salud de todo el mundo. Estos son elaborados a partir de la unión de miles de moléculas activas para combatir y prevenir enfermedades con nuevos medicamentos y reemplazar los productos obsoletos (3). A lo largo del tiempo los fármacos se encuentran presente en aguas superficiales, subterráneas y agua potable. Esta contaminación proviene de las excreciones porque una parte importante del fármaco es eliminada del cuerpo humano sin llegar a metabolizarse. También provienen de los residuos que dejan las fábricas y la disposición inadecuada de los desechos de los productos (4).

La toxicidad de los productos farmacéuticos en el medio ambiente depende de la bioacumulación y su persistencia en el medio. Cada grupo de fármaco tiene un nivel de

persistencia diferente. Fármacos como el ibuprofeno y el paracetamol tienen una persistencia baja en el medio (3,1-7 días), mientras que el ácido clofibrico, diazepam y carbamazepina se clasificaron como fármacos de elevada persistencia (119-328 días) (5).

En el año 2013 en el Ecuador se realizó un estudio en la cuenca hidrográfica de los ríos San Pedro-Guayllabamba-Esmeraldas y en las principales corrientes de aguas contaminadas en el verano. Estos ríos reciben las aguas residuales de la ciudad de Quito, y en Esmeraldas el río es utilizado por las comunidades que viven cerca de este. Los contaminantes emergentes que encontraron en dicho estudio son carbamazepina y acesulfame; además, se encontraron otros compuestos como el sulfametoxazol, cafeína, venlafaxin, o-desmetilvenlafaxin y estrógenos esteroides, estas concentraciones son altas en las aguas residuales de Quito y disminuyen en el río de Esmeraldas (6).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los contaminantes emergentes son compuestos que pasan inadvertidos en el medio ambiente, pero estos actualmente son detectados y tienen un alto potencial de generar impactos en el ambiente y efectos en la salud. Estos compuestos ingresan al medio ambiente a través de canales y fuentes, como aguas residuales domésticas o industriales, plantas de tratamiento, alcantarillado hospitalario, actividades agrícolas, ganadería y fosas sépticas.

Los productos farmacéuticos como el estradiol, sulfametoxazol, diclofenaco y productos de uso personal como la nicotina y triclosán son una preocupación debido a sus propiedades físico químicas, las cuales pueden alcanzar las aguas subterráneas o quedar acumuladas en el suelo. En la actualidad, debido a la severidad del impacto ambiental, se han incrementado los estudios de casos de contaminantes emergentes en el país, debido a

que estos componentes no suelen ser removidos en el proceso tradicional de tratamiento de aguas residuales.

Por este motivo, se decidió realizar esta investigación para conocer los efectos del estradiol, sulfametoxazol, diclofenaco, nicotina y triclosán en los ríos de Esmeraldas y conocer sus impactos en este ecosistema acuático.

JUSTIFICACIÓN

A través del estudio sobre los contaminantes emergentes se puede determinar los posibles impactos que ocasionan en cualquier medio en el que se encuentren presente, añadiendo que estos contaminantes son bioacumulables, con la finalidad de obstruir la estructura y funcionalidad ecológica de los sistemas acuáticos. También es importante mencionar que muchos de estos contaminantes emergentes no están regulados, por lo tanto, se deben evaluar su incorporación para determinar la gravedad de estos contaminantes y que se puedan tomar las medidas legales para su control y eliminación de los mismos

Los ríos son ecosistemas dinámicos ya que comprenden una variedad de componentes para poder formarlos y proporcionan servicios ecosistémicos a la sociedad. Algunos de estos ríos pueden presentar contaminantes emergentes acumulados en bajas o altas concentraciones y así provocando factores de magnificación trófica con la finalidad de afectar la salud de los humanos y especies de animales (7).

Algunos fármacos son consumidos en grandes cantidades y no se metabolizan completamente por el cuerpo humano, luego estos son expulsados a través de la orina y heces, ingresando de manera continua y persistente a las aguas residuales convirtiéndose en contaminantes emergentes suponiendo un importante riesgo en el medio acuático. Los fármacos no logran ser eliminados por las plantas de tratamiento o depuradoras,

provocando una preocupación ya que pueden acumularse en los ríos ocasionando daños graves a la salud humana y medio ambiente.

Actualmente a nivel local se han realizados investigaciones dirigidas a los contaminantes emergentes en el ámbito de la salud y ambiental, como la investigación que se realizó en el norte de la Amazonia para cuantificar algunos contaminantes emergentes como la cafeína, nicotina e ibuprofeno (8). Los motivos anteriormente ya mencionados conllevan a la realización del presente estudio con la finalidad de conocer cuáles podrían ser los impactos de estos contaminantes emergentes en los ríos de la Provincia de Esmeraldas.

OBJETIVOS

Objetivos General:

- Identificar los posibles impactos del estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco en el funcionamiento ecológico de los ríos de Esmeraldas

Objetivos Específicos:

- Describir los efectos conocidos del estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco en ecosistemas acuáticos
- Experimentar con microcosmos que permitan identificar el impacto del estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco en la descomposición microbiana de la materia orgánica en los ríos de Esmeraldas

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

A lo largo del tiempo, los seres humanos han utilizado los ecosistemas de agua dulce para satisfacer sus necesidades básicas. Sin embargo, el uso excesivo conduce a una mayor presión para su degradación (9). Por este motivo, se han realizado numerosas investigaciones sobre la aparición de CE's en aguas superficiales y su impacto en el medio ambiente.

En el estudio de Silva (2019), se detectaron antibióticos de uso animal y humano en los cantones de Balsas, Marcabelí y Piñas, utilizando 1 kit AuroFlo™ BTS Combo para determinar la presencia de antibióticos por las bandas de detección que estas poseen. Los resultados de los análisis indicaron la presencia de antibióticos en los distintos puntos muestreados, tanto en el agua potable, como residual; además se realizó la estimación de las concentraciones de 48 betalactámicos, 46 sulfamidas y 29 tetraciclinas (10).

En el estudio de Buenaño & Cevallos (2018) se realizó un análisis de contaminantes emergentes en las aguas residuales del hospital IESS del Puyo-Ecuador, utilizando la metodología de la cromatografía líquida para cuantificar los contaminantes emergentes en estas aguas residuales. Los fármacos detectados a la salida de la planta de tratamiento fueron el antihistamínico loratadina y los analgésicos antipiréticos antiinflamatorios no esteroideos: diclofenaco, paracetamol, ibuprofeno y ketorolaco. Los contaminantes emergentes diclofenaco, ibuprofeno y ketorolaco no sufrieron degradación al ser sometidos al tratamiento convencional de las aguas residuales y son vertidos en concentraciones que pueden producir un impacto ambiental negativo (11).

Pérez (2016) realizó una caracterización y cuantificación de los fármacos como contaminantes emergentes que tratan de eliminarse en las plantas de aguas residuales. En los resultados se encontraron concentraciones de ibuprofeno entre 0,5 mg/L y de 1 mg/L (12).

Quiñones (2021) analizó los efectos del paracetamol y cafeína en los ríos de Esmeraldas a través de la descomposición de materia orgánica con experimentos en microcosmos. En conclusión, el control mostró una tasa de descomposición de 0.0198 d^{-1} , mientras que los tratamientos con cafeína y paracetamol mostraron tasas de descomposición mayores, 0.0279 d^{-1} y 0.0280 d^{-1} respectivamente. El análisis de las tasas de respiración no mostró diferencias significativas (13)

Capparelli et al (2021) realizaron un estudio sobre los contaminantes emergentes que se encuentran presente en las estribaciones nororientales de la Amazonía, en la ciudad de Tena, Napo, Ecuador. Se cuantificaron contaminantes como la cafeína, el acetaminofén, la nicotina y el ibuprofeno en 8 muestras por cromatografía de gases. En cuanto a los resultados, la cafeína se encontró en un 38% de las muestras estudiadas, y la trimetoprima y el acetaminofén, en un 13%. En las aguas residuales, las concentraciones oscilaron entre 19 y $31,5 \mu\text{g L}^{-1}$. El paracetamol ($50,4 \mu\text{g L}^{-1}$) y la trimetoprima ($2 \mu\text{g L}^{-1}$) sólo se detectaron en el río que recibe efluentes de aguas residuales tratadas (8).

Voloshenko et all (2015) en su investigación sobre contaminantes emergentes en la cuenca del río Esmeraldas confirmó la presencia de Acesulfamade-d4 (ACS), Carbamazepine (CBZ), acridine (ACIN), acridone ACON, 10-hydroxy-10,11dihydrocarbamazepine (10OH-CBZ), 10,11-dihydro-10,11-dihydroxy carbamazepine (CBZ-DiOH), carbamazepine 10,11-epoxide (CBZ-E), cafeína, sulphamethoxazole (SMX), venlafaxine (VNF), O-demethylvenlafaxine (O-DMV), fluoxetine (FLX), cocaine (COC) y benzoylecgonine (BE) a lo largo del río San Pedro-

Guayllabamba-Esmeraldas. Esta investigación reflejó el origen de los contaminantes emergentes y atenuación a lo largo del Machangara – San Pedro – Guayllabamba– Río Esmeraldas, uno de los ríos más importantes de Ecuador, que comienza en los Andes y desemboca en el Océano Pacífico, donde abastece de agua potable a la ciudad de Esmeraldas (14).

Cornejo et all (2021) en su estudio sobre la descomposición de la hojarasca por efectos de los plaguicidas en detritívoros y descomponedores, realizaron un experimento de microcosmos para examinar el efecto individual sobre la supervivencia de los detritívoros (Anchytarsus, Hyalella y Lepidostoma) ante el insecticida (clorpirifos) y fungicida (clorotaloni). El experimento de microcosmos demostró efectos perjudiciales de uno común en detritívoros tropicales y hifomicetos acuáticos, que se tradujeron en un ecosistema deteriorado marcha. La descomposición de la hojarasca puede reducirse por los efectos de los plaguicidas en detritívoros y descomponedores (15)

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 Contaminantes Emergentes

Los contaminantes emergentes se los puede definir como una sustancia química sintética o natural que no es detectado comúnmente en el medio ambiente, pero puede causar efectos en la ecología acuática y para la salud humana (16). La característica principal de estos contaminantes emergentes es causar efectos dañinos, debido a que los compuestos que están liberados en el medio ambiente pueden experimentar cambios estructurales por una variedad de procesos bióticos y no bióticos incluyendo la fotólisis, hidrólisis y biotransformación, convirtiéndose en agentes tóxicos para el medio ambiente.

Estos traerán enormes impactos ecológicos y efectos adversos sobre la salud. Debido a la alta tasa de conversión de estos contaminantes a diferentes concentraciones en aguas superficiales donde los estándares de calidad ambiental aún no son claros y la planta de tratamiento de aguas residuales no está diseñada para eliminarlos (17).

