

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental**

**Tema:**

**“Diagnóstico del comportamiento de mucosa del caracol africano (*Achatina fulica*) como vector de comunicación intraespecie, recolectados en tres localizaciones del cantón Pastaza (Puyo, Fátima y Tarquí)”.**

**AUTORA:**

Navarrete Naranjo Grace Catalina

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

M.sc. Karel Diéguez Santana

**CODIRECTOR DEL PROYECTO:**

M.sc. Pedro Damián Ríos

**PUYO – ECUADOR**

**2016**



## AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Grace Catalina Navarrete Naranjo declaro que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación y Desarrollo son de mi exclusiva responsabilidad.

---

Grace Catalina Navarrete Naranjo

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Director de tesis de la investigación denominada “TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: **“Diagnóstico del comportamiento de mucosa del caracol africano (*Achatina fulica*) como vector de comunicación intraespecie, recolectados en tres localizaciones del cantón Pastaza (Puyo, Fátima y Tarquí)**”. de la autora : Grace Catalina Navarrete Naranjo con CI:1803366936, egresadas de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sometidas a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo directivo.

---

M.sc. Karel Diéguez Santana

**EL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO FUE  
REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL DE  
GRADO**

---

**Dr. Laura Salazar**

---

**Dr. Oscar Rivera**

---

**MSc. Edgar Chicaiza**

## AGRADECIMIENTO

Yo agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios, por darme la fuerza y el empeño para seguir adelante y cumplir unos de mis mayores sueños. Agradezco a la institución por abrir sus puertas, para adquirir conocimientos que me servirán a lo largo de mi vida profesional además de una manera especial a Bartłomiej Goldyn y MsC Pedro Damián Ríos quienes me dieron la oportunidad para ser parte de su proyecto y por la asesoría técnica , y a mi tutor M.Sc. Karel Diéguez Santana quien me supo apoyarme y darme ánimos para que sea posible la entrega de este informe, también al Ing. Leo Rodríguez por la paciencia quien ha estado desde el inicio de mi carrera y demás fue quien me brindó asesoría en los análisis estadísticos.

De manera especial a mi querido papi Carlos Ignacio Calle y a mi mami Esther Mery Navarrete quienes son el eje principal en mi vida y me han apoyada desde el inicio para cumplir esta meta.

A los amigos y familiares quienes me ayudaron en la recolección de los caracoles y hacer que este proyecto se posible.

## DEDICATORÍA

Yo, Grace Navarrete le dedico a Dios quien me ha brindado la sabiduría para tomar decisiones buenas y terminar la carrera estudiantil. A mis papas quienes siempre han estado acompañándome, dándome consejos para llegar a ser la persona que soy , sobre todo a mis hermanas Karla y Keila demostrándoles que con esfuerzo y dedicación se puede llegar a obtener lo que se proponga.

## RESUMEN EJECUTIVO

Muchos caracoles pulmonados buscan y siguen senderos de su misma especie, por diferentes fines como alimentación, agregación y búsqueda de pareja. Debido a ello el presente proyecto pretende investigar la caracterización del comportamiento ecológico en condiciones controladas que existe entre los individuos de la especie *Achatina fulica* mediante la frecuencia con que siguen el rastro hecho por sus congéneres, para ello se tuvo en cuenta la edad, tamaño y la condición del caracol emisor y el receptor, proponiendo nueve tratamientos que se realizaron durante el día. Se observaron las direcciones escogidas por los caracoles receptores durante los experimentos, posteriormente se analizaron los datos mediante la prueba estadística del chi- cuadrado, en relación a las direcciones de los individuos tratados versus el total de las repeticiones de los tratamientos y del control. Basado en los resultados del procesamiento estadístico se seleccionaron los tres tratamientos más significantes (C, D, H), que se repitieron en la noche. Los resultados demuestran que el tratamiento C es significativo y su comportamiento ecológico indican que una cantidad de caracoles siguen el rastro obteniendo como conclusión que existe una comunicación química entre caracoles juveniles, designándose como el mejor tratamiento, mientras que el tratamiento H también fue significativo estadísticamente sin embargo se definió como el peor tratamiento, ya que su comportamiento ecológico es similar durante del día y la noche, los individuos no siguen el rastro demostrando que no existe comunicación química entre caracoles adultos y juveniles.

Palabras claves: comportamiento, *Achatina fulica*, rastro, dirección.



## ABSTRACT

Many snails pulmonate seek and follow trails of the same species in their habitat for different purposes such as food, aggregation and for mates because of this the present project aims to investigate the characterization of chemical communication between individuals of the species *Achatina fulica* by how often follow the trail made by their peers, for it took into account the age, size and condition of the emitter and receiver snail proposing 9 treatments that were performed during the day. Directions chosen by the recipient snails were observed during experiments, then the data were analyzed by chi square test statistic in relation to the addresses of treated individuals versus the total repetitions of treatments and control. Based on the results of statistical processing the three most significant treatments (C, D, H), which were repeated in the evening were selected. The results show that treatment C is significant, and its ecological behavior shows that there are a number of snails that track, being designated as the best treatment, while treatment H was also statistically significant, but its environmental performance is similar for day and night, individuals do not follow the trail defined as the worst treatment.

Keywords: behavior, snails, treatments, trail, direction.

## Contenido

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Hipótesis de la investigación.....	16
1.3 Objetivo general.....	16
1.4 Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II.....	17
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1 <i>Achatina fulica</i> . Taxonomía.....	17
2.2 <i>Achatina fulica</i> . Morfología.....	17
2.3 <i>Achatina fulica</i> . Locomoción.....	18
2.4 <i>Achatina fulica</i> . Reproducción.....	18
2.5 <i>Achatina fulica</i> . Ecología.....	19
2.6 Daños económicos causados por <i>Achatina fulica</i> .....	20
2.7 Control de la plaga.....	20
2.7.1 Control mecánico.....	20
2.7.2 Control químico.....	21
2.7.2 Control biológico.....	21
2.7.3 Control cultural.....	21
2.8 Ecología del comportamiento.....	21
2.9 Comunicación química animal.....	22
2.10 Quimiorrecepción gasterópodo.....	23
CAPÍTULO III.....	24
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1 Localización.....	24
3.2 Tipo de investigación.....	24
3.3 Métodos de investigación.....	24
3.4 Desarrollo del experimento.....	25
3.5 TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	27
3.6 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.....	27
CAPÍTULO IV.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
CAPÍTULO V.....	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....	38

6. BIBLIOGRAFIA.....	40
CAPÍTULO VII.....	42
7. ANEXOS.....	42
7.1 ANEXOS DE TABLAS.....	42
7.2 ANEXOS GRÁFICOS.....	49

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Características del apareamiento de la especie <i>Achatina fulica</i> según foto tomada en áreas de la Facultad de Ciencias de la Vida, UEA. ....	19
Figura 2. Diagrama de las pistas que seguirán los caracoles en el experimento.....	26
Figura 3 Repeticiones de los tratamientos A, B, E, G, F y I en relación a la primera dirección que tomaron los caracoles receptores durante el día. ....	29
Figura 4 Repeticiones de los tratamientos C, D, H en relación a la primera dirección que tomaron los caracoles receptores durante el día. ....	30
Figura 5 Repeticiones del control (sin rastro) de caracoles juveniles, caracoles adultos nutridos y hambrientos de cada tratamiento en relación a la primera dirección que tomaron durante el día. ....	31
Figura 6 Las diez repeticiones del tratamiento A versus las diez repeticiones del control de caracoles adultos nutridos en relación a la primera dirección que tomo el caracol receptor tanto en el tratamiento y el control realizados durante el día. ....	31
Figura 7 Las diez repeticiones del tratamiento B versus las diez repeticiones del control de caracoles adultos hambrientos en relación a la primera dirección que tomo el caracol receptor tanto en el tratamiento y el control realizados durante el día. ....	32
Figura 8 Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento C (juvenil versus juvenil) en cuanto a las direcciones que tomaron durante el día, la noche y los controles. ....	33
Figura 9 Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento D (adultos nutridos versus adultos nutridos) en relación a las direcciones que tomaron dentro del experimento y del control.....	34
Figura 10 Las diez repeticiones del tratamiento E, F, I y G versus las diez repeticiones de sus respectivos controles en relación a la primera dirección que tomo el caracol receptor tanto en los tratamientos y los controles realizados durante el día. ....	35
Figura 11 Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento H (adultos nutridos versus juveniles) en relación a la direcciones que tomaron durante el día, noche y sus controles. ....	36
Figura 12 Tiempo recorrido del caracol marcador en los 3 tratamientos realizados durante el día y la noche.....	37

## TABLA DE ANEXOS

Tabla 7.1.1 Prueba chi-cuadrado no paramétrico en spss con las direcciones de los 9 tratamientos del día.....	40
Tabla7.1.2 Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento A.....	41
Tabla 7.1.3 Prueba estadista chi-cuadro no paramétrico en spss del tratamiento B.....	41
Tabla7.1.4. Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrico en spss del tratamiento C.....	42
Tabla 7.1.5. Prueba estadista no paramétrica chi-cuadro en spss del tratamiento D.....	43
Tabla 7.1.6. Prueba estadista chi-cuadro no paramétrica en spss del tratamiento E y F.....	43
Tabla 7.1.7. Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento G.....	44
Tabla 7.1.8. Prueba estadista chi-cuadro no paramétrica en spss del tratamiento H .....	44
Tabla 7.1.9. Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento I.....	45
Tabla 7.1.10. Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento C con datos de la noche.....	46
Tabla 7.1.11. Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento D con datos de la noche.....	46
Tabla 7.1.12.Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento H con datos de la noche.....	47

## CAPÍTULO I.

### 1. INTRODUCCIÓN

El caracol africano (*Achatina fulica*) proviene de la clase *Gastropoda*, del orden Pulmonata, y de la familia Achatinidae. Este caracol es originario de África y a través del tiempo se ha dispersado a diferentes regiones tropicales, llegando hasta América de Sur afectando a países como Ecuador, Brasil, Colombia y Venezuela entre otros (Martínez, Martínez, & Castillo, 2008).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, este molusco es considerado como una de las 100 especies más dañinas e invasoras del mundo. Además es el principal vector del nematodo parasítico *Angiostrongylus cantonensis*, el cual es causante de la Meningoencefalitis, enfermedad afecta de manera grave a los seres humanos (Lowe et al., 2000). Entre el mes de marzo y abril del 2008 se presentaron varios casos de meningoencefalitis eosinofílica en las provincias de Los Ríos, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas, las personas contrajeron esta enfermedad por la ingestión caracoles crudos (Muzzio, 2011).

