



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE  
VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**Dinámica poblacional, uso del hábitat y algunos aspectos de la ecología reproductiva de la rana de cristal, *Vitreorana antisthenesi* en una quebrada de montaña ubicada en el Macizo de Nirgua, tramo central de la Cordillera de la Costa, Venezuela**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por el bachiller Igor José Castillo Delgado como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.

Tutor: Dr. César Molina

Caracas, Venezuela  
Septiembre 2012



## Agradecimientos

A la Universidad Central de Venezuela por la formación como profesional, como investigador y como ciudadano.

Quisiera agradecer al Dr. Carlos Rivero Blanco, por facilitarme el acceso a la estación biológica “La Ecológica” en la Hacienda la Guáquira en todo momento, así mismo al señor Orlando Escalante quien estuvo siempre dispuesto a colaborar en mi trabajo.

Igualmente a mi tutor, César Molina, por toda la ayuda que con su experiencia me ha podido brindar en todo el proceso de mi tesis.

A la profesora Celsi Señaris y al profesor Salvador Boher por el apoyo y las recomendaciones en el manuscrito. Sin duda, su colaboración fue invaluable.

Al Profesor Gerardo Cordero por atenderme y ayudarme.

A todos mis familiares y amigos que me ayudaron en todo momento.

Gracias

## Resumen

Debido a la continua deforestación, pérdida y degradación de su hábitat forestal en la Cordillera de la Costa venezolana, la ranita de cristal *Vitreorana antisthenesi* (Goin, 1963), está considerada Vulnerable (VU) por la IUCN y Casi Amenazado (NT) en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana, esta especie es endémica de Venezuela y no se tiene información acerca de su biología y ecología reproductiva. Por lo tanto, este trabajo de investigación aportará información sobre algunos aspectos reproductivos, lo cual generará información básica relacionada con algunos de los requerimientos ecológicos para su reproducción, que pueden ser utilizados para la elaboración e implementación de un programa de conservación *in situ* de esta especie endémica. El trabajo de campo se realizó en La Hacienda La Guáquira la cual se encuentra ubicada en el complejo montañoso Macizo de Nirgua, San Felipe Edo Yaracuy. Se registró la presencia de la especie a 115 m de altitud, lo cual representa el registro de menor altura reportado hasta ahora. Se obtuvo una abundancia relativa de 27,55 ind/100m<sup>2</sup> y un promedio de 1,74 ind/horas-hombre, catalogando a la especie como “común”. La población se mantuvo reproductivamente activa durante todo el período de muestreo; en la mayoría de los casos, se presentó una distribución espacial azarosa, con dos noches de patrón agregado. Todos los individuos utilizaron sustratos vegetales para la vocalización y anidación. La mayoría de los individuos utilizaban como perchas a una especie del género *Cyclanthus*, lo cual contrasta con el hecho de que las nidadas mayormente fueron depositadas en una especie de arbusto del género *Acalypha*. La mayoría de las puestas estaban sanas, cuando se encontró señales de depredación, se observaron insectos sobre las mismas. El promedio de huevos por nido varió entre 7 y 16, y en ninguna ocasión se presentó cuidado parental.

- **Palabras Clave:** Centrolenidae, *Vitreorana*, especie amenazada, especie endémica, abundancia, reproducción.