1.2.2 Tipos de Contaminantes Emergentes

1.2.2.1 Medicamentos

En el medio acuático los productos farmacéuticos generan una gran preocupación, debido a que estos se adhieren al medio ambiente por medio de los medicamentos ingeridos por el ser humano, y estos luego de su disposición final como la excreción los cuales son descargados directamente al ecosistema, también están presente por el uso agrícola y eliminación de productos no utilizados (18).

1.2.2.2 Pesticidas o Plaguicida

Los pesticidas son utilizados para el control y eliminación de plagas de un cultivo, y debido a la regulación que estas sustancias han tenido, se ha estudiado varias décadas sobre cuales son su presencia en el medio acuático. En los últimos años, los productos metabolitos por su degradación son altamente tóxicos para los sistemas acuáticos (19).

1.2.2.3 Uso Personal

Son productos exclusivamente para el cuerpo humano, en el cual alteran el olor, aspecto, tacto y no deben mostrar ninguna actividad bioquímica significativa. La mayoría de estos ingredientes han sido utilizados para ingredientes activos o preservativos cosméticos, productos de baño o fragancias. Los productos que hacen parte de los contaminantes emergentes son: fragancias, perfumes, protección solar y algunos otros (20).

1.2.2.4 Surfactantes

Estos productos son utilizados para lavarropa, lavaplatos y limpiadoras de cara, debido a que las al ser muy resbaladizo ayuda con la limpieza de la grasa y aceites. También este compuesto es utilizado para tintes, herbicidas y otros usos más en el sector industrial. Estos compuestos no son biodegradables en los fangos, ya que pasan desapercibidos por las depuradoras, lagos y fondos de los ríos. También estos causan la eutrofización debido a la exagerada cantidad de nutrientes en los sistemas acuáticos y estos afectando a la vida que habita ahí (21).

1.2.2.5 Productos Industriales

Existen muchos compuestos industriales que se encuentran libres y dispersados en el medio ambiente, como el combustible oxigenado, hidrocarburos de petróleo y poliaromáticos, trayendo así problemas de salud en la población humana. La mayoría de esos compuestos son contaminantes emergentes el cual causan una afectación inmediata en el medio acuático (22).

1.2.3 Estradiol

El estradiol se sintetiza por medio de las células granulosa del ovario a partir de la androstenediona y la testosterona, los cuales son precursores del estradiol. El estradiol actúa principalmente en la fase folicular del ciclo, este induce la síntesis y el desarrollo de los receptores para estrógeno y progesterona aumentando su concentración (23). El estradiol al ser una hormona es utilizado para las mujeres que han pasado la menopausia para incrementar las estructuras reproductivas incluyendo la guarnición de la vagina. También esta hormona requiere mantener los oocitos y los gatillos de la serie de acción a la ovulación (24).

Se ha demostrado que el estrógeno es la causa de trastornos endocrinos en el medio acuático (25). Algunos de los cambios registrados incluyen el hermafrodita de los peces, el desarrollo de órganos sexuales anormales en los reptiles (lagartos y tortugas), comportamiento anormal de anidación, caparazones delgados y disfunción del sistema inmunológico y reproductivo en las focas grises (26).

1.2.4 Triclosán

El triclosán es un ingrediente antiséptico con cadena ($C_{12}H_{17}Cl_3O_2$; 2, 4,4'-tricloro-2'-hidro-xidifenil), este es como una biosida de amplio espectro, es un agente que actúa como un antimicrobiano que ha sido utilizado los últimos 50 años como un antiséptico general. El triclosán es bacteriostático en bajas concentraciones y este puede ser bactericida en altas concentraciones, este ingrediente en concentraciones bactericidas actúa es diversos mecanismos no específicos y a la vez causando un daño en la membrana de la bacteria (27). Este ingrediente se lo usa para la elaboración de jabones antibacteriano, lociones, pasta de dientes, productos de uso personal, cosméticos, champús. También es utilizada para productos de cocina, ropa, juguetes, toallas húmedas y muebles, para la prevención de un crecimiento y proliferación bacteriana (28).

El triclosán se considera un disruptor endocrino que puede tener efectos tóxicos sobre el sistema reproductivo y otros sistemas que se encuentran intervenidos por hormonas, que actúan sobre la actividad biológica de animales y humanos (29).

1.2.5 Sulfametoxazol

El sulfametoxazol [(N1-(5metil-3-isoxa-zolil) sulfanilamida)] es una sustancia que se la considera dentro del grupo de absorción y eliminación rápida, al igual que las sulfonamidas tiene acción bacteriostática sobre bacterias grampositivas como:

estafilococos, estreptococos, neumococos, bacilos del ántrax y las bacterias gramnegativas; gonococos, colibacilos, bacilos de chancro blando y algunas otras bacterias de este grupo (30). El sulfametoxazol se la utiliza para la elaboración de tabletas con el fin de realizar un tratamiento para las infecciones diversas como las infecciones urinarias, infecciones gastrointestinales, infecciones respiratorias, tratamiento de la profilaxis de neumonía e infecciones de transmisión sexual (30).

1.2.6 Nicotina

La nicotina (N) se metaboliza rápidamente en el hígado por el citocromo P450 en forma de diferentes metabolitos. La vía metabólica es compleja, pero inicialmente está dominada por la oxidación del N en forma de cotinina (C), seguida de hidroxilación en forma de trans-3-hidroxicotinina (T3HC) 1. Las aguas residuales (RA) contienen una gran cantidad de compuestos endógenos y exógenos vertidos por los seres humanos en forma de orina, por lo que pueden considerarse como un "reservorio" estable de componentes excretados por los seres humanos (31)

1.2.7 Diclofenaco

El diclofenaco pertenece a este grupo de contaminantes emergentes. Tiene su origen en la industria farmacéutica y se utiliza en la fabricación de analgésicos y antiinflamatorios. Se utiliza mucho en diversos tratamientos como el dolor menstrual, la rigidez provocada por la artritis y la gota, o el dolor tras una intervención quirúrgica o un parto. El diclofenaco causa toxicidad aguda, especialmente crónica, para los organismos acuáticos y tiene efectos nocivos a largo plazo. Asimismo, puede bioacumularse e inducir toxicidad a lo largo de la cadena vegetativa (32).

1.2.8 Impacto Ambiental

El impacto ambiental se produce por acciones antropogénicas realizadas por el hombre. Las malas acciones traen efectos colaterales sobre el medio natural o social, siendo así que cada acción o actividad produce una alteración favorables o desfavorables en el medio o con algún componente del medio. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es una evaluación que cuantifica los impactos en el medio ambiente y estas serán ejecutadas por las consecuencias ambientales por dicha evaluación (33).

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento destinado a evitar o mitigar impactos ambientales adversos, estos impactos pueden ser el resultado de planes, planes y proyectos de ingeniería y de actividad, que mediante la predestinación de los cambios ambientales provocarán la misma situación. Y en su caso, negarse a implementar los permisos ambientales o sus concesiones requeridos bajo ciertas condiciones. Incluye información detallada sobre el sistema de monitoreo para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas (34)

1.2.9 Parámetros de Calidad de Agua

La calidad de agua se evalúa a través de su naturaleza química, física y biológica en relación a una buena calidad natural. La variación de esta calidad de agua varía en las diferentes regiones, debido a que no se presentan las mismas características, por lo cual se han desarrollado estudios e indicadores precisos para determinar la calidad de agua.

1.2.9.1 pH

EL pH es una medida que indica la cantidad de iones de hidrógenos que están presentes en el agua, indicando un logaritmo negativo. Cuando esta concentración de hidrógenos es favorable causan daños a las poblaciones microbianas. Los valores de pH de 6,5 a 8,5

son los adecuados para el proceso de tratamiento de aguas residuales y desarrollo de la vida biológica (35).

Una solución con un pH inferior a 7 es ácida, la solución opuesta Cuando el pH es superior a 7, son alcalinos o alcalinos. El pH del agua pura es 7, que es Significa que es neutro, es decir, ni ácido ni alcalino. Contrario a la creencia Generalmente, el pH de los ácidos y los ácidos puede ser menor que 0 o mayor que 14 Base muy fuerte. Sin embargo, estas condiciones extremas son difíciles de medir con precisión (36).

1.2.9.2 Potencial Oxido Reducción

En este apartado el potencial de óxido de reducción mide la cantidad relativa de los materiales reducidos y oxidados, teniendo una capacidad de ganar o perder los electrones (35)

1.2.9.3 Oxígeno Disuelto

La calidad de oxígeno gaseoso esta disuelto en el agua siendo este de baja solubilidad, y así el oxígeno disuelto es requerido para el desarrollo de la vida acuática aerobia, para que la concentración de esta saturación sea de manera eficiente en su temperatura, presión atmosférica y la salinidad del agua (35)

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de peces, plantas, algas y otros organismos; por esta razón, siempre se ha considerado un indicador de la capacidad de los ríos para sustentar la vida acuática (37)

1.2.9.4 Temperatura

La temperatura es un parámetro indispensable ya que esta puede alterar la vida acuática, este cambia los niveles de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de reacciones químicas y actividades microbianas. Las aguas residuales son más cálidas que las aguas de suministro y en aguas de enfriamiento la contaminación térmica es significativa (35).

El concepto de temperatura está estrechamente relacionado con la temperatura. El estado de equilibrio térmico entre los dos sistemas. Por tanto, los dos sistemas en equilibrio El calor tiene la misma temperatura. Si los dos sistemas tocan y, Cuando haces esto, tus variables termodinámicas comienzan a cambiar y luego Las temperaturas del sistema son diferentes; sin embargo, se volverán La temperatura común cuando se alcanza el equilibrio térmico (38).

1.2.9.5 Microbiología del Agua

Los microorganismos que residen en el agua cumplen con una actividad primordial la cual es captar energía solar e intervenir en los ciclos del carbono, del oxígeno, del nitrógeno y otros elementos que son indispensables para la vida. La patogenicidad es utilizada como indicadores de contaminación en función del tratamiento biológico del agua (35).

1.2.10 Materia orgánica

La materia orgánica gruesa se define como la parte con un tamaño de partícula de 1 mm. En los ríos, suele estar compuesto por materia vegetal como: hojas, ramas, estructuras reproductivas y escombros de la orilla del río, debido al arrastre de materiales que se encuentran en la orilla del río o al transporte de tramos río arriba (39)

1.2.11 Toxicidad

Es la capacidad inherente de los reactivos químicos de producir efectos nocivos en los organismos a través de ellos, y es el resultado de la concentración y el tiempo de exposición, que cambian debido a la temperatura, la forma química y la disponibilidad (40).