Una de las características principales de esta especie es que puede adaptarse fácilmente al medio o el hábitat que le rodea, desde un pantanal hasta lugares urbanos donde exista follaje. Este tipo de molusco es uno de los más grandes, ya que puede llegar a medir hasta 30 cm de longitud, según otras investigaciones en escenarios naturales solo llegan a 10 cm. Son hermafroditas, sin embargo la fecundación es cruzada ya que necesitan de otro individuo de su misma especie para ello (Ossa-Lacayo, Ossa, & Lasso, 2012).

“Es difícil la situación que afronta Ecuador en diferentes áreas ambientales: agrícola ambiental y epidemiológica, ocasionada por la introducción deliberada de caracoles africanos de la sp *Lissachatina fulica* (Bowdich, 1822) sinónimo de *Achatina fulica* “(Correoso, 2009).

El ministerio de agricultura reportó su presencia en Ecuador desde el año 2005, se introdujo en la región costa con fines comerciales. También el moco se empezó a utilizar con fines cosmetológicos, no obstante la falta de conocimiento en malacología y despreocupación del control por parte de las entidades públicas da origen a la formación de una plaga muy peligrosa en los cultivos de arroz, banano, cacao entre otros. Actualmente, se comenzó a propagar en el resto de regiones (ANDES, 2012). Debido a la introducción de esta especie exótica en diferentes ecosistemas del Ecuador, ya fue por desconocimiento o irresponsabilidad, se han creado muchas amenazas para la diversidad, tanto en flora como en fauna (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

Por el momento no se ha descubierto medidas de control eficaz para reducir o eliminar *A. fulica* en los sitios infectados. Para este fin, se han utilizado diferentes métodos, de tipo mecánico, químico y biológico, los cuales han probado ser relativamente eficaces, aunque tienen algunas limitaciones (Raut & Barker, 2002). El método mecánico consiste en la recolección de caracoles de forma manual, pero la repoblación de los caracoles por su propia reproducción suele ser muy rápida, además de consumir mucho tiempo y ser muy afanoso. El método químico consiste en la utilización de plaguicidas, siendo 100 % eficaz en la exterminación. Sin embargo, pueden llegar a contaminar el suelo y los cultivos, dejando gran repercusión a la salud humana; otra de las desventajas es que estos agentes químicos tóxicos pueden eliminar las demás especies que interactúan en las áreas aplicadas, causando la pérdida de diversidad en el entorno. El método biológico trata de introducir especies depredadoras para que exterminen los moluscos. Sin embargo, existe la amenaza que estas especies, probablemente invasoras, acaben con los caracoles nativos, dejando un gran desbalance en los ecosistemas (Smith, White-Mclean, Dickens, Howe, & Fox, 2013).

Una solución potencial al problema sería la aplicación de atrayentes químicos utilizados en la comunicación entre las especies e inofensivos para el ambiente, tales como feromonas, que actúen a larga distancia y sean selectivos.

### **1.1 Planteamiento del problema.**

No existe un diagnóstico del comportamiento del caracol africano (*Achatina fulica*) por medio de su mucosa, como vector de comunicación intraespecie que permita encontrar un atrayente químico, para controlar la población de este molusco.

### **1.2 Hipótesis de la investigación.**

La dirección que sigue el caracol receptor al colocarse sobre el rastro del caracol marcador indicará la presencia de señales químicas.

### **1.3 Objetivo general.**

Diagnosticar la dirección que toman los caracoles africanos (*Achatina fulica*) al estar en contacto con el rastro de mucosa echa por sus congéneres, para conocer su comportamiento.

### **1.4 Objetivos específicos.**

- Caracterizar la comunicación química del caracol africano (*Achatina fulica*) en condiciones controladas diurnas.
- Evaluar la comunicación química de *Achatina fulica* en condiciones controladas nocturnas.



## CAPÍTULO II.

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 2.1 *Achatina fulica*. Taxonomía.

La familia *Achatinidae* se encuentran los más grandes caracoles terrestres existentes, tienen 13 géneros que constituyen la familia y son endémicos de África. La clase es Gasterópodos y es la más diversa entre los moluscos. Los caracoles pueden ser terrestres, marinos y también pueden ser de agua dulce. Una de las características principales de esta familia es que eventualmente se les puede encontrar en los jardines de casas, cultivos y en zonas donde exista vegetación (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

#### 2.2 *Achatina fulica*. Morfología.

El caracol africano es poiquilotermo, está constituido por dos partes una concha y un cuerpo. La concha es helicoidal de forma espiral, compuesta por tres capas: la externa llamada periostraco, mesostraco y la interior denominada endostraco. La función principal de la concha es proteger de los depredadores y de los diferentes factores climáticos que estén expuesto (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

El cuerpo está formado por tres partes: cabeza, pie y masa visceral. La cabeza tiene dos pares de tentáculos retractiles, el primer par de tentáculos se encuentran ubicados en los extremos los ojos los culés no tienen una gran potencia visual ya que son capaces solo de diferencias entre la luz y la oscuridad, son de mayor tamaño en comparación con el otro par de tentáculos que se encuentran en la parte inferior, sin embargo tienen la función de fotoreceptores y posee una boca que tiene una lengua llamada rádula con la cual tiene la función de raspar sus alimentos (hojas, flores, frutos, semillas entre otros). La piel es conformada por fibras lisas que segregan una sustancia mucosa que ayuda para su desplazamiento, no poseen equilibrio, no tienen sentido auditivo pero en reemplazo tienen un otocisto que es el órgano auditivo de los invertebrados el cual recepta toda perturbación existente (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

### **2.3 *Achatina fulica*. Locomoción.**

La locomoción se debe al músculo pedal, que está con formado por varias fibras acomodadas en varias direcciones: longitudinales, dorsoventrales y transversales las cuales permiten dar el movimiento continuamente hacia adelante (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

### **2.4 *Achatina fulica*. Reproducción.**

Este molusco tiene la capacidad de vivir entre 4 a 6 años. A partir de su nacimiento al año o al año y medio están aptos para reproducirse, aunque existen individuos que se demoran de dos a tres años para estar aptos para reproducirse, esto depende mucho el ambiente que se desarrolle el molusco. Los caracoles de *Achatina fulica* son hermafroditas secuenciales protándricos ya que los caracoles juveniles son machos pero al pasar el año y medio de edad se convierten en hembras. Su desarrollo sexual depende mucho diferentes factores como la temperatura, la humedad entre otras. Cuando se encuentra en época de reproducción existe primero un cortejo donde el macho comprueba si la hembra es idónea para la reproducción para ello los dos individuos se frotan sobre sus rádulas varias veces y toman una postura horizontal en direcciones opuestas (Imaicela, 2013).

La fase de copulación donde el macho tiene un abultamiento de color blanco, que tiene la función de pene y posteriormente lo introduce en el interior del oviducto de la hembra (ver Fig 1), el apareamiento de ellos puede durar dos o tres horas aproximadamente luego de ello, se envuelven entre los dos, promoviendo el intercambio de fluido seminal del macho hacia la hembra con lo cual se provoca la fecundación interna de los huevos (Imaicela, 2013).

**Figura 1.** Características del apareamiento de la especie *Achatina fulica* según foto tomada en áreas de la Facultad de Ciencias de la Vida, UEA.



Fuente: (Navarrete, 2016)

Luego del apareamiento, en un lapso de 10 a 50 días, dependiendo de las condiciones ambientales, las hembras buscan un lugar seguro para depositar los huevos. La mayoría realiza una excavación de poca profundidad buscando un lugar propicio, ya que los huevos necesitan humedad para su maduración. El tiempo en depositar los huevos es de 5 a 20 minutos y pueden colocar más de 100 huevos, aunque el número máximo es de 1200 huevos por año (Imaicela, 2013).

Los parámetros climáticos son muy importantes para el desarrollo de los caracoles ya que temperatura recomendable en el día está entre 20 a 22°C y en la noche es de 16 a 18 °C. La humedad recomendada diurna es de 75-80 % y nocturna es de 85-90 %. El fotoperíodo debe tener 18 horas/luz-6 horas/oscuridad (Liboria, Morales, & Sierra, 2009).

## **2.5 *Achatina fulica*. Ecología.**

Uno de los hábitos más importantes de los caracoles es, que en su mayoría son nocturnos y comienza a tener actividad cuando va en busca de comida, después de 4 a 6 horas que ha oscurecido, les gusta lugares donde tenga mucha humedad y que sean sombríos por lo general se les encuentra en las paredes de las casas, debajo de bloques, cultivos y en arbustos (Liboria, Morales, & Sierra, 2009). Los caracoles tienen muchos depredadores sobre todo los que son terrestres uno de ellos son los *Turdus philomelos* (zorzal), *Crocidura russula* (musaraña), *Coendou prehensilis* (puerco espín), roedores entre otros (Imaicela, 2013).

## **2.6 Daños económicos causados por *Achatina fulica*.**

Es considerado como plaga ya que afecta principalmente a la agricultura, ecología y al medio social. En el sector agrícola, el caracol *Achatina fulica* es considerado como “herbívoro generalista”, ya que son capaces de nutrirse mediante el consumo de hojas, tallos y frutos de cualquier cultivo de frutos tropicales (Quero & Riera, 2013).

En el aspecto ecológico, estos moluscos son especies invasoras ya que consumen más alimento del que el ecosistema puede brindar, dejando en escases para los demás moluscos provocando un desplazamiento de los mismos; pueden destruir grandes cantidades de plantas nativas y sobre todo pueden desplazar a otros animales de sus hábitats (Rodríguez, 2006).

En cuanto al impacto social, se han realizado estudios donde afirman que estos moluscos son potenciales vectores epidemiológicos, ya que son hospederos de nematodos causantes de enfermedades infecciosas graves tanto para los seres humanos para los animales. Como ejemplo puede mencionarse el parásito *Angiostrongylus costarricensis* que es un nematodo que al hospedarse accidentalmente en los seres humanos puede causar una reacción inflamatoria granulomatosa a nivel de la pared intestinal, la cual si no es detectada a tiempo puede causar la muerte (Weininger, Suárez, & Yáñez, 2012).