La toxicidad es la capacidad inherente de los productos químicos para afectar negativamente a los organismos. El impacto del deterioro funcional, las lesiones patológicas afectan la función del organismo y reducen su capacidad para responder a factores de riesgo o estrés. Según el tiempo de exposición o duración de los efectos tóxicos, se dividen en dos grupos: agudos y crónicos (41).

1.3 MARCO LEGAL

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

“La Constitución de la República del Ecuador promulgada en el año 2008, consagra los Derechos del Buen Vivir, en el Capítulo II y Título segundo. También incluye al agua y alimentación, esto en el art. 12: El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (42).

“El art. Anterior tienen estrecha relación con la seguridad alimentaria, por ello se resalta el art. 13 acerca de la alimentación y como derecho tiene relación directa con el agua, la transcripción a continuación: Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente

producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (42).

“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud (...)” (42).

En el artículo 77 de la Ley de Aguas sobre restricciones y responsabilidades, “todas las actividades productivas respetarán el caudal ecológico”, al tiempo que establece que “debemos respetar la cantidad y calidad exigidas”. Sin embargo, muchos ríos en la provincia de Esmeraldas no pueden controlar la calidad del agua, ni tienen leyes que regulen la CE y sus impactos ecológicos y de salud.

En relación con el acuerdo ministerial 028 Art 211 control y seguimiento ambiental “el control de los componentes biótico tiene como finalidad “verificar la calidad ambiental por medio de indicadores y sus posibles alteraciones [...]”. Por lo cual el presente trabajo de investigación con el uso de microcosmos en el cual se conocerán los efectos de los CEs, se encuentra conforme a la ley

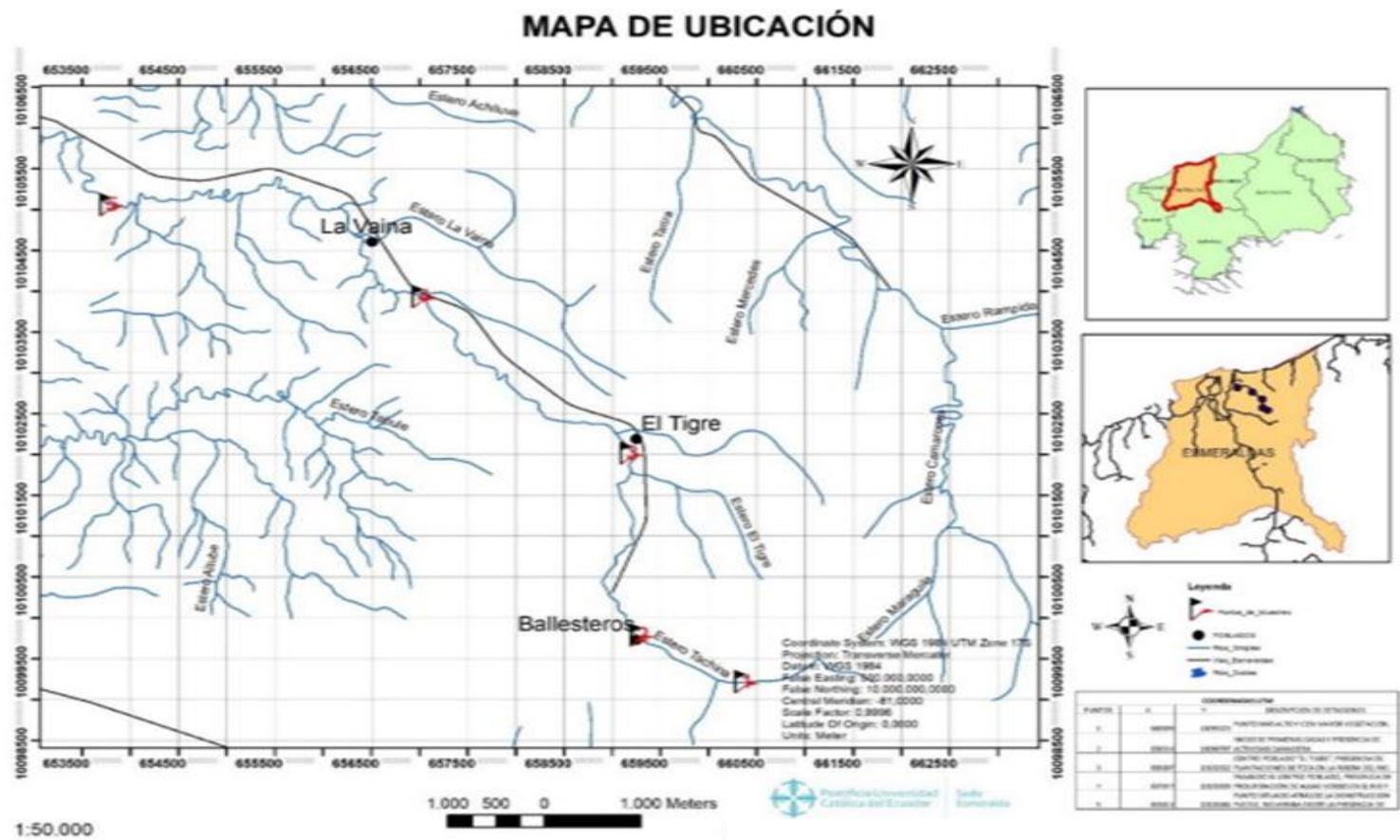
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO

2.1 Área de estudio

La provincia de Esmeraldas se encuentra ubicada en la región noroccidental de la costa ecuatoriana, entre las coordenadas de longitud: 78,28° y 80,5° y de latitud 01,27° (N) y 00,01° (S). Esta limita con la República de Colombia, al sur con la provincia de Manabí, al este limita con la provincia de Imbabura y de Pichincha y al oeste se encuentra el Océano Pacífico. Tiene una extensión de 15.954 km² que la conforman los cantones: Esmeraldas, Eloy Alfaro, Atacames, Muisne, Quinindé, San Lorenzo y Rioverde.

El Río Esmeraldas está formado por el Río Blanco, Río Quinindé, Río Toachi y el Río Guayllabamba y abarca unos 20.000 km². Es muy caudaloso debido a que su cuenca hidrográfica se encuentra en una zona de constantes lluvias. Este desemboca en el Océano Pacífico formando un profundo estuario que sirve de utilidad para comunidades aledañas (43).

El estero “El Tigre” se encuentra ubicado en el recinto Tigre perteneciente a la parroquia rural Tachina, provincia de Esmeraldas. Posee un clima tropical, con una temperatura media de 26 0C, y una precipitación media de 1000 mm (44). La parroquia Tachina, según el último censo INEC 2010, cuenta con una población de 3893 habitantes, de los cuales 200 habitantes pertenecen al recinto “El Tigre”. Es decir que un 67% de la población se encuentra ubicada en los barrios de la cabecera parroquial y el 33% restante se localiza en los recintos o caseríos de la parroquia (44).



Figuro 1. Mapa Río Tigris, Tachina-Esmeraldas

2.2 Diseño Experimental

Los microcosmos son unidades experimentales diseñadas para contener componentes importantes y demostrar los procesos fundamentales que se producen en un ecosistema. En definición, los microcosmos son una simulación de los ecosistemas naturales, aunque pueden diferir en su origen y estructura. Los microcosmos pueden ser elaborados artificialmente a partir de componentes mantenidos en un laboratorio o por componentes de la comunidad bióticas y sus sustratos abióticos extraídos por ecosistemas naturales (45).

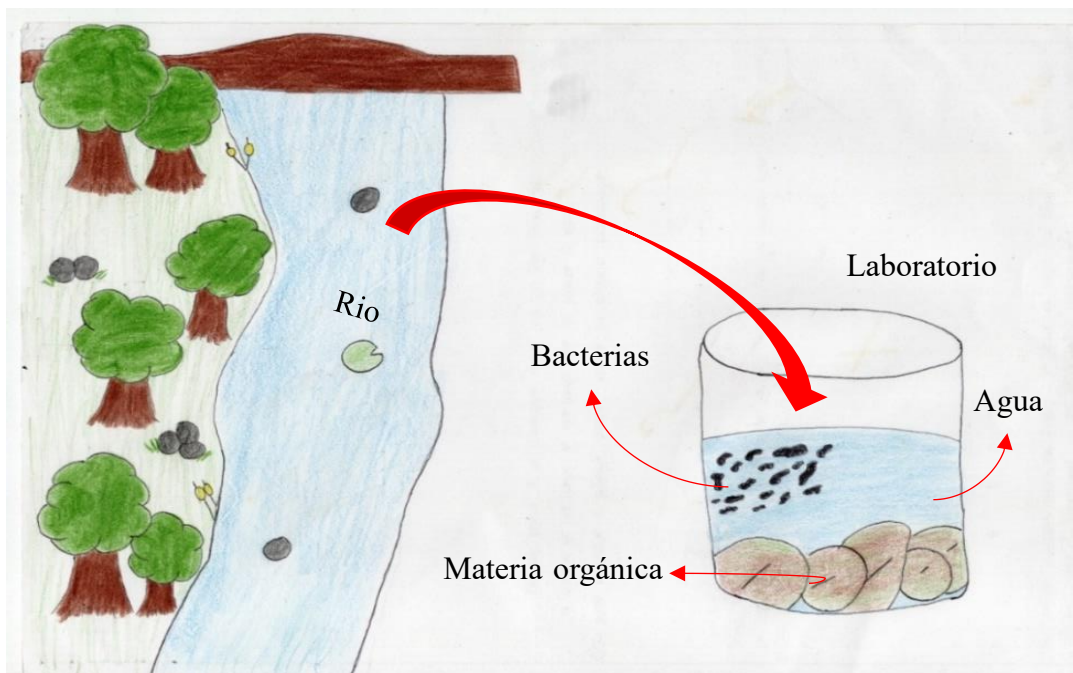


Figura 2. Elaboración de los microcosmos

En cuanto a la elaboración de los microcosmos se tomó muestras de los microorganismos y agua del río, luego en el laboratorio ya se tuvo previamente preparado la materia orgánica (hojas blancas). Al momento de la preparación de los microcosmos se deben unir la materia orgánica ya preparada y el inóculo microbiano de la muestra del río. Lo que se busca es reproducir las características del río y ver como los microorganismos

descomponen la materia orgánica. Se preparará un inóculo microbiano de incubación de 2 kg de materia orgánica bentónica gruesa y 10 l de agua durante 48 h con aireación en cadena. Además, se recogió 15 l de agua en una botella de plástico de 1 l y se almacenaron en congelación para los microcosmos. La materia orgánica y el agua se recolectaron de un pequeño arroyo no contaminado (arroyo El Tigre, Esmeraldas, Ecuador).

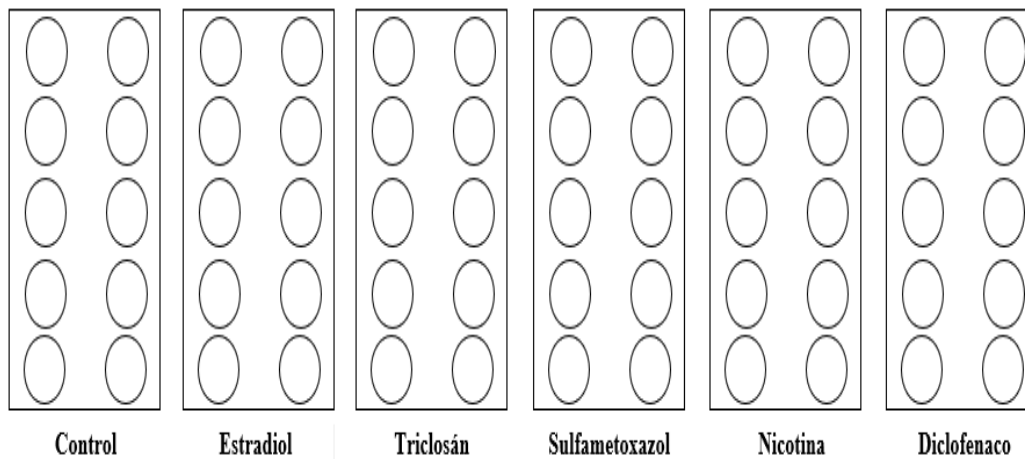


Figura 3. Modelo de los microcosmos en el laboratorio

Se prepararon los microcosmos en vasos de precipitados de vidrio de 250 ml pesando 1 g de material seco y añadiendo 100 ml de agua de inóculo. Los microcosmos están formados por 6 grupos: Control, Estradiol, Triclosán, Sulfametoxazol, Nicotina y Diclofenaco. Como se puede observar en el gráfico 3, el control estará conformado por 10 microcosmos y 10 microcosmos para cada uno de los cinco contaminantes (estradiol, triclosán y sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco). Los experimentos de los microcosmos se demoran 5 semanas para dar una valoración, y luego de comparar los microcosmos que forman el control y los medicamentos se podrá saber cuáles son los impactos que se generan en estos ecosistemas simulados.

2.3 Recolección de la muestra y elaboración del inóculo bacteriano

El agua que se utilizó para la elaboración del inóculo bacteriano se recogió en el estero del Río Tigre en el cual está ubicado en la parroquia de Tachina (Esmeraldas). Se utilizaron frascos de 1.5 litros de agua para ser llenados cada uno en el río, luego estos envases fueron rotulados con la estación de muestreo, fecha y nombre del investigador, finalmente estos fueron llevados al laboratorio de la PUCESE para llevarlos al congelador para que estos puedan conservarse. Para la elaboración del inóculo bacteriano se recogieron hojas, ramas, y agua del río en un balde de 16 l aproximadamente 2 kg de MO y 10 l de agua para ser llevados al laboratorio de la PUCESE y dejarlo con los aireadores durante 48 horas.

2.4 Fase experimental

Para la preparación de los contaminantes emergentes se utilizó 1lt de agua destilada previamente preparada en el laboratorio de la PUCESE, nicotina y estradiol: 40.4 mg en 1 litro; estradiol y diclofenaco: 0.101 en 2 litros (sólo se usó 1 litro); triclosán: 0.202 en 2 litros (sólo se usó 1 litro) de cada uno de los contaminantes para su disolución y estar listos para agregarlos a los microcosmos.

Tabla 1. Solubilidad a 25° C y concentraciones de los compuestos utilizados.

Compuesto	Fórmula	Peso molecular	Concentración test	Solubilidad en agua
Nicotina	$C_{10}H_{14}N_2$	162.23	400 $\mu g l^{-1}$	1000 $g l^{-1}$
17- β -Estradiol	$C_{18}H_{24}O_2$	272.39	50 $\mu g l^{-1}$	1.5 – 5.0 $mg l^{-1}$
Sulfametoxazol	$C_{10}H_{11}N_3O_3S$	253.28	400 $\mu g l^{-1}$	281 – 500 $mg l^{-1}$
Triclosán	$C_{12}H_7Cl_3O_2$	289.54	100 $\mu g l^{-1}$	10 $mg l^{-1}$
Diclofenaco sódico	$C_{14}H_{11}NCl_2O_2$	296.15	50 $\mu g l^{-1}$	2.4 – 4.5 $mg l^{-1}$

Luego en el laboratorio de la PUCESE se utilizó la báscula (Mettler Toledo) para pesar la materia orgánica (hoja blanca) previamente secada y cortada en fragmentos de 2 x 2 cm aproximadamente en el laboratorio. Se pesaron entre 0.74 a 0.75 gr de hoja blanca para cada uno de los 60 microcosmos. También por cada 10 microcosmos, se pesaron seis réplicas de materia orgánica para obtener estimas del peso inicial.

Una vez ya separados los microcosmos con la materia orgánica (hoja blanca), se añadieron 100 ml del inóculo bacteriano a los microcosmos con una probeta de vidrio, y después se añadió 1 ml de la disolución de los contaminantes a cada uno según el diseño experimental con una pipeta de vidrio. En el caso de los microcosmos que conforman el control, estos solo estuvieron compuestos por el inóculo bacteriano y materia orgánica. Los microcosmos fueron ubicados de manera aleatoria por medio de una tabla de números aleatorias del 1 al 60.

Una vez de tener ubicado a los microcosmos se adaptaron los aireadores para que estos tengan una oxigenación similar. Después de 24 horas, se retiraron la mitad de los microcosmos para determinar el lixiviado inicial de los materiales. La incubación del resto de los microcosmos se extendió durante cinco semanas y cada semana se renovó agua de incubación, añadiendo nuevamente los contaminantes.

2.5 Secado de la materia orgánica

La materia orgánica retirada de los microcosmos se secó en estufa a 65 °C durante 24 horas para después pesarlos en la báscula con una precisión de 0.0001 g. Después la materia orgánica se calcinó a 450 °C durante 5 horas para estimar su peso seco libre de cenizas. Las 6 réplicas recogidas para estimar los pesos iniciales se procesaron de la misma forma.

2.6 Análisis Químicos

Se realizaron análisis fisicoquímicos del agua de incubación cada semana. Se utilizó un medidor de conductividad y pH Milwaukee para saber qué condiciones se encontraba el agua del río. Se determinaron las concentraciones de Nitrito, Amonio, Fosforo, Nitrato con un colorímetro HACH DC900 (métodos 8507, 8155, 8048 y 8171).

2.7 Respirimetría

Una vez terminada la incubación de los 35 días de experimento, se procedió a ingresar un cachito de la materia orgánica en el equipo de respirometrías para determinar cuánto oxígeno consumían, se debía esperar 20 min para poder obtener resultados de este proceso.

2.8 Tratamiento de datos y análisis estadístico

Los datos de pérdida de masa se ajustaron a un modelo de desintegración exponencial para calcular la tasa de ruptura K (T-1): $M_t = M_0 e^{-k t}$ donde M_0 y M_t son la masa inicial y restante (M) y t es el tiempo de incubación (T).

El modelo de desintegración exponencial es un método estadístico que puede representar la dispersión de la materia orgánica. El parámetro más importante es la (k), debido a que este representa la velocidad de descomposición de la materia orgánica. También se podrán ver los impactos comparando la (k) del Control y la de los Contaminantes (Estradiol, Triclosán, Sulfametoxazol, Nicotina y Diclofenaco).

Para la tasa de descomposición (k , d^{-1}) se utilizó el cálculo de relación exponencial simple:

$$M_t = M_0 e^{-k t}$$

Donde M_t es la masa remanente en el tiempo t en gr, M_o es la masa inicial en gr, k es la constante de descomposición de hojarasca en d^{-1} y t es el tiempo en d. Para en análisis estadístico se utilizó el programa R, en el cual, para calcular la tasa de descomposición, se calculó la tasa de descomposición con los grados días y el índice de materia orgánica remanente y se realizó un análisis de covarianza.

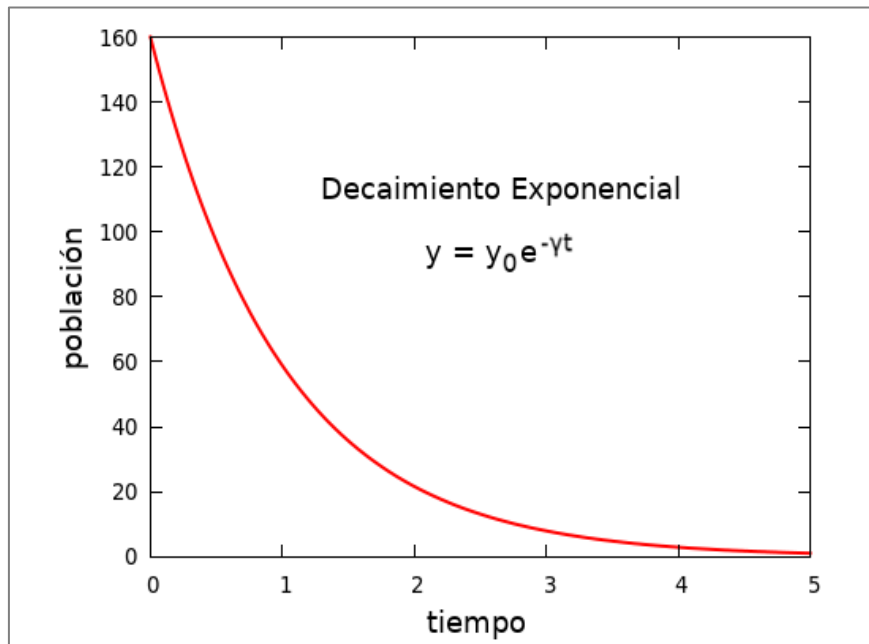


Figura 4. Modelo de desintegración exponencial

Las diferencias entre los sustratos en la masa estante después de 24 h de incubación y al final del experimento se probaron con ANOVA de una vía (sustrato) seguido de la prueba Tukey HSD. Las diferencias en las tasas de degradación de los sustratos se probaron con ANCOVA (sustrato) con el tiempo de incubación en días como covariable. Todos los análisis se realizaron en R.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Condiciones de Incubación