## **2.7 Control de la plaga.**

Debido al aumento de la población de caracoles y sus efectos negativos, los gobiernos de diferentes países han destinado grandes cantidades de fondos monetarios para buscar medidas en el control y erradicación de esta especie. Para paliar el problema, se han desarrollado algunos métodos de control.

### **2.7.1 Control mecánico.**

Consiste en la recolección directa y exterminación de la plaga. Este método no es muy convencional pero ha funcionado de manera exitosa en ciertos sitios ya que se ha podido controlar y disminuir las poblaciones de esta especie (Berg, 1994).

### **2.7.2 Control químico.**

Este método consiste en la utilización de plaguicidas, cebos venenosos, polvos que causen la muerte de los moluscos. Una de las soluciones creadas que funcionó como atrayente y veneno a la vez es el arseniato de calcio; sin embargo, con el pasar del tiempo los moluscos han comenzado a evitarlo. Como alternativa, se han identificado otras sustancias que han sido muy eficientes en cuanto a la exterminación de los moluscos, pero no obstante han causado grandes problema en los cultivos, con la destrucción total de los mismos en algunos casos. También se han comenzado a utilizar sustancias espumosas como los detergentes. Sin embargo, no son eficientes ya que solo afecta a los caracoles juveniles y no a los adultos. También, se han usado sustancias alrededor de los cultivos que deshidraten a los caracoles, como es el caso de la cal o las cenizas, lo cual contribuye al exterminio de los moluscos (Berg, 1994).

### **2.7.2 Control biológico.**

Sé utilizan depredadores nativos del lugar de origen que devoren el caracol. Sin embargo, este puede llegar a ser causante de más problemas, ya que existe un riesgo potencial de que estos se vuelvan una plaga aún más grave que la misma plaga original que se quiere exterminar (Berg, 1994).

### **2.7.3 Control cultural.**

Consiste en capacitar a la ciudadanía acerca del control de esta plaga además de buscar la forma de eliminar y destruir lugares en donde se pueda proliferar esta especie (Berg, 1994). Hasta el momento, se han realizado varios estudios acerca de medidas y estrategias preliminares para evaluar y erradicar al *Achatina fulica*. Sin embargo, no se han encontrado medidas de control que sean totalmente eficaces para terminar con este problema.

## **2.8 Ecología del comportamiento.**

La ecología del comportamiento tiene sus orígenes en la década de los 60', donde se comenzaron a realizar estudios con temas relacionados a entender el progreso y los componentes fisiológicos responsables del comportamiento de los animales (Reboreda, 2013). Es la ciencia que se encarga de estudiar el comportamiento de animales y busca constituir hasta qué punto es cierto que la conducta de los organismos animales maximiza su aptitud. En esta área se entiende por conducta una acumulación de rasgos fenotípicos adquiridos.

Según Gross (1994): “El objetivo que tiene la ecología del comportamiento es alcanzar a responder el por qué los animales se comportan de una determinada manera, sobreviven y se reproducen mejor que los que se comportan de manera distinta, y determinar el modo en que las presiones de selección asociadas con la supervivencia y la reproducción influyen sobre el diseño de los comportamientos que exhiben los animales” (Gross, 1994).

## **2.9 Comunicación química animal.**

Para la supervivencia de los animales, se han creado varias formas de comunicación. Una de las más importantes es la comunicación química, se refiere al del intercambio de señales químicas entre individuos de la misma especie (Ruiz, 2001). “La quimiorrecepción es la recepción de señales químicas, es la capacidad sensorial en los animales basado en moléculas” (Alfaro, Blasco, Carbonell, & Gutiérrez, 2005). Cuando existe intercambio de un mensaje químico entre individuos de la misma especie, la sustancia es llamada semioquímicos, este nombre es derivado de la palabra griega “semeon” que significa marca o señal (Caycho, 2013).

Dentro de los semioquímicos existen las feromonas que “son sustancias químicas emitidas por miembros de una especie que causa una respuesta de un cambio de comportamiento fisiológico de otros miembros de la misma especie “, las feromonas son segregadas de manera externa y son muy beneficiosas para regular el ambiente ya que lo hacen mediante la influencia de otros animales (Caycho, 2013). Las feromonas se dividen en dos categorías. La primera son las feromonas tipo releaser “que consiste en la producción de un mayor o menor cambio inmediato y reversible en la conducta del receptor que incluye en las feromonas sexuales, alarmantes y las de rastro o de marcación territorial”; las segundas feromonas son las “Primer” que tienen la función de liberar un encadenamiento de efectos fisiológicos en el receptor (Caycho, 2013).

## 2.10 Quimiorrecepción gasterópodo

Los gasterópodos emplean el sentido químico con la finalidad de localización objetos distantes en el medio ambiente. La quimiorrecepción les da la posibilidad de discriminar y especificar entre las sustancias que son aparentemente indistinguibles en la vida social, la alimentación y la vivienda de los comportamientos.

Existe una cantidad de evidencia que describe el uso del “trail-following” entre los gasterópodos. Investigaciones han demostrado de manera concluyente que varias especies de gasterópodos “son capaces de seguir rutas de moco establecidas previamente, ya sea por ellos mismos o por sus congéneres, y que los animales a menudo se puede determinar la polaridad de los senderos”.

Chase en una de sus investigaciones con *Achatina fulica* presento evidencias acerca de la “identidad de especies que se codifica en los senderos mucosas manifestando que esta especie tiene una glándula pedal que segrega una sustancia lipídica que sirve como una feromona de agregación” (Chase, 1978).

Estas señales químicas influyen mucho en el comportamiento de los animales, ya que pueden tener beneficios mediante la segregación; esto les permite obtener información acerca del alimento, de los depredadores y actividades reproductivas; por consiguiente, les ayuda a disminuir el riesgo en el ecosistema que les rodea (Kuanpradit et al., 2012).

Por las razones anteriores, resulta importante conocer a detalle las interacciones químicas entre individuos de la misma especie, ya que mediante ello se podría encontrar sustancias tipo semioquímicos con propiedades que sean de ayuda para el conocimiento humano y la conservación de la biodiversidad, al permitir con este atrayente la erradicación del caracol africano (Cortez, 2013).

## CAPÍTULO III.

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Localización.

En el cantón Pastaza se realizará la investigación, en tres localizaciones: Puyo, Fátima y Tarqui de las cuales se recolectará individuos de *Achatina fulica*.

Los experimentos del comportamiento de la mucosa del caracol *Achatina fulica* se realizarán en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica.

#### 3.2 Tipo de investigación.

El alcance de investigación es tipo correlacional, ya que se establece una relación entre una variable numérica (frecuencia de direcciones) y otra variable dependiente clasificativa (existe o no existe comunicación entre los individuos de la especie), además es de carácter cuantitativo por que cuantifica la cualidad de comunicación a través de la frecuencia de direcciones.

#### 3.3 Métodos de investigación.

El método de observación consiste obtener información acerca del comportamiento ecológico del caracol tanto de día como de noche además mediante la observación se busca registrar y controlar datos con la finalidad de comprobar la hipótesis que plantea la investigación (Galán, 2013).

El método usado es empírico-analítico ya que se contrasta con la hipótesis la comunicación química como teoría biológica de comunicación intraespecifica a través de los experimentos del comportamiento ecológico y el análisis estadístico.



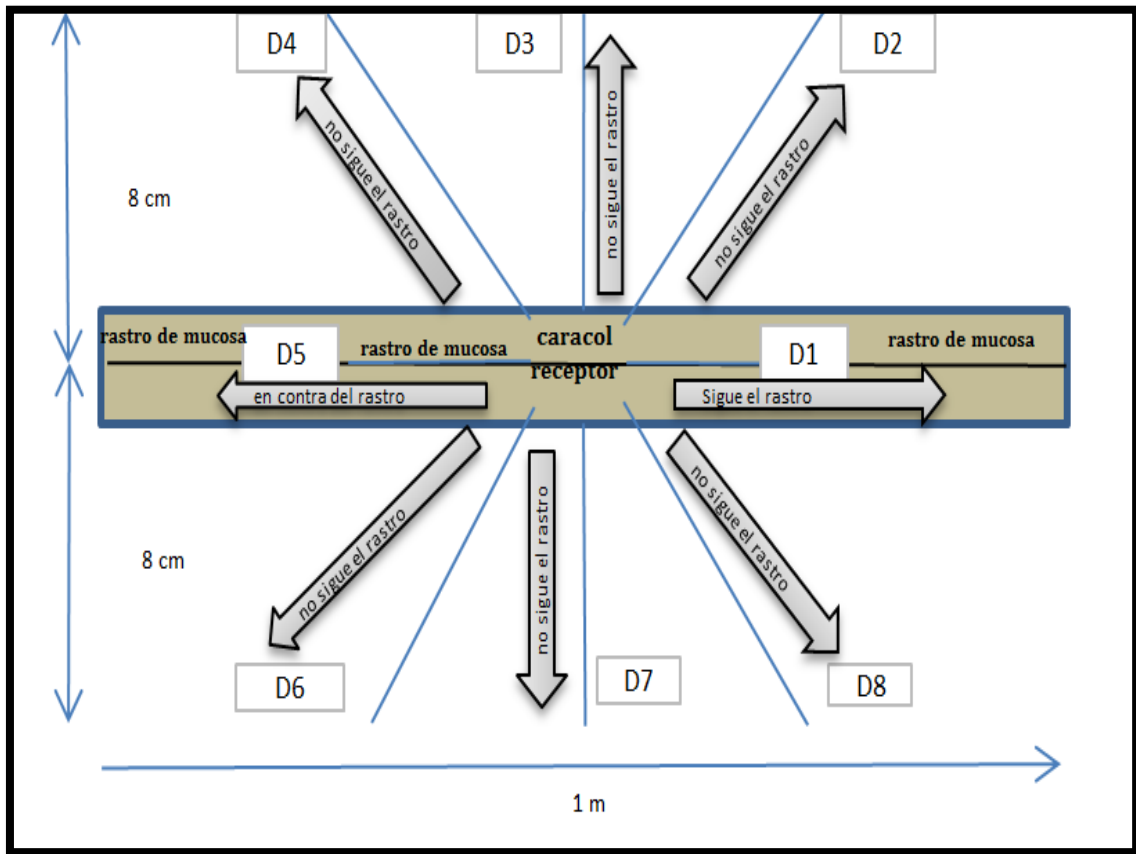
### 3.4 Desarrollo del experimento.

La relación de comportamiento al seguir el rastro de moco con la edad, tamaño y condición (caracoles adultos hambrientos, nutridos y juveniles hambrientos) del emisor y el receptor de la información química se analizó experimentalmente mediante cálculos estadísticos (Ng et al 2013).