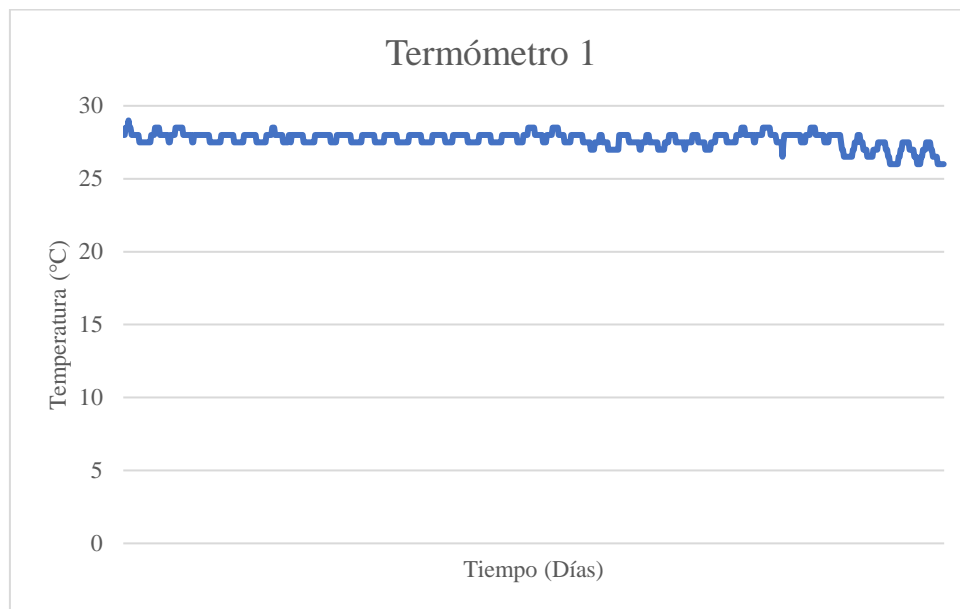


Figura 5. Termómetro 1 puesto al azar en los microcosmos

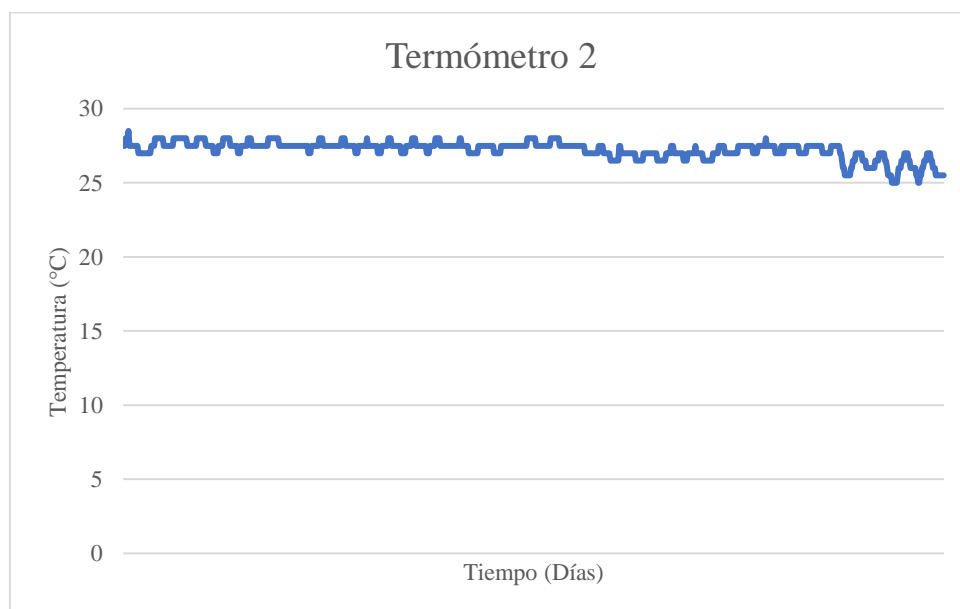


Figura 6. Termómetro 2 puesto al azar en los microcosmos

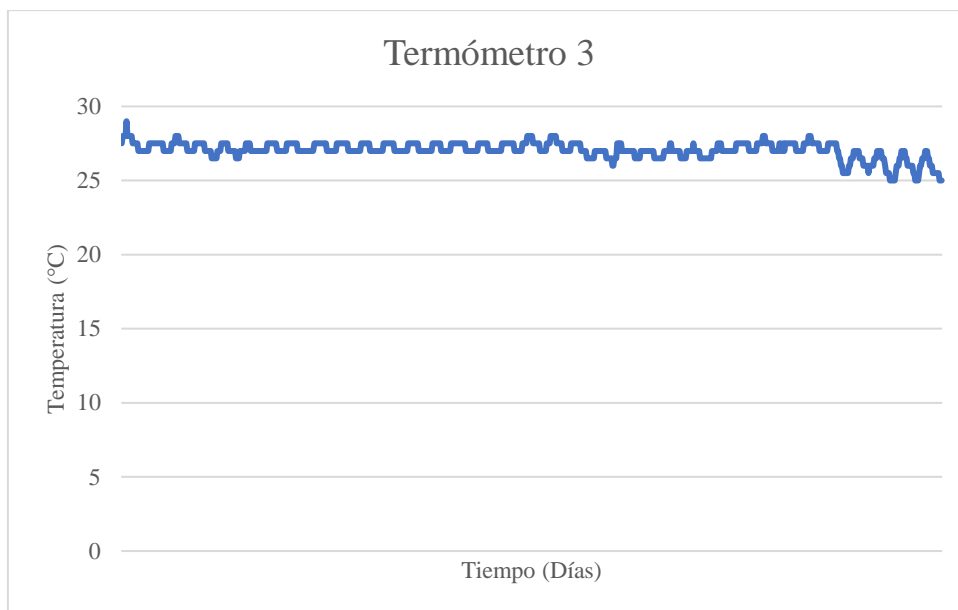


Figura 7. Termómetro 3 puesto al azar en los microcosmos

Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua de incubación medidas 5 veces

	Media \pm DE
pH	8.26 \pm 0.01
Conductividad (μ S cm ¹)	1083 \pm 58
Nitrito (μ g N l ⁻¹)	< 5
Nitrato (mg N l ⁻¹)	0.5 \pm 0.1
Amonio (mg N l ⁻¹)	0.09 \pm 0.02
Fosfato (mg P l ⁻¹)	0.23 \pm 0.01
N:P ratio	5.5 \pm 1.6

Durante el proceso de incubación en la (Tabla 1) se presentan las características de las muestras del río tigris la cual fue utilizada durante 5 semanas. Las muestras del agua presentan alta conductividad, concentraciones moderadas del nitrito, nitrato, amonio y fosfato, con un pH de 8.26. Además, se presentaron temperaturas constantes (Figura 1, 2

y 3), en el cual los termómetros marcaron una temperatura media de 27-28°C, así que no existe diferencia en los tres termómetros.

3.2 Descomposición

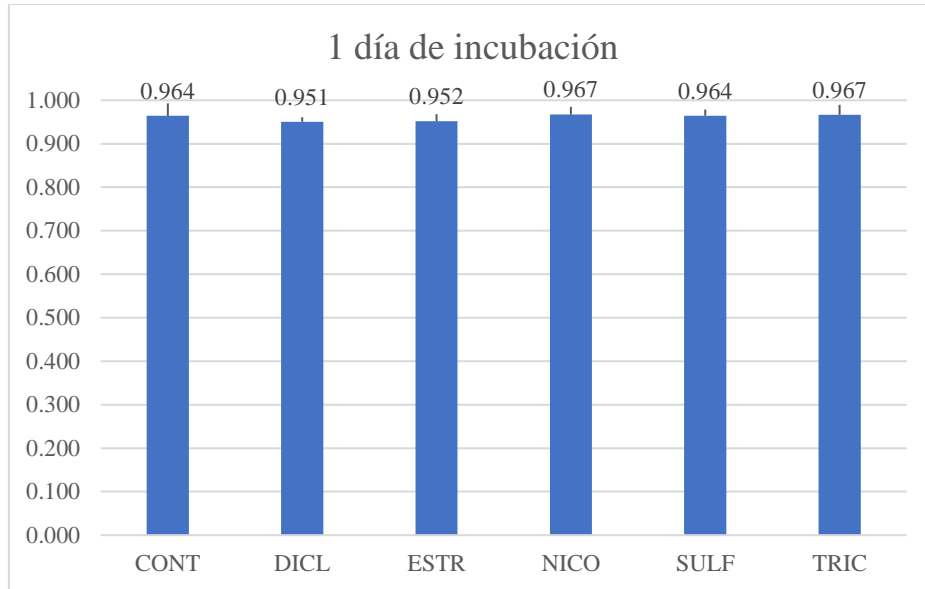


Figura 8. 24 horas de incubación de los microcosmos

Tabla 3. Resultados de ANOVA de un factor (Tratamiento: NIC^a = Nicotina; SUL^a = Sulfametoxazol; DIC^a = Diclofenaco; CON^a = Control; TRI^a = Triclosán; EST^a = Estradiol) sobre el peso remanente en los microcosmos (n. s., no significativo).

		Comparaciones múltiples						
	F	p						
1 día	F _{5,24} = 0.76	n. s. / p = 0.58	---					
35 días	F _{5,24} = 1.37	n. s. / p = 0.27	EST ^a	DIC ^a	SUL ^a	NIC ^a	CON ^a	TRI ^a

La descomposición de la materia orgánica de un día de incubación (Figura 4) muestra una breve pérdida de la materia orgánica en los seis tratamientos (control, diclofenaco, estradiol, nicotina, sulfametoxazol y triclosán). También se debe agregar que después de

las 24 horas de incubación no hubo diferencias significativas en el peso remanente de los seis tratamientos.

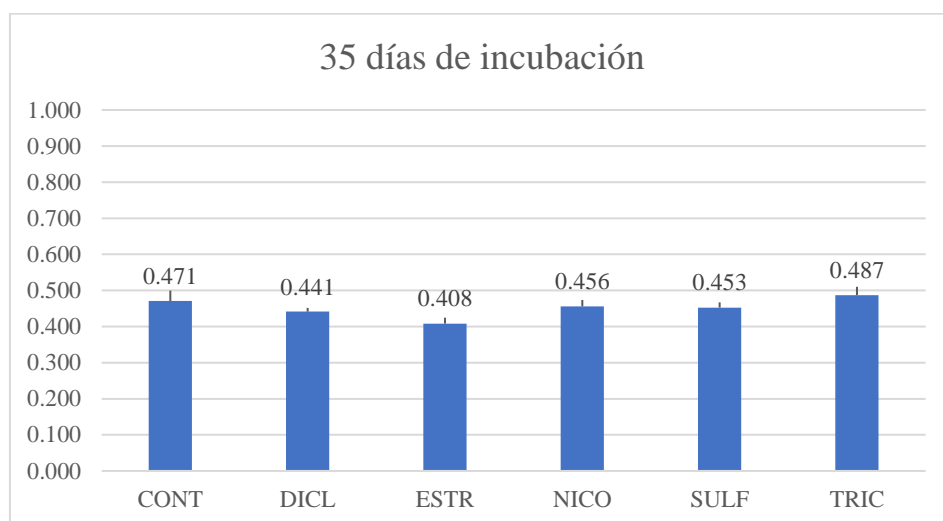


Figura 9. 35 días de incubación de los microcosmos

Tabla 4. Tasas de descomposición (k , d^{-1}) de hoja blanca para cada tratamiento.