De las poblaciones de *A. fulica* se utilizó 260 caracoles recolectados aleatoriamente de tres localizaciones del cantón Pastaza, 48 horas antes del experimento se los recolectó del campo, en dependencia de los tratamientos que se realice durante el día, luego se les colocó en cajas de madera revestida el piso con plástico negro además se les instaló cajas Petri con agua para mantener un ambiente húmedo, su alimentación fue mediante comida de gato. Se les mantuvo a temperatura ambiente y con luz natural. Los experimentos se iniciaron a partir de las ocho y media de la mañana hasta las seis de la tarde en el laboratorio.

Los caracoles recolectados antes de cada experimento fueron pesados en una balanza digital, se los midió con un escalímetro digital y también se procedió a limpiarlos con agua destilada. El proceso del experimento consistió que un caracol rastreador (receptor) se coloca perpendicularmente, a pocos centímetros de una pista aproximadamente recta producida por un caracol marcador (emisor). Se tomó en cuenta el tiempo, la distancia y la dirección en la que el caracol rastreador sigue la estela marcada una vez que se encuentra con esta ruta se registró (Clifford et al, 2003; Shaheen et al, 2005; Davis, 2007). Luego cada experimento se procedió a limpiar las pista de vidrio con Etanol,  $\geq 99.5\%$ , aguas destilada y toallas de papel con la finalidad que no exista rastro alguno para el siguiente experimento.

**Figura 2.** Diagrama de las pistas que seguirán los caracoles en el experimento.



Fuente: (Navarrete, 2016)

Este método permitió la evaluación tanto del seguimiento como de la polaridad. Los experimentos se llevó cabo en 9 tratamientos, cada uno de 10 repeticiones durante el día.

Se indican a continuación los tratamientos propuestos:

- A. Caracol maduro nutrido (marcador) vs caracol maduro nutrido (receptor)
- B. Caracol maduro con hambre (marcador) vs caracol maduro sin hambre (receptor)
- C. Caracol juvenil nutrido (marcador) vs caracol juvenil nutrido (receptor)
- D. Caracol maduro nutrido (marcador) vs caracol maduro con hambre (receptor)
- E. Caracol maduro con hambre (marcador) vs caracol maduro nutrido (receptor)
- F. Caracol juvenil nutrido (marcador) vs caracol nutrido maduro (receptor)
- G. Caracol juvenil nutrido (marcador) vs caracol maduro con hambre (receptor)
- H. Caracol maduro nutrido (marcador) vs juvenil (receptor)
- I. Caracol maduro con hambre (marcador) vs juvenil nutrido (receptor).

Los datos obtenidos en cada una de las repeticiones de cada ruta se analizarán mediante ANOVA anidado con el programa estadístico SPSS. Los resultados nos permitirán encontrar cual es el emisor más eficaz y más universal de la señal química emitida.

Después de ello se realizó en la noche 10 repeticiones con los tratamientos más significativos, para buscar la confirmación de los resultados del diseño experimental debido a que esta especie es principalmente nocturna.

### **3.5 TRATAMIENTO DE LOS DATOS.**

Para la obtención de los datos dentro del experimento se creó una matriz en Excel donde se realizaron algunos cálculos básicos referentes a las variables del tiempo y la primera dirección de 9 los tratamientos propuestos en el día. También se realizó un test estadístico en el programa SSPS de normalidad sin embargo no se obtuvo normalidad en los datos, por ello se decidió utilizar un chi-cuadrado no paramétrico del mismo programa, ya que este test determina la significancia, grados de libertad, y según los resultados obtenidos de los 9 tratamientos se procedió a escoger los tratamientos más significativos de cuales se hizo una réplica en la noche, con los datos adquiridos, se realizó el mismo procedimiento del cálculo. Debido a que existió direcciones multifactoriales se asumió tomar en cuenta a los resultados de mayor porcentaje.

### **3.6 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.**

- 4 cajas de madera.
- 260 individuos de *Achatina fulica* ( adultos y jóvenes )
- 1 plancha de triple.
- 2 vidrios de tres líneas de 100 cm x 60 cm
- 1 galón de Etanol,  $\geq 99.5\%$ ,
- 6 rollos toallas de papel.
- 1 pincel.
- 2 aspersores de agua.
- 2 cajas de té.

- 1 rollo de fundas de basura.
- 1 marcador permanente.
- 1 corrector.
- 23 cajas Petri.
- 1 tijera.
- 5 rollos de cinta masking.
- 1 estilete.
- 6 planchas de espuma flex.
- 3 libras de comida de gato (Michu).
- 1 balanza digital.
- 1 escalímetro digital.
- 1 caja de guantes.
- 50 fundas plásticas.
- 1 regla de papel de 50 cm.
- 1 cuaderno universitario a cuadros (cuaderno de campo).
- esfero.
- lápiz.
- borrador.
- regla.

## CAPÍTULO IV.

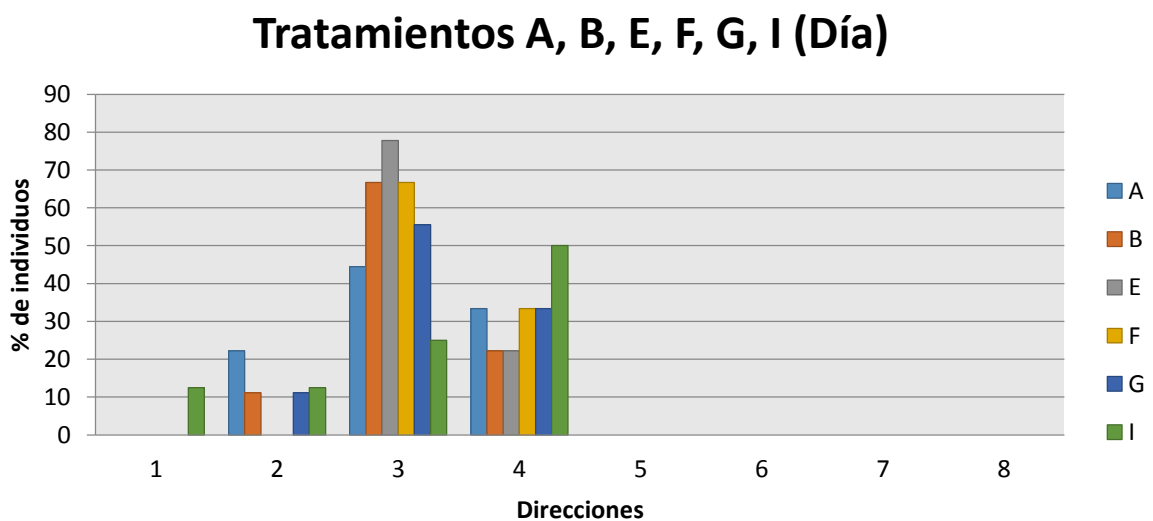
### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los moluscos en su mayoría emplean el sentido químico para la localización de objetos de largas distancias dentro del medio físico que les rodea (Croll, 1983), pues por medio de su par de tentáculos anteriores buscan y siguen el rastro de mucosa de un individuo de su misma especie (Davis, 2007). A partir de los tratamientos propuestos se caracterizó el comportamiento ecológico de los individuos de *Achatina Fulica* en el día y la noche.

En el anexo 7.1 se muestra el análisis estadístico de las direcciones tomadas por los caracoles, como se puede apreciar solo tuvieron preferencia hacia las primeras cinco direcciones.

Dentro de los nueve tratamientos propuestos para el día, según los resultados del chi-cuadrado corridos en el programa SPSS, no existe significancia en los tratamientos A,B, E ,G, F e I (Anexo 7.1; Tabla 7.1.2, 7.1.3, 7.1.6, 7.1.7 y 7.1.8), sin embargo se resolvió considerar las direcciones más importantes desde el punto de vista ecológico: la dirección 1 significa el seguimiento del rastro por parte del molusco y la dirección 3 demuestra que les es indiferente el rastro para los caracoles, posteriormente se determinó que los tratamientos A, E ,G y F (figura 3) tiene una semejanza ya que nunca optan por la dirección 1 dentro de los experimentos y por ello se tomó la decisión de descartar estos cuatro tratamientos para hacer una réplica durante en la noche.

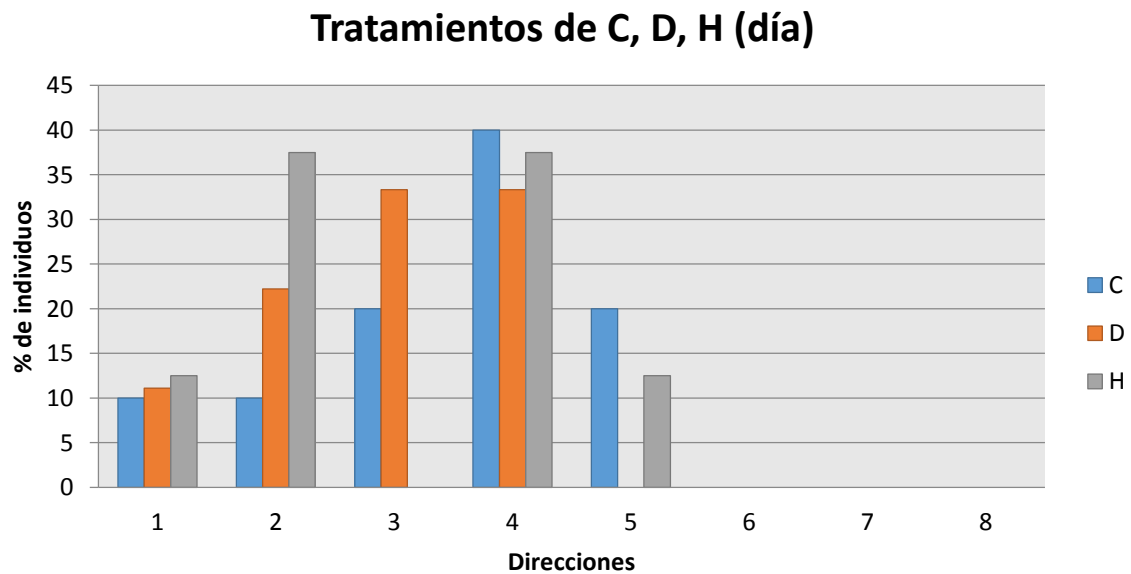
**Figura 3** Repeticiones de los tratamientos A, B, E, G, F y I en relación a la primera dirección que tomaron los caracoles receptores durante el día.



Fuente: (Navarrete, 2016)

Según los resultados del chi-cuadrado corridos en el programa SPSS, existe significancia en los tratamientos C, D, H, (Anexo 7.1; Tabla 7.1.4, 7.1.5, 7.1.8). Sin embargo se resolvió tener en cuenta el comportamiento de los individuos mediante las direcciones que tomaban, determinado que un porcentaje de caracoles receptores de los mencionados tratamientos escogen la dirección 1 (figura 4) basado en lo siguiente se seleccionaron para la realización de las repeticiones en las noches, cabe recalcar que el tratamiento H e I, tienen un porcentaje mayor en la dirección 1, esto se debe a que solo ocho caracoles estuvieron en contacto con el rastro, debido a que en dos repeticiones de cada tratamiento, los moluscos al inicio del ensayo no emergieron de la concha. Sin embargo el tratamiento I no se escogió, ya que posee un porcentaje superior que el tratamiento H, referido a la dirección 3 de los individuos tratados (figura 3) y del control (figura 5).

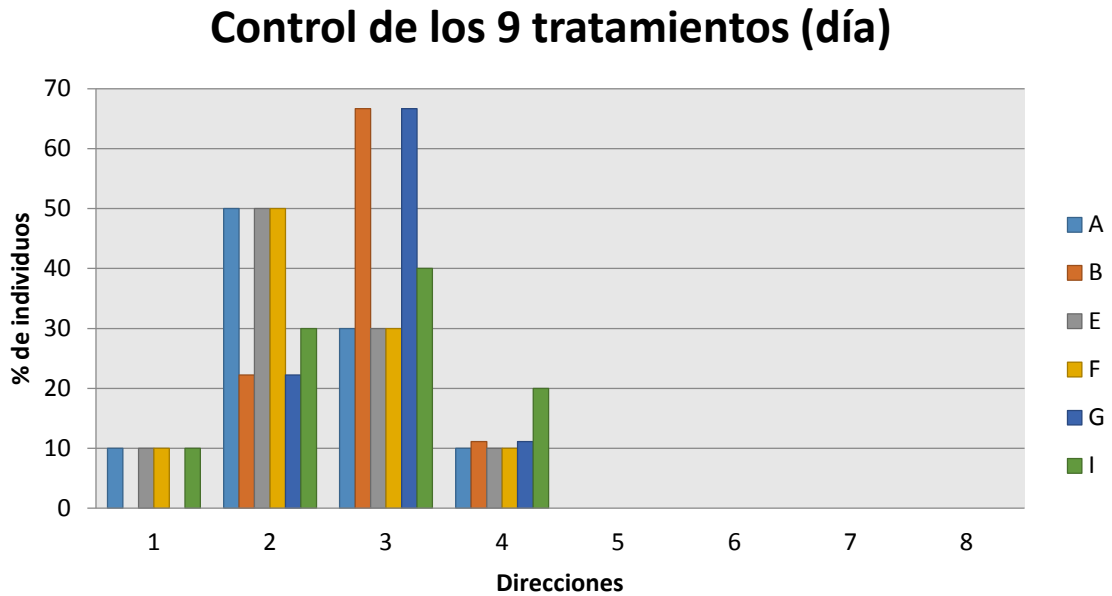
**Figura 4** Repeticiones de los tratamientos C, D, H en relación a la primera dirección que tomaron los caracoles receptores durante el día.



Fuente: (Navarrete, 2016)

Estos tres tratamientos C, D y H tienen trazas semejantes ya que se encuentran alimentados y se puede asumir que sea una de las causas para que los caracoles receptores sigan su rastro.

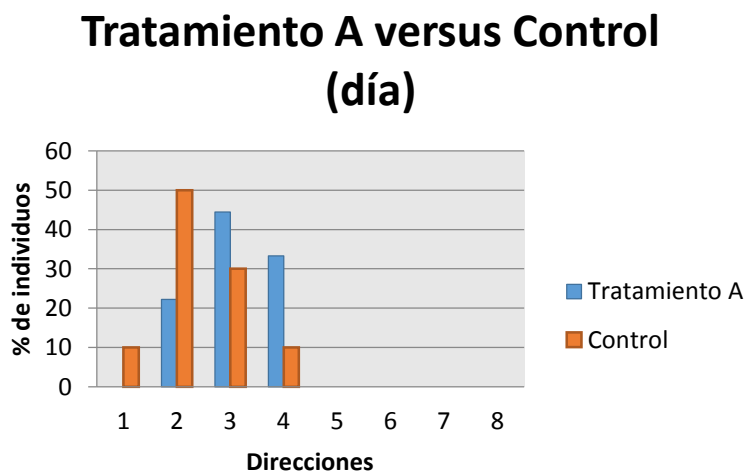
**Figura 5** Repeticiones del control (sin rastro) de caracoles juveniles, caracoles adultos nutridos y hambrientos de cada tratamiento en relación a la primera dirección que tomaron durante el día.



Fuente: (Navarrete, 2016)

Se procedió analizar las direcciones que tomaron los caracoles receptores de cada tratamiento, de esta manera se pudo determinar su comportamiento ante el rastro de mucosa dejado por el caracol de su misma especie.

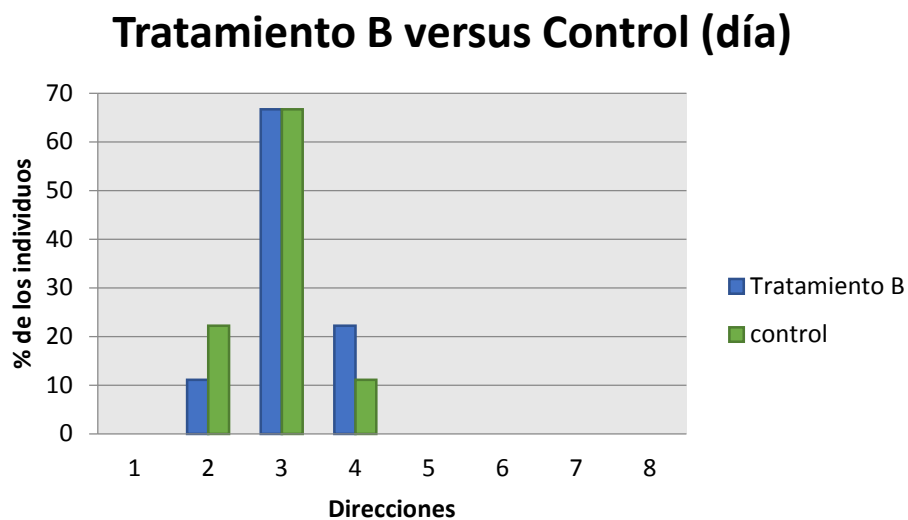
**Figura 6** Las diez repeticiones del tratamiento A versus las diez repeticiones del control de caracoles adultos nutridos en relación a la primera dirección que tomo el caracol receptor tanto en el tratamiento y el control realizados durante el día.



Fuente: (Navarrete, 2016)

En la figura 6 el tratamiento A vs Control demuestra un comportamiento variado de los moluscos, respecto al contacto con el rastro, pues proporcionan resultados con diferencias elevadas, donde el 44% de individuos que están dentro del tratamiento toman la dirección 3, mientras que el 50% de los individuos que están el control (sin rastro) toman la dirección 2 y debido a eso se asume que la influencia del rastro no tuvo efecto en los caracoles.

**Figura 7** Las diez repeticiones del tratamiento B versus las diez repeticiones del control de caracoles adultos hambrientos en relación a la primera dirección que tomo el caracol receptor tanto en el tratamiento y el control realizados durante el día.

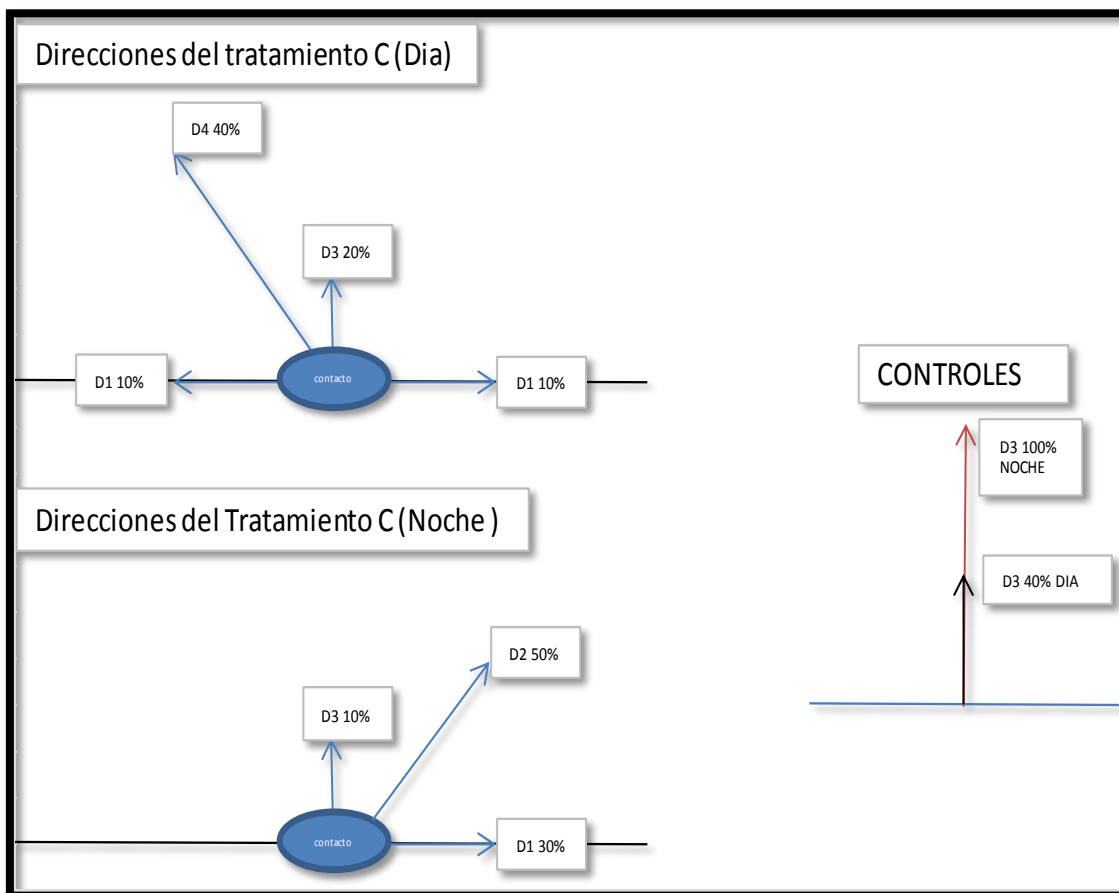


Fuente: (Navarrete, 2016)

Figura 7 demuestra que en el tratamiento B vs Control tienen la conducta es similar, ya que en los resultados existió un 66% de individuos que toman la dirección 3 con o sin el rastro, por lo que el rastro de los caracoles emisores es indiferente para los caracoles receptores.