Tratamiento	$K^{(d-1)}$	R^2	p
	media \pm EE		
Control	0.0212 \pm 0.0016	0.95	$p < 0.001$
Diclofenaco	0.0226 \pm 0.0013	0.97	$p < 0.001$
Estradiol	0.0249 \pm 0.0011	0.98	$p < 0.001$
Nicotina	0.0221 \pm 0.0011	0.97	$p < 0.001$
Sulfametoxazol	0.0224 \pm 0.0015	0.96	$p < 0.001$
Triclosán	0.0203 \pm 0.0017	0.94	$p < 0.001$

Al finalizar el experimento los tratamientos presentaron una pérdida de la materia orgánica alrededor del 55%. Siendo el estradiol el tratamiento que perdió más materia orgánica entre los seis tratamientos. También se pudo observar que el tratamiento de triclosán perdió menos materia orgánica que el control.

Los seis tratamientos se ajustaron bien al modelo exponencial y mostraron valores de R^2 elevada (Tabla 4). La tasa de descomposición de la materia orgánica estuvo entre 0.0203

a 0.0249 d^{-1} lo cual quiere decir que cada uno de los tratamientos presentan un estándar de igualdad en la tasa de descomposición de la materia orgánica. No se observaron diferencias significativas en las tasas de descomposición del control y de los tratamientos en toda la fase del experimento (Tabla 5).

Tabla 5. ANCOVA de las tasas de descomposición

Factor	F	p	Comparaciones múltiples
Tratamiento	$F_{5,48} = 1.73$	$P = 0.15$	NIC ^a SUL ^a DIC ^a CON ^a TRI ^a EST ^a
Tiempo	$F_{1,48} = 1389$	$P < 0.001$	
Tratamiento x Tiempo	$F_{5,48} = 1.14$	$P = 0.35$	

3.3 Respirometrías

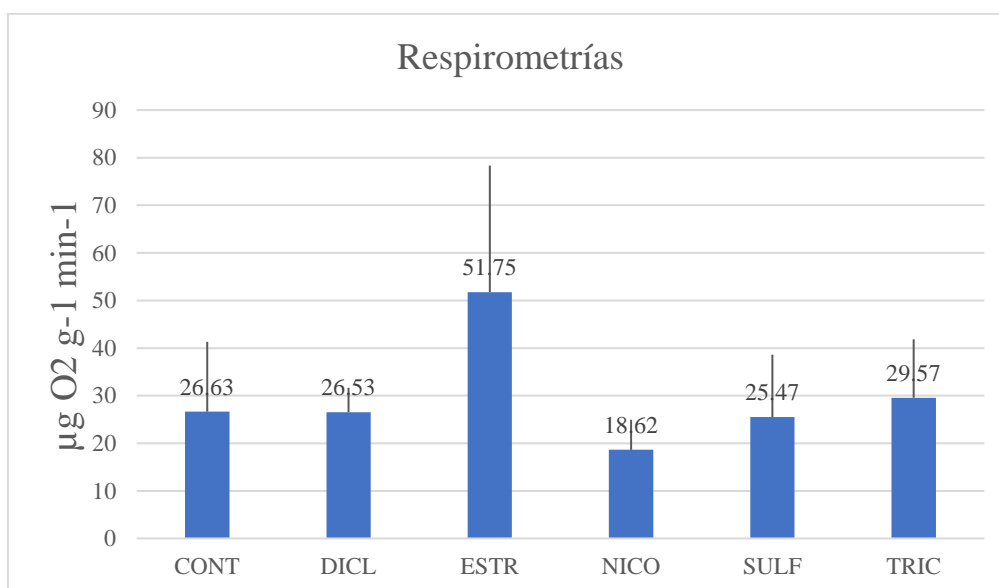


Figura 10. Respirometrías de los microcosmos (CONT = Control; DICL = Diclofenaco; ESTR = Estradiol; NICO = Nicotina; SULF = Sulfametoxazol; TRIC = Triclosán)

Las tasas de respiración (Figura 6), Entre los seis tratamientos mostraron que el estradiol mantuvo niveles altos de oxigenación con $51,75 \mu\text{g O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ a diferencia de los demás que se mantuvieron entre un $25 - 30 \mu\text{g O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ min}^{-1}$, el tratamiento que presento niveles

muy bajos de oxigenación fue la nicotina con un $18,62 \mu\text{g O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ min}^{-1}$, es decir que este contaminante logra que se mantenga en niveles de oxigenación más bajos en los microcosmos.

Tabla 6. Resultados de ANOVA de un factor (Tratamiento: NIC^a = Nicotina; SUL^a = Sulfametoxazol; DIC^a = Diclofenaco; CON^a = Control; TRI^a = Triclosán; EST^a = Estradiol) sobre la respiración de los materiales incubados

F	<i>p</i>	Comparaciones múltiples
$F_{5,18} = 2.37$	n. s. / $p = 0.08$	NIC ^a SUL ^a DIC ^a CON ^a TRI ^a EST ^a

Sin embargo, una vez realizada el análisis de varianza entre cada tratamiento no muestran diferencias significativas según los resultados de ANOVA (Tabla 6).

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

La presencia de los contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos cada vez se está haciendo más presente. Estos contaminantes se caracterizan por su baja biodegradabilidad y su acumulación en el medio ambiente pasaban desapercibidos y no se los consideraba como contaminantes ambientales, debido a que los efectos que estos puedan causar no son comprendidos en su totalidad, pero estos pueden modificar el sistema inmune y endocrino siendo un riesgo para los organismos acuáticos (46).

Las plantas de tratamientos de agua residuales a nivel mundial no están diseñadas para eliminar o contrarrestar los contaminantes emergentes poniendo en riesgo los ecosistemas acuáticos (47). La funcionabilidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales es eliminar los sólidos en suspensión, DBO, DQO y con poca efectividad de eliminación en los contaminantes emergentes como el sulfametoxazol, triclosán, estradiol, nicotina y diclofenaco (48). En la provincia de Esmeraldas, no existen plantas de tratamientos de aguas residuales por lo cual estos contaminantes emergentes se encuentran de forma directa en los ríos sin control alguno.

Los efectos de los contaminantes emergentes en los sistemas acuáticos son la persistencia ya que son resistentes a la degradación biológica, fotoquímica o química; bioconcentración puesto que, si la sustancia tiene más afinidad con los tejidos que con el agua, este puede alcanzar mayores concentraciones en los mismos; bioacumulación debido a que con el tiempo estas sustancias van aumentando, por lo cual los organismos más viejos presentan mayores concentraciones; biomagnificación por el aumento de las concentraciones en la cadena trófica; toxicología debido a los efectos negativos que puedan presentar a la salud humana y animal; movilidad ambiental por su capacidad de trasladarse en el ambiente (49)

La descomposición que se realizó en las primeras 24 horas en el estudio presente, el control y los tratamientos iniciaron proceso de lixiviado ya que es común es las hojas y no afecto a ningún microcosmos del experimento, ya que estos presentaron un 0,95% – 0,96% de descomposición de la fracción remanente de la materia orgánica, es decir que no existieron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en el estudio de Martínez et al (50) la lixiviación de sus hojas fue de 49,35%, 3,10%, 0,084% y 4,14% en las primeras 24 horas.

En el estudio reciente de Quiñonez (51), utilizo la metodología de los microcosmos para determinar los efectos de dos contaminantes emergentes (cafeína y paracetamol) obteniendo diferencias significativas en la tasa de descomposición con unos valores de 0.0198 d^{-1} (control), 0.0279 d^{-1} , (cafeína) y 0.0280 d^{-1} (Paracetamol). En este trabajo, los compuestos afectaron a la descomposición y probablemente degradándola ya que el nitrógeno que contiene contribuye a la aceleración de la descomposición de la materia orgánica. En cuanto a mi experimento no presenta diferencia en los tratamientos debido a que las concentraciones utilizadas en el experimento presentan muy pocos efectos y cabe mencionar que las concentraciones son altas de las que pueden encontrarse en los ríos. Entonces en concentraciones muy bajas o muy altas no hay efectos de estos contaminantes sobre la degradación de la materia orgánico en los ríos.

Suberkropp (2013), en esta investigación los resultados reflejados de las tasas de respiración en comparación con los tratamientos en hojas de arce y rododendro, por lo cual estas fueron más altas que los valores del tratamiento de control, en donde las hojas de arce tuvieron tasas de respiración más altas que las hojas de rododendro con un $p < 0,001$, teniendo una respiración alta (52).. En diferencia a nuestro estudio las tasas de respiración fueron más altas con un $p = 0.08$ en donde el contaminante estradiol supera al resto de los contaminantes del experimento. Esto puede ser debido a que el estradiol está

alterando el balance natural del río ya que afecta al metabolismo de este, lo cual permite que se consuma más carbono y así generando más CO₂. En el caso de la nicotina al tener una baja respiración permite que los demás microorganismo aproveche una mayor disponibilidad de carbono que se encuentra en los ríos.

En el estudio de Quiñonez (51) las tasas de respiración no hubo diferencias significativas entre el control y los tratamientos de cafeína y paracetamol según el análisis de varianza con un $p = 0.16$.

Cabe mencionar que la descomposición en el río es muy importante porque es un proceso vital en factores biológicos y abióticos. Esta sustancia ingresa al río en forma de hojarasca para luego ser utilizado en el río por los consumidores y transformado en CO₂ (53). En el estudio de estos contaminantes emergentes se puede deducir que no hay impactos en las tasas descomposición de la materia orgánica, pero puede afectar al metabolismo de la respiración de los ríos.