**Figura 8** Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento C (juvenil versus juvenil) en cuanto a las direcciones que tomaron durante el día, la noche y los controles.



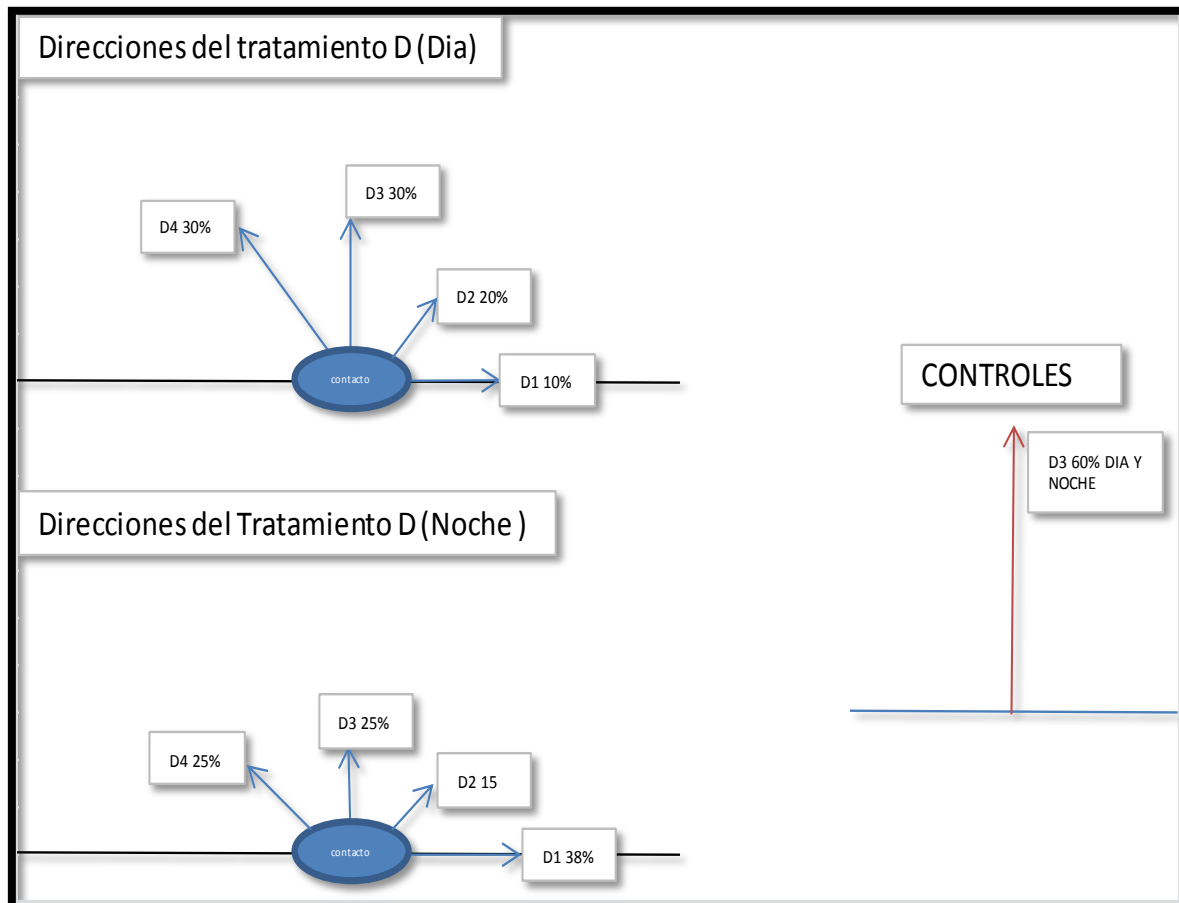
Fuente: (Navarrete, 2016)

En la figura 8 se puede observar el comportamiento que tiene el tratamiento C, pues las direcciones que toman los individuos tratados durante el día versus tratados en la noche, son opuestas. Se puede asumir que existe un factor por analizar que afecta, para que los caracoles del día les desagrade el rastro, pues toman la dirección 4 y 5, principalmente, mientras que durante la noche los individuos toman la dirección 2 y 1, siendo muy significativo, ya que existe un porcentaje de caracoles que siguen el rastro (30% dirección 1 y 30% dirección 2), por lo cual se puede afirmar que causa algún efecto el rastro del caracol emisor para que los individuos tomen las mencionadas direcciones. Se puede reflejar que existe una comunicación química entre los caracoles juveniles por varias causas, una de las más importantes es la agregación, pues como menciona (Stafford, 2012) mediante ello se pueden mantener protegidos de varias amenazas como de los depredadores o del medio que les rodea.

En los controles, los caracoles (sin contacto con la mucosa) tanto en el día como en la noche su comportamiento es similar, la dirección que más predomina es la dirección 3, lo que nos

permite recalcar que este tratamiento en la noche es significativo (Anexo 7.1; Tabla 7.1.10) siendo el mejor tratamiento para demostrar que existe una quimio-dirección entre individuos

**Figura 9** Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento D (adultos nutridos versus adultos nutridos) en relación a las direcciones que tomaron dentro del experimento y del control.



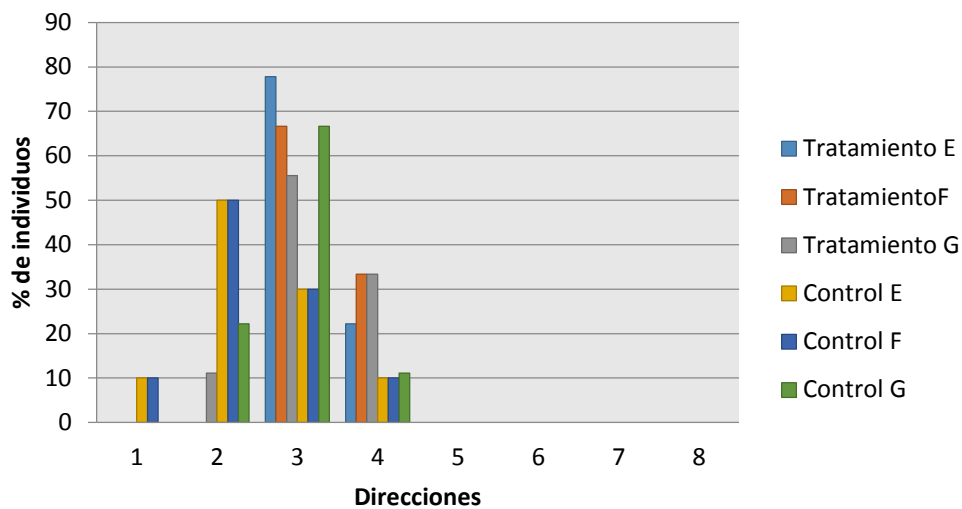
Fuente: (Navarrete, 2016)

La figura 9 demuestra que el comportamiento del tratamiento D es similar a las direcciones que toman los individuos del día y la noche. Sin embargo la dirección que más predominada durante el día es la 3 demostrando que no existe influencia del rastro del caracol marcador, mientras que los individuos de la noche la dirección que más eligen es la 1 con un 38%, lo que indica que los caracoles por la noche siguen el rastro, se podría deducir que es debido a que se encuentran alimentados los caracoles emisores, sin embargo no se encontró algún estudio congruente que muestre que existe relación entre la alimentación – comunicación. En cuanto a los controles del día y la noche el comportamiento es semejante pues más del 50% de los individuos toman la dirección 3. Este tratamiento demuestra que el comportamiento de los caracoles es muy diferente, sin embargo el chi- cuadrado en SPSS de este tratamiento no es significativo (Anexo 7.1; 7.1.11.) se podría asumir que se obtiene este resultado como se ha

explicado anteriormente debido a que no tiene repeticiones completas como los demás tratamientos C y H, pues en dos de los experimentos los caracoles receptores, no emergieron de su concha.

**Figura 10** Las diez repeticiones del tratamiento E, F, I y G versus las diez repeticiones de sus respectivos controles en relación a la primera dirección que tomó el caracol receptor tanto en los tratamientos y los controles realizados durante el día.

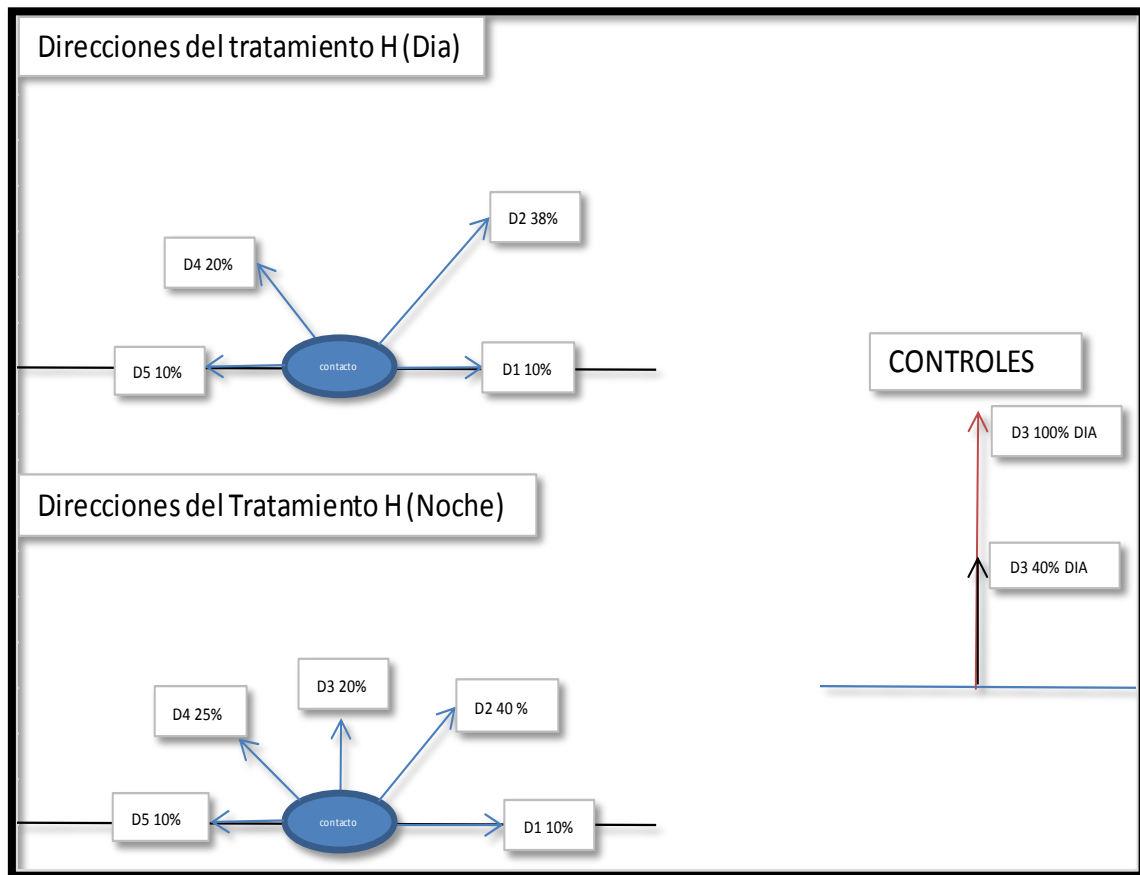
### Tratamiento E, F, y G versus Controles (día)



Fuente: (Navarrete, 2016)

En la figura 10 se puede observar que los tratamientos E, F, I y G que son indiferentes al rastro del marcador caracol ya que la mayoría de los individuos tratados y los del control toman la dirección 3 (más del 50% de los individuos).

**Figura 11** Comportamiento de los caracoles receptores del tratamiento H (adultos nutridos versus juveniles) en relación a la direcciones que tomaron durante el día, noche y sus controles.



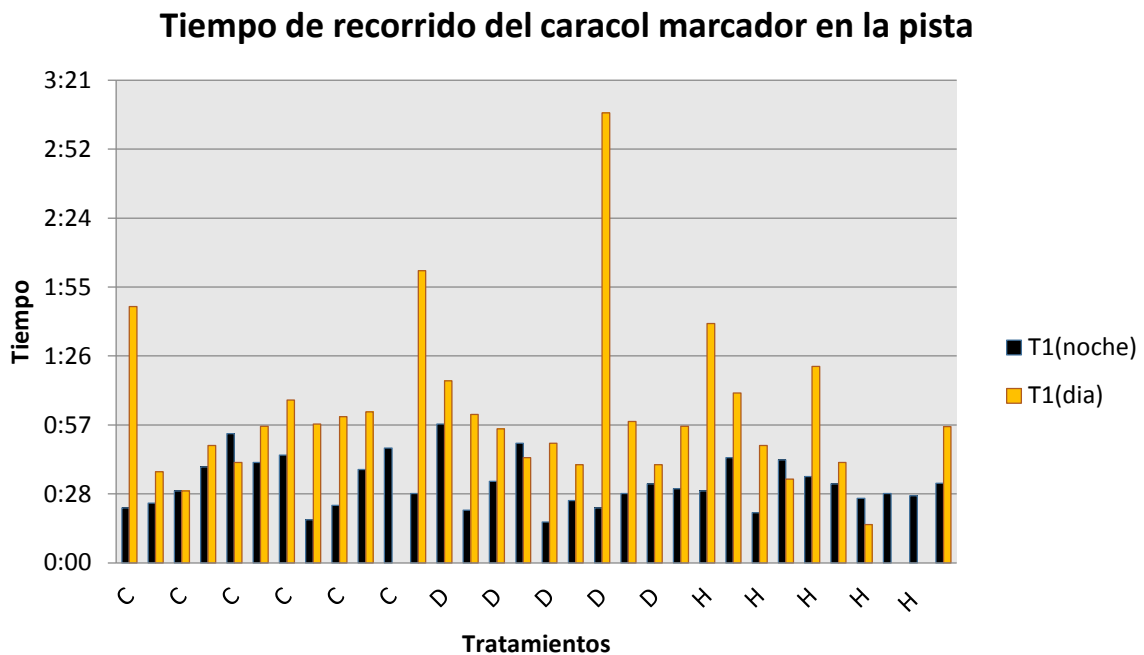
Fuente: (Navarrete, 2016)

En figura 11 (tratamiento H), al analizar las primeras cinco direcciones de los individuos se muestra un comportamiento similar tanto en el día como en la noche, los caracoles toman indistintamente cualesquiera de las direcciones, siendo la dirección predominante la 2 (38% en el día y 40% en la noche), pero el número de individuos que eligen la dirección 1 (Seguimiento del rastro) es muy discreto, solo un 10% en el día y en la noche, por lo que se puede suponer al igual que los caracoles diurnos del tratamiento C que existe algún factor que interfiere para que no sigan el rastro del caracol marcador. En cuanto a los dos controles (sin contacto de la mucosa) del día y la noche los individuos toman la dirección 3, debido a este comportamiento se puede aseverar que es el tratamiento peor ya que no existe una buena comunicación química mediante la mucosa entre los caracoles adultos y juveniles de *Achatina Fulica* a pesar de ser significativo en el análisis estadístico (Anexo 7.1; Tabla 7.1.8.).

*Tiempo de duración del trayecto del caracol marcador.*

Se tomó el tiempo de todos los tratamientos realizados, sin embargo se consideraron solo los resultados del tiempo de los tres tratamientos realizados tanto en el día como en la noche (Figura 12).

**Figura 12** Tiempo recorrido del caracol marcador en los 3 tratamientos realizados durante el día y la noche



Fuente: (Navarrete, 2016)

El cuanto a los resultados del tiempo obtenido en los tratamientos C, D, H, los caracoles marcadores se demoran en recorrer la pista durante el día un promedio de 56 minutos se puede asumir a que se debe a las variación del clima en el ambiente, ya que si el día se encontraba nublado y lluvioso, la temperatura bajaba, lo que producía un cambio en el comportamiento de los individuos debido que los mismo introducen todo su cuerpo en la concha hasta que la temperatura se eleve. Mientras que el promedio del tiempo por la noche de los tratamientos es de 27 minutos se puede aseverar que este tiempo es menor, ya que durante la realización de los experimentos la temperatura se mantuvo constante y no existió variación en el clima.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES

De los nueve tratamientos propuestos para el día, solo tres tratamientos (C, D, H) se escogieron basándose en la significación estadística y las direcciones que tomaron después de estar en contacto con el rastro del caracol marcador.

Se concluyó que en el tratamiento C (Caracol juvenil nutrido vs caracol juvenil nutrido), los caracoles al estar en contacto con el rastro tanto en el día como en la noche, toman direcciones opuestas; sin embargo durante la noche el 30% de los individuos siguen el rastro del caracol emisor, concluyendo que es el tratamiento más eficaz para ser emisor de la señal química emitida para otros individuos de su misma especie

En el tratamiento D (Caracol maduro nutrido vs caracol maduro con hambre) desde el punto de vista ecológico existe una comunicación química entre los individuos de esta especie durante la noche, pues el 38% de los individuos toman la dirección 1, demostrando que si siguen el rastro, sin embargo no fue significativo en el los análisis estadísticos y por ello no se ha considerado dentro de los mejores tratamientos.

El tratamiento H (Caracol maduro nutrido vs juvenil) tiene el mismo comportamiento en el día y la noche, ya que toman varias direcciones al estar en contacto con la mucosa del caracol emisor, lo que nos lleva asumir que no tiene buena comunicación química, siendo esto una de las causas para que se concluya que es peor tratamiento, a pesar de tener significancia estadística.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda volver a realizar las repeticiones del tratamiento D para comprobar que los resultados de la significancia realizados por el chi-cuadrado sean verdaderos, puesto que no existieron las repeticiones completas por problemas de la conducta de los caracoles durante los experimentos.

Se recomienda analizar bio-moléculas químicas de la mucosa de *Achatina fulica* de los tratamientos que demuestre el mayor y menor grado de comunicación química para que se pueda corroborar la hipótesis.

Se recomienda que se tome mayor tiempo de retención en las cajas y aumentar otras condiciones con juveniles hambrientos, y se realice una réplica con la misma metodología para poder observar si existe algún cambio en cuanto los resultados obtenidos en este proyecto.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ANDES. (2012). Ministerio de Agricultura aprueba uso de molusquicida para controlar al caracol que afecta arrozales. Agencia Pública de noticias del Ecuador y Sudamérica. Recuperado de <http://www.andes.info.ec/fr/node/5319> (visitado el 27 de junio del 2016).
- Berg, G. (1994). Caracoles y babosas de importancia cuarentenaria, agrícola y médica para América Latina y El Caribe. Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). .
- Caycho, J. R. (2013). Comunicación química. *Revista de Química*, 8(2), 163-175.
- Chase, R., & Boulanger, C. M. (1978). Attraction of the snail *Achatina fulica* to extracts of conspecific pedal glands. *Behavioral biology*, 23(1), 107-111.
- Clifford, K. T., Gross, L., Johnson, K., Martin, K. J., Shaheen, N. & Harrington, M. A. (2003). Slime-trail tracking in the predatory snail, *Euglandina rosea*. *Behavioural Neuroscience* 117, 1086–1095.
- Cortez, V. (2013). Ecología química y perspectivas de su aplicación en la conservación de la biodiversidad. *Revista de Cuadernos de Biodiversidad* (41),16-21
- Correoso, M. O. D. E. S. T. O., & Coello, M. A. R. C. E. L. A. (2009). Modelación y distribución de *Lissachatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae) en Ecuador. Potenciales impactos ambientales y sanitarios. *Revista Geoespacial*,6, 79-90.
- Croll, R. P. (1983). Gastropod chemoreception. *Magazine biology* , 58(2), 293-319.
- Davis, E. C. (2007). Investigation in the laboratory of mucous trail detection in the terrestrial pulmonate snail *Mesodon thyroidus* (Say, 1817) (Mollusca: Gastropoda: Polygyridae)\*. *American Malacological Bulletin*, 22(1), 157-164.
- Galán, M. (2013). Metodología de la investigación . Recuperado de [http://manuelgalan.blogspot.com/2013/02/la-observacion-como-metodo-de\\_21.html](http://manuelgalan.blogspot.com/2013/02/la-observacion-como-metodo-de_21.html) (Visitado el 27 de 03 de 2016)
- Gross, M. (1994). The evolution of behavioural ecology. *Trends Ecol*, 9(10), 358-360.
- Imaicela, M. (2013). Patrones de diversidad de la fauna de moluscos (Gastrópoda) en un bosque tropical de montaña (Estación Científica San Francisco) al sur de Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/6470?locale=en> (Visitado el 27 de 03 de 2016)
- Kuanpradit, C., Stewart, M. J., York, P. S., Degnan, B. M., Sobhon, P., Hanna, P. J., Chavadej, J. & Cummins, S. F. (2012). Characterization of mucus-associated proteins from abalone (*Haliotis*) – candidates for chemical signaling. *FEBS Journal* 279, 437–450.