También es necesario mencionar que los efectos que causan estos contaminantes emergentes son el efecto crónico a las especies, bioacumulación, producción masiva de CO₂, afectación a la respiración de los ríos. Para la situación anterior, se debe fortalecer el control de los contaminantes emergentes, porque pueden tener un impacto importante en la función ecológica del río, como la degradación de la materia orgánica, cambios hormonales en las especies, baja reproducción y toxicidad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Está comprobado que el estradiol causa trastornos endocrinos en el medio acuático, causando hermafroditismo en los peces, mal desarrollo del órgano reproductor de los reptiles.
- El triclosán tiene efectos tóxicos sobre el sistema reproductor de las especies acuáticas y genera resistencia bacteriana.
- Los medicamentos del diclofenaco y sulfametoxazol causan toxicidad aguda y crónica para los organismos acuáticos, estas también pueden bioacumularse e inducir toxicidad en la cadena vegetativa de los ríos.
- Las concentraciones de los contaminantes emergentes utilizadas en el experimento de microcosmos presentaron una degradación estándar de la materia orgánica, lo cual nos indica que, a mayor o menor concentración de estos contaminantes, no presentan efectos en la degradación de la materia orgánica.
- En cuanto a la respirometría el estradiol causa efectos en el metabolismo de los ríos debido a que este consume demasiado carbono lo cual impide el buen funcionamiento ecológico de los ríos, también este produce demasiado CO₂ y así contribuyendo al calentamiento global.
- La nicotina logra potencialmente reducir las tasas de respiración de un río, dando la oportunidad a que más microorganismo aprovechen el carbono restante.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- La eliminación de los contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos es de vital importancia debido a los efectos que estos pueden ocasionar. Para ello se necesita la implementación de leyes para reducir las descargas de aguas residuales en los ríos y así cuidar el recurso hídrico y la biodiversidad.
- Se recomienda seguir impulsando a la investigación de estos contaminantes emergentes (estradiol, triclosán, sulfametoxazol, nicotina y diclofenaco), para buscar nuevos tratamientos en las depuradoras de aguas residuales.
- Realizar estudios de concentraciones de estos contaminantes emergentes para determinar cuáles son sus efectos en la descomposición de la materia orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reinoso Carrasco JdC, Serrano Delgado CY, Orellana Cobos DF. Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Medicas Universidad de Cuenca*. 2017; 35(2): p. 55-59.
2. UNESCO. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos..
3. Zuccato E, Castiglioni S, Fanelli R. Identification of the pharmaceuticals for human use contaminating the Italian aquatic environment. *Journal of Hazardous Materials*. 2005; 3(122): p. 205-209.
4. Breton R, Boxall A. Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Regulatory Drivers and Research Needs. *QSAR Combinat Sci*. 2003; 3(22): p. 212-221.
5. Ebele AJ AMEHS. Pharmaceuticals and personal care products(PPCPs) in the freshwater aquatic environment. *Emerging Contaminants*. 2017; 1(3): p. 1-6.
6. Voloshenko-Rossin A,GG,CK,GJ,CFL,PMW,LO. Emerging pollutants in the Esmeraldas watershed in Ecuador: discharge and attenuation of emerging organic pollutants along the San Pedro–Guayllabamba–Esmeraldas rivers. *Environmental Science: Processes & Impacts*. 2015; 1(17): p. 41-53.
7. Sabater S, Elozegi A. *Conceptos y Técnicas en Ecología Fluvial*. España: Universidad del País Vasco y Universidad de Girona.
8. Capparelli M, Cipriani-Avila I, Jara-Negrete E, Acosta-López S, Acosta B, Pérez-González A, et al. Emerging Contaminants in the Northeast Andean Foothills of Amazonia: The Case of Study of the City of Tena, Napo, Ecuador. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2021.
9. J M. Uso de macroinvertebrados como metodo de evaluación de la calidad de río Salima Atacames. 2018;: p. 1-56.
10. Silva A. DETECCIÓN DE ANTIBIOTICOS DE USO ANIMAL Y HUMANO COMO OCNTAMINANTES EMERGENTES EN LOS RÍOS DEL DISTRITO DE SALUD 07D04 (ECUADOR) CANTONES BALSAS, MARCABELÍ Y PIÑAS. (Tesis de Grado). Quito: Universidad Politecnica Salesiana sede Quito , Departamento de Ciancias Químicas.
11. Buenaño E, Cevallos O. ANÁLISIS DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL BÁSICO DEL PUYO, IESS. (Tesis de Grado). Puyo: Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida.
12. Pérez J. FÁRMACOS COMO CONTAMINANTES EMERGENTES: CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y ELIMINACIÓN EN PLANTAS

DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. (Tesis de Doctorado). Oviedo: Universidad de Oviedo, Departamento de Química e Inorgánica.

13. Quiñonez J. Impactos del Paracetamol y la Cafeína en los Ríos de Esmeraldas. 2021.
14. A. Voloshenko-Rossin aGGKCJGLCFWPFSSFOaOL. Emerging pollutants in the Esmeraldas watershed in Ecuador: discharge and attenuation of emerging organic pollutants along the San Pedro-Guayllabamba-Esmeraldas rivers. *Environmental Science Processes & Impacts*. 2015;; p. 41-53.
15. Cornejo A, Pérez J, López-Rojo N, García G, Pérez E, Guerra A, et al. Litter decomposition can be reduced by pesticide effects on detritivores and decomposers: Implications for tropical stream functioning. *Environmental Pollution*. 2021;; p. 1-11.
16. USGS. Drinking Water Exposure to Chemical and Pathogenic Contaminants. Emerging Contaminants. 2016.
17. Gil Garzón M SAUGJGFO. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Prod + Limpia*. 2012; 2(7): p. 52-73.
18. POYNTON HCyVCD. Ecotoxicogenomics: Emerging Technologies for Emerging Contaminants. *Journal of the American Water Resources Association*. 2009; 45: p. 83-96.
19. SINCLAIR CJyBAB. Assessing the Ecotoxicity of Pesticide Transformation Products. *Environmental Science and Technology*. 2003; 37: p. 4617-4625.
20. DAUGHTON C&TTA. Pharmaceuticals and personal Care products in the Environment: Agents of Subtle Change? *Health perspect*. 1999; 107(6): p. 907-938.
21. Becerril J. Contaminantes Emergentes en el Agua. *Revista Digital Universitaria*. 2009; 10(8): p. 1-7.
22. VERLIEFDE A, al e. I. Priority organic micropollutants in water sources in Flanders and the Netherlands and assessment of removal possibilities with nanofiltration. *Environ Pollut*. 2007; 146: p. 281-289.
23. Valsecia M. FARMACOLOGÍA DE LAS HORMONAS SEXUALES FEMENINAS. ;: p. 192-210.
24. Dr. Mandal A. New Medical LIFE SICENCES. [Online]; 2019. Acceso 26 de Diciembre de 2020. Disponible en: [https://www.news-medical.net/health/What-is-Estradiol-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Estradiol-(Spanish).aspx).
25. Petrovic M,RJ,PC,KM,FM,DAML,&BD. Emerging Contaminants in Wastewaters. *The Handbook of Environmental Chemistry*. 2008;; p. 1-35.

26. Dimogerontas G,&LC. Endocrine Disruptors (Xenoestrogens). *Plastics in Dentistry and Estrogenicity*. 2014.
27. Scientific Committee on Consumer Safety. Opinion on triclosan. *Antimicrobial Resistance*. 2010;(1-56).
28. Zuñiga Carrasco IR, Caro Lozano J. Controversia por el uso de triclosán en los productos antibacteriales de uso común. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*. 2017; 30(93-96).
29. Nishi I,KT,&OS. Monitoring of triclosan in the surface water of the. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2008; 2(80): p. 163-166.
30. Tenorio G, Rodríguez Carrana R. Trimetorpim-Sulfametoxazol. *Revista de la Facultad de Medicina*. 1976; 18(8).
31. Granda-Orive JI, Granda-Beltrán C, Baz-Lomba JA. Contaminantes emergentes: la nicotina en las aguas residuales domésticas como herramienta de análisis en salud pública. *Archivos de Bronconeumología*. 2018; 54(10): p. 495-496.
32. Chan LY,CPY,SSSN,<K. A study of diclofenac-induced teratogenicity during organogenesis using a whole rat embryo culture model. *Human Reproduction*. 2001; 11(16): p. 2390-2393.
33. Gutierrez Aponte JL, Sanchez Angulo L. IMPACTO AMBIENTAL. *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. 2009;; p. 1-12.
34. Rodríguez R. "Evaluación de Impacto Ambiental" Nicaragua-Managua; 2004.
35. Romero Rojas. Tratamiento de agua residuales, teoría y principios de diseño. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieros.
36. Lim KF. Negative pH Does Exist. *Journal of Chemical Education*. 2006;(83): p. 1465.
37. Peña Pulla E. CALIDAD DE AGUA. [Online].; 2007.. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>.
38. Beléndez Vázquez A. Calor y Temperatura. Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. 2017.
39. Jijón N MJ. Benthic coarse particulate organic matter in two tropical rivers from the chocó region of Ecuador? *Limnetica*. 2019; 2(38): p. 53-67.
40. DRVS P. TESIS CUENCA..
41. Doull's Ca. *The basic Science of Poisons. Toxicology*. 2001.
42. Constitución de la República del Ecuador. Quito-Ecuador.

43. GAD de Esmeraldas. Plan de ordenamiento territorial de Esmeraldas 2015-2020. Esmeraldas.
44. Gad NDEL. Tachina PRDE, De B. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial Diagnóstico..
45. Draggan S, Reisa JJ. Controlling toxic substances: historical perspective and future research needs. Giesey J.P. Jr (Ed), Department of Energy.
46. Janet Gil M MSAIUJDDGO. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. 2012; 2(7): p. 52-73.
47. Montesinos ASM. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL ANAEROBIO-HUMEDAL PARA LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE DICLOFENACO Y PARACETAMOL EN AGUAS RESIDUALES. 2016;; p. 68-70.
48. C S. MICROCONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS: TIPOS Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO. Avances en Ciencias e Ingeniería. 2012; 3.
49. Barceló D. Aguas contaminetales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2008;; p. 276.
50. Martínez A PJMJSMPJ. Effects of flow scarcity on leaf-litter processing under oceanic climate consitions in calcareus streams. Sci Total Environ. 2015;; p. 503-504.
51. Quiñonez J. Impactos del paracetamol y la cafeína en los ríos de Esmeraldas. 2021.
52. SUBERKROPP VG y K. Descomposición de la hojarasca y actividad microbiana en tramos inalterados y enriquecidos con nutrientes de una corriente de cabecera. 2013;; p. 34-123.
53. JFP C. El rol de los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de hojarasca en ríos altoandinos tropicales. 2012.
54. Gil MJ,SAM,UJI,yGOD. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Producción+ limpia. 2013; 2(7).
55. Lorenzo M. DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EMERGENTES EN EL MEDIO AMBIENTE Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN HUMANOS. (Tesos de Doctorado). Valencia: Universidad de Valencia, Facultad de Farmacia.
56. Pegoraro C. ESTUDIOS FÍSICOQUÍMICOS Y ANALÍTICOS DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE ORIGEN ANTRÓPICO: 2E-2Z-Etilhexil Metoxicinamato. (Tesis de Doctorado). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, Departamento de Química Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

ANEXOS

Anexo 1. Registro oficial de ingreso del peso de hoja blanca para cada microcosmos

18/5/2021
inicio
experimento

Microcosmos	Peso inicial (g)	Vaso	Peso vaso / inicio experimento
1	0,7489		
2	0,7405		
3	0,7596		
4	0,7406		
5	0,7513		
6	0,7543	80	
7	0,7586		
8	0,7440		
9	0,7583		
10	0,7582		
Pesada 1	0,7447	5	4,7115 1 10,8756 10,4863
11	0,7436		
12	0,7479		
13	0,7461		
14	0,7503		
15	0,7475		
16	0,7451	50	
17	0,7569		
18	0,7506		
19	0,7413		
20	0,7483		
Pesada 2	0,7445	1	4,5718 22 10,1075 9,5410
21	0,7496		
22	0,7596		
23	0,7527		
24	0,7434		
25	0,7494		
26	0,7560	20	
27	0,7518		
28	0,7575		
29	0,7578		
30	0,7563		
Pesada 3	0,7512	35	4,4503 8 10,1956 9,8008
31	0,7555		
32	0,7502		
33	0,7412		
34	0,7452		
35	0,7539		

Microcosmos	Peso inicial (g)	Vaso	
36	0,7502		
37	0,7516		
38	0,7416		
39	0,7428		
40	0,7556		
Pesada 4	0,7441	48	4,3622 7 10,1766 9,8333
41	0,7588		
42	0,7484		
43	0,7519		
44	0,7482		
45	0,7515		
46	0,7526		
47	0,7499		
48	0,7487		
49	0,7456		
50	0,7455		
Pesada 5	0,7479	33	4,3590 18 11,2450 10,9489
51	0,7579		
52	0,7446		
53	0,7536		
54	0,7596		
55	0,7453		
56	0,7448		
57	0,7485		
58	0,7487		
59	0,7496		
60	0,7524		
Pesada 6	0,7524 0,7594	46	4,6536 6 9,5032 9,0889

Anexo 2. Registro oficial de ingreso del control de hojas blanca de los microcosmos

Material	R	Vaso	P. vaso (g)	P fresco (g)	P seco (g)	P seco (g)	seco/fresco	Crisol	P crisol (g)	P seco (g)	P seco (g)	P cal (g)	MO (g)	MO/seco
H. blanca	R1	39	#N/D		4.3730	#N/D	#N/D	69	#N/D	9.6651	#N/D	9.1065	0	#N/D
H. blanca	R2	41	#N/D		4.5014	#N/D	#N/D	69	#N/D	9.9937	#N/D	9.2269	0	#N/D
H. blanca	R3	38	#N/D		4.5098	#N/D	#N/D	25	#N/D	10.0492	#N/D	9.2269	0	#N/D
H. blanca	R4	48	#N/D		4.5438	#N/D	#N/D	10	#N/D	10.8409	#N/D	10.2616	0	#N/D
H. blanca	R5	36	#N/D		4.4750	#N/D	#N/D	2	#N/D	10.1564	#N/D	9.6223	0	#N/D
H. blanca	R6	47	#N/D		4.5988	#N/D	#N/D	19	#N/D	9.9687	#N/D	9.4329	0	#N/D

10.926

9.5403

10,9937 ? R2

9.45 sec p de
fuerza neto

Anexo 3. Registro oficial de ingreso de datos de parámetros físico-químicos

PLANTILLA QUIMICA MICROCOSMOS

Fecha	pH	Conductividad	Nitrito	Nitrato	Amonio	Fosfato
19/05/21	8,26	1146	0	0,4	0,09	0,70
25/05/21	8,25	1148	0,005	0,3	0,08	0,69
01/06/21	8,26	1043	0,004	0,5	0,12	0,77
08/06/21	8,27	1034	0,003	0,7	0,09	0,67
15/06/21	8,28	1045	0,001	0,7	0,07	0,72

94,97

30,97

Anexo 4. Registro oficial de seguimiento y registro de datos de los microcosmos

Material	TRATAMIENTO	Microcosmos	RESP		PESO SECO				MO		
			Crisol	Retirada	Tiempo (d)	Vaso	P seco + vaso (g)	Crisol	P seco + crisol (g)	P cal (g)	
H. blanca	Control	1	6	5sem	35	28	3,9682	15	10,4336	10,1893	
H. blanca	Control	2		24h	1	43	4,2847	12	9,6453	9,2405	
H. blanca	Sulfomet	3	7	5sem	35	25	3,951494	30	10,0712	9,8577	
H. blanca	Sulfomet	4		24h	1	10	4,2359	2	10,1601	10,2447 - 9,6091	
H. blanca	Estradiol	5	30	5sem	35	35	4,0536	22	9,7188	9,5051	
H. blanca	Estradiol	6		24h	1	26	4,4623	20	10,3179	9,7613	
H. blanca	Nicotina	7	17	5sem	35	33	4,0069	1	10,7332	10,4641	
H. blanca	Nicotina	8		24h	1	40	4,0945	19	9,9669	9,4064	
H. blanca	Diclofenaco	9	11	5sem	35	101	3,8789	21	9,9196	9,7090	
H. blanca	Diclofenaco	10		24h	1	37	4,5774	23	9,9938	9,6192	
H. blanca	Triclosan	11	15	5sem	35	16	4,1860	2	9,9442	9,5822	
H. blanca	Triclosan	12		24h	1	12	3,7905	13	10,1968	9,7499	
H. blanca	Control	13	28	5sem	35	39	4,0026	12	9,4454	9,2037	
H. blanca	Control	14		24h	1	47	4,5419	26	11,0320	10,5728	
H. blanca	Sulfomet	15	25	5sem	35	24	4,0722	11	11,0487	10,7663	
H. blanca	Sulfamet	16		24h	1	38	4,5226	28	10,8302	10,5278	
H. blanca	Estradiol	17	10	5sem	35	42	4,3693	14	9,1611	8,9408	
H. blanca	Estradiol	18		24h	1	9	4,3290	14	9,3232	8,9563	
H. blanca	Nicotina	19	4	5sem	35	46	4,2425	25	9,6311	9,4149	
H. blanca	Nicotina	20		24h	1	36	4,1687	22	10,0132	9,5268	
H. blanca	Diclofenaco	21	19	5sem	35	102	3,7608	6	9,3137	9,0608	
H. blanca	Diclofenaco	22		24h	1	4	4,5906	30	10,2478	9,8728	
H. blanca	Triclosan	23	21	5sem	35	19	4,1230	9	10,6296	10,3887	
H. blanca	Triclosan	24		24h	1	29	4,0650	10	10,6145	10,2447	
H. blanca	Control	25	20	5sem	35	4	4,3296	7	10,1106	9,8115	
H. blanca	Control	26		24h	1	49	4,6535	15	10,6757	10,2079	

Material	TRATAMIENTO	Microcosmos	RESP	PESO SECO				MO		
			Crisol	Retirada	Tiempo (d)	Vaso	P seco + vaso (g)	Crisol	P seco + crisol (g)	P cal (g)
H. blanca	Sulfamet	27	5	5sem	35	16	3,7871	17	9,8062	9,5903
H. blanca	Sulfamet	28		24h	1	39	4,3559	27	10,7582	10,2804
H. blanca	Estrodiol	29	12	5sem	35	44	4,2625	8	10,0341	9,7744
H. blanca	Estrodiol	30		24h	1	27	4,0145	29	10,8498	10,2973
H. blanca	Nicotina	31	3	5sem	35	1	4,2238	19	9,6440	9,3876
H. blanca	Nicotina	32		24h	1	45	4,5067	6	9,4181	9,0729
H. blanca	Diclofenaco	33	18	5sem	35	104	3,8949	5	11,0634	10,7876
H. blanca	Diclofenaco	34		24h	1	3	4,2781	21	10,1904	9,7379
H. blanca	Triclosan	35	23	5sem	35	17	3,9708	13	10,0059	9,7375
H. blanca	Estrodiol	36		24h	1	11	4,5824	27	10,8407	10,2894
H. blanca	Control	37	2	5sem	35	49	4,3523	18	11,1776	10,9022
H. blanca	Control	38		24h	1d	42	4,6975	5	11,2132	10,8018
H. blanca	Sulfamet	39	29	5sem	35	32	4,2924	26	10,8068	10,5502
H. blanca	Sulfamet	40		24h	1	41	4,4839	8	10,2716	9,8043
H. blanca	Estrodiol	41	1	5sem	35	38	4,1457	3	10,2616	10,0563
H. blanca	Nicotina	42		24h	1	45	4,2958	6	9,5010	9,0775
H. blanca	Nicotina	43	9	5sem	35	5	4,3737	23	9,8809	9,6073
H. blanca	Nicotina	44		24h	1	23	4,5486	5	11,1291	10,7978
H. blanca	Diclofenaco	45		5sem	35	36	3,8421	20	9,9795	9,7267
H. blanca	Diclofenaco	46		24h	1	14	4,5374	25	9,9088	9,4394
H. blanca	Triclosan	47	27	5sem	35	22	4,2908	7	10,0407	9,8111
H. blanca	Triclosan	48		24h	1	18	4,2900	3	10,5008	10,0735
H. blanca	Control	49		5sem	35	18	3,9660	19	9,6130	9,3872
H. blanca	Control	50		24h	1	44	4,5947	21	10,0068	9,7087
H. blanca	Sulfamet	51		5sem	35	29	3,7391	27	10,5127	10,2603
H. blanca	Sulfamet	52		24h	1	21	4,3390	11	11,3446	10,7956

ERROR*

Estrodiol 28

Material	TRATAMIENTO	Microcosmos	RESP	PESO SECO			MO			
			Crisol	Retirada	Tiempo (d)	Vaso	P seco + vaso (g)	Crisol	P seco + crisol (g)	P cal (g)
H. blanca	Estradiol	53		5sem	35	8	3,9463	21	9,9320	9,7082
H. blanca	Estradiol	54		24h	1	6	4,1980	18	9,4484	10,9157
H. blanca	Nicofina	55		5sem	35	48	3,9931	29	10,5019	10,2618
H. blanca	Nicofina	56		24h	1	13	4,5785	28	11,0032	10,5386
H. blanca	Diclofenaco	57	8	5sem	35	103	3,5212	10	10,4628	10,2307
H. blanca	Diclofenaco	58		24h	1	7	3,6374	1	10,9964	10,4922
H. blanca	Ticloson	59		5sem	35	20	4,1916	28	10,1695	10,5172
H. blanca	Ticloson	60		24h	1	8	4,3048	25	9,7976	9,4260

11,3023

Anexo 5. Peso y preparación de los microcosmos



Anexo 6. Incubación de los microcosmos



Anexo 7. Análisis físico-químicos



Anexo 9. Recolección de microcosmos



Anexo 10. Cálculo de las tasas de respiración



Anexo 11. Ingreso de los microcosmos a la estufa a 65°C



Anexo 12.



Anexo 13. Materia orgánica calcinada