- Liboria, M., Morales, G., & Sierra, C. (2009). El caracol gigante africano. INIA-CENIAP, 6, 224-230.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2000. 100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of SSC, IUCN. Hollands Printing Ltd, New Zealand.
- Martins, M., Pacheco, P., Sírío, O., & Tacchi, V. (2003). Ação bactericida do muco podal do escargot *Achatina fulica*. In *Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária* (Vol. 29, p. 121). Manaus: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária.
- Martínez, R., Martínez, E., & Castillo, O. (2008). Distribución geográfica de *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Bowdich, 1882) (Gastropoda-Stylommatophora- Achatinidae) en Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 68(169).
- Muzzio, J. (2011). Moluscos hospederos intermediarios de *angiostrongylus cantonensis* en dos provincias de Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/777/1/T-SENESCYT-0362.pdf> (visitado el 05 de 04 de 2016)
- Ng, T.P.T., Saltin, S.H., Davies, M.S., Johannesson, K., Stafford, R., Williams, G.A. 2013. Snails and their trails: The multiple functions of trail-following in gastropods. *Biological Reviews*, 88 (3), pp. 683-700
- Ossa-Lacayo, A., Ossa, J., & Lasso, C. (2012). Registro del caracol africano gigante *Achatina fulica* (Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, costa Caribe de Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 1-7.
- Quero, N., & Riera, C. (2013). Dinámica y distribución de *Achatina fulica* en los municipios del estado Miranda en Venezuela. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 17(4), 45-53.
- Reboreda, J. (2013). La ecología del comportamiento animal. *Ciencia Hoy* (135), 1-10.
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rodríguez, M. (2006). Estrategia preliminar para evaluar y erradicar *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. *Serie Zoológica*, 2, 45-52.
- Ruiz, J. L. J. (2001). *Iniciación a la lingüística*. Editorial Club Universitario.
- Smith, T.R., White-McCean, J., Dickens, K., Howe, A.C., Fox, A. 2013. Efficacy of four molluscicides against the giant African Snail, *Lissachatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae). *Florida Entomologist*, 96 (2), pp. 396-402.
- Stafford, R., Davies, M. S., & Williams, G. A. (2012). Cheats in a cooperative behaviour? Behavioural differences and breakdown of cooperative behaviour in aggregating, intertidal littorinids (Mollusca). *Marine Ecology*, 33(1), 66-74.
- Weininger, D., Suárez, D., & Yáñez, R. (2012). *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) un posible problema de salud pública en Venezuela. *Academia Biomédica Digital* (52).

## CAPÍTULO VII.

### 7. ANEXOS

#### 7.1 ANEXOS DE TABLAS

**Tabla 7.1.1** Prueba chi-cuadrado no paramétrico en spss con las direcciones de los 9 tratamientos del día.

Dirección	Valores N observado	N Esperado	Diferencia
<b>1,00</b>	4	15,8	-11,8
<b>2,00</b>	11	15,8	-4,8
<b>3,00</b>	34	15,8	18,2
<b>4,00</b>	27	15,8	11,2
<b>5,00</b>	3	15,8	-12,8
<b>total</b>	79		

El valor de la prueba dirección	
	Dirección
chi-cuadrado	49,544a **
df	4
La significación de asintótica	,000

a. 0 células (0%) se espera que la frecuencia de menos de 5. La frecuencia mínima esperada de la celda es 15,8 frecuencia

b. Se espera que las células (0, 0%) de menos de 5. La frecuencia mínima esperada de la celda está 8,8.

**Tabla 7.1.2** Prueba estadística chi-cuadrado no paramétrica en SPSS del tratamiento A.

Resultado de la fórmula:  $EXPECTED=4.5 \ 2.7 \ 0.9$

<b>A</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
2,00	2	5,0	-3,0
3,00	4	3,0	1,0
4,00	3	1,0	2,0
Total	9		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>A</b>	
Chi-cuadrado	6,133 <sup>a</sup>
gl	2
Sig. asintótica	,047

a. 2 casillas (66,7%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 1,0.

**Tabla 7.1.3** Prueba estadística chi-cuadrado no paramétrica en SPSS del tratamiento B.

Resultado de la fórmula:  $EXPECTED=1 \ 6 \ 2$

<b>B</b>			
	N observado	N esperada	Residuos
2,00	1	1,0	0,0
3,00	6	6,0	0,0
4,00	2	2,0	0,0
Total	9		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>B</b>	
Chi-cuadrado	,000 <sup>a</sup>
gl	2
Sig. asintótica	1,000

a. 2 casillas (66,7%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 1,0.

**Tabla 7.1.4.** Prueba estadística chi-cuadrado no paramétrica en SPSS del tratamiento C.

Resultado de la fórmula  $EXPECTED = 1 \ 3 \ 2 \ 4 \ 0$

<b>C</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1	1	1,0	,0
2	1	3,0	-2,0
3	2	2,0	,0
4	4	4,0	,0
5	2	,0	2,0
Total	10		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>C</b>	
Chi-cuadrado	39997,733 <sup>a</sup>
gl	4
Sig. asintótica	0,000

a. 5 casillas (100,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,0.

**Tabla 7.1.5.** Prueba estadística no paramétrica chi-cuadrado en SPSS del tratamiento D.

Respuesta de la fórmula:  $EXPECTED = 0 \ 2 \ 6 \ 1$

<b>D</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1	1	,0	1,0
2	2	2,0	,0
3	3	6,0	-3,0
4	3	1,0	2,0
Total	9		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>D</b>	
Chi-cuadrado	10003,611 <sup>a</sup>
gl	3
Sig. asintótica	0,000

a. 3 casillas (75,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,0.

**Tabla 7.1.6.** Prueba estadista chi-cuadro no paramétrica en spss del tratamiento E y F.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=2.7 0.9

<b>E</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
3,00	7	6,8	,3
4,00	2	2,3	-,3
Total	9		

<b>F</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
3,00	6	6,8	-,8
4,00	3	2,3	,8
Total	9		

<b>Estadísticos de prueba</b>		
	E	F
Chi-cuadrado	,037 <sup>a</sup>	,333 <sup>a</sup>
gl	1	1
Sig. asintótica	,847	,564

a. 1 casillas (50,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 2,3.

**Tabla 7.1.7.** Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento G.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=2 6 1

	N observado	N esperada	Residuo
2,00	1	1,8	-,8
3,00	4	5,3	-1,3
4,00	3	,9	2,1
Total	8		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
	<b>G</b>
Chi-cuadrado	5,688 <sup>a</sup>
gl	2
Sig. asintótica	,058

a. 2 casillas (66,7%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,9.

**Tabla 7.1.8.** Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento H .

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=0.8 2.4 3.6 1.6

<b>H</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1	1	1,3	-,3
2	3	4,0	-1,0
4	3	2,7	,3
5	1	,0	1,0
Total	8		
<b>Estadísticos de prueba</b>			
<b>H</b>			
Chi-cuadrado			5998,500 <sup>a</sup>
gl			3
Sig. asintótica			<b>0,000</b>
a. 4 casillas (100,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,0.			

**Tabla 7.1.9.** Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento I.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=0.8 2.4 3.6 1.6

<b>I</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1	1	,8	,2
2	1	2,4	-1,4
3	2	3,2	-1,2
4	4	1,6	2,4
Total	8		
<b>Estadísticos de prueba</b>			
<b>I</b>			
Chi-cuadrado			4,917 <sup>a</sup>
gl			3
Sig. asintótica			<b>,178</b>
a. 4 casillas (100,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,8.			

**Tabla 7.1.10.** Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento C con datos de la noche.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=0.6 0.6 3.2

<b>C</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1,00	3	1,4	1,6
2,00	5	1,4	3,6
3,00	2	7,3	-5,3
Total	10		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>C</b>	
Chi-cuadrado	15,483 <sup>a</sup>
gl	2
Sig. asintótica	<b>,000</b>

a. 2 casillas (66,7%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 1,4.

**Tabla 7.1.11.** Prueba estadista chi-cuadrado no paramétrica en spss del tratamiento D con datos de la noche.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=0.6 1.1 2.3 1.7

<b>D</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1,00	3	0,8	2,2
2,00	1	1,5	-,5
3,00	2	3,2	-1,2
4,00	2	2,4	-,4
Total	8		

<b>Estadísticos de prueba</b>	
<b>D</b>	
Chi-cuadrado	6,251 <sup>a</sup>
gl	3
Sig. asintótica	<b>,100</b>

a. 4 casillas (100,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,8.

**Tabla 7.1.12.** Prueba estadística chi-cuadrado no paramétrica en SPSS del tratamiento H con datos de la noche.

Respuesta de la fórmula: EXPECTED=0.6 0.6 3.2 0.6 0.6

<b>H</b>			
	N observado	N esperada	Residuo
1,00	1	,5	,5
2,00	4	,5	3,5
3,00	2	2,9	-,9
4,00	2	,5	1,5
5,00	1	5,5	-4,5
Total	10		

**Estadísticos de prueba**

<b>H</b>	
Chi-cuadrado	30,058 <sup>a</sup>
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. 4 casillas (80,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es ,5.



## 7.2 ANEXOS GRÁFICOS

**Fotografía 7.2.1.** Recolección y preparación de los caracoles 48 horas antes del experimento.



**Fotografía 7.2.2.** Colocación a los caracoles emisores en la pista de vidrio.



**Fotografía 7.2.3.** Caracol segundo en contacto con el rastro



**Fotografía 7.2.4** Toma de datos



**Fotografía 7.2.5** Limpieza de las pistas de vidrio después de cada experimento