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS.....                                                | 3  |
| RESUMEN.....                                                        | 4  |
| INDICE DE CONTENIDO.....                                            | 5  |
| INDICE DE FIGURAS.....                                              | 7  |
| INDICE DE TABLAS.....                                               | 11 |
| INDICE DE ANEXOS.....                                               | 12 |
| INTRODUCCIÓN.....                                                   | 13 |
| ANTECEDENTES.....                                                   | 18 |
| OBJETIVOS.....                                                      | 21 |
| MATERIALES Y METODOLOGÍA.....                                       | 22 |
| Área de Estudio.....                                                | 22 |
| Procedimiento de campo.....                                         | 24 |
| Abundancia relativa.....                                            | 25 |
| Distribución espacial y uso de hábitat .....                        | 26 |
| Caracterización del microhábitat de anidación y de las nidadas..... | 28 |
| RESULTADOS .....                                                    | 30 |
| Abundancia relativa.....                                            | 30 |
| Distribución espacial y uso de hábitat .....                        | 34 |
| Caracterización de microhabitat de anidación y de las nidadas.....  | 45 |
| DISCUSIÓN.....                                                      | 59 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| CONCLUSIONES..... | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 69 |
| ANEXOS .....      | 77 |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa hidrográfico y de relieve de la Hacienda La Guáquira.....                                                                                                                                                                                   | 22 |
| Figura 2. Diagrama climático de la Estación Ecológica Guáquira (100 msnm);<br>Elaborado con datos recopilados entre 2004 y 2007(con una interrupción de<br>seis meses entre Enero y Junio 2006). (Lotzak,<br>2007).....                                    | 23 |
| Figura 3. Aspecto de la quebrada La Herrera, Hacienda La Guáquira, estado<br>Yaracuy (Foto César Molina).....                                                                                                                                              | 24 |
| Figura 4. Grafica de regresión lineal entre el número total de animales<br>registrados y el esfuerzo de captura (horas/hombre).....                                                                                                                        | 31 |
| Figura 5. Número total de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> y discriminados<br>por tipo de registros: directos ( <b>observados</b> ) e indirectos ( <b>oídos</b> ) para cada<br>sesión de muestreo en la Hacienda La Guáquira, Edo Yaracuy..... | 32 |
| Figura 6. Número de individuos adultos y juveniles de <i>Vitreorana antisthenesi</i><br>por sesión de muestreo.....                                                                                                                                        | 32 |
| Figura 7. Número total de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> y discriminados<br>por el tipo de registros: directos ( <b>observados</b> ) e indirectos ( <b>oídos</b> ) en función<br>del porcentaje de humedad relativa promedio .....           | 33 |
| Figura 8. Número total de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> y discriminados<br>por el tipo de registros: directos ( <b>observados</b> ) e indirectos ( <b>oídos</b> ) en función<br>de la temperatura del aire (°C).....                        | 34 |
| Figura 9. Número de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> registrados a lo<br>largo de la transecta de 350 m a lo largo de la quebrada, durante todo<br>el período de muestreo.....                                                                 | 35 |
| Figura 10. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su<br>ubicación con respecto al margen de la quebrada .....                                                                                                            | 36 |
| Figura 11. Número de individuos por fecha de muestreo en funcion de su ubicación<br>con respecto al margen de la quebrada .....                                                                                                                            | 36 |
| Figura 12. Número de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su                                                                                                                                                                         |    |

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ubicación con respecto al margen de la quebrada por periodo del año.....                                                                                                                      | 37 |
| Figura 13. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función del ancho de la quebrada.....                                                                                | 37 |
| Figura 14. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana anthistenesi</i> registrados de acuerdo a tres categorías relacionadas con la posición horizontal respecto al borde de la quebrada ..... | 38 |
| Figura 15. Número de individuos de <i>V. anthistenesi</i> de acuerdo a su posición horizontal con respecto al borde de la quebrada por periodo de muestreo.....                               | 39 |
| Figura 16. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de la profundidad de la lámina de agua.....                                                                  | 40 |
| Figura 17. Número de individuos de <i>V. anthistenesi</i> en función de la profundidad de la lámina de agua por periodo de muestreo.....                                                      | 40 |
| Figura 18. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana anthistenesi</i> registrados (Observados) a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua .....                                      | 41 |
| Figura 19. Número de individuos registrados a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo.....                                                                  | 42 |
| Figura 20. Porcentaje de individuos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> por tipo de planta donde se ubican .....                                                                                | 43 |
| Figura 21. Número de individuos de <i>V. anthistenesi</i> con respecto al tipo de planta donde se ubican por período de muestreo .....                                                        | 43 |
| Figura 22. Porcentaje de individuos machos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> registrados en actividad de vocalización .....                                                                   | 44 |
| Figura 23. Número de individuos machos de <i>Vitreorana antisthenesi</i> registrados en actividad de vocalización por periodo de muestreo .....                                               | 44 |
| Figura 24. Número total de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> registradas durante el período de muestreo.....                                                                          | 45 |
| Figura 25. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su condición .....                                                                                           | 46 |
| Figura 26. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su condición por periodo de muestreo .....                                                                       | 46 |

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 27. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su ubicación en la hoja .....                                                 | 47 |
| Figura 28. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su ubicación en la hoja por periodo de muestreo .....                             | 47 |
| Figura 29. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de la especie de planta donde se ubicaron las mismas .....                       | 48 |
| Figura 30. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de la especie de planta donde se ubicaron las mismas por periodo de muestreo.....    | 48 |
| Figura 31. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función del margen de la quebrada donde se encontraban.....                              | 49 |
| Figura 32. Número de puestas de <i>V. antisthenesi</i> en función del margen de la quebrada donde se encontraban las mismas por periodo de muestreo.....       | 49 |
| Figura 33. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función del ancho de la quebrada donde se encontraban .....                              | 50 |
| Figura 34. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función del ancho de la quebrada donde se encontraban por periodo de muestreo.....           | 50 |
| Figura 35. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana anthistenesi</i> registradas a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua .....                       | 51 |
| Figura 36. Número de puestas de <i>V. antisthenesi</i> registradas a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo .....           | 51 |
| Figura 37. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su posición horizontal con respecto al cuerpo de agua .....                   | 52 |
| Figura 38. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de su posición horizontal con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo.... | 52 |
| Figura 39. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función de la profundidad de la lámina de agua .....                                     | 53 |
| Figura 40. Número de puestas de <i>V. anthistenesi</i> en función de la profundidad de la lámina de agua por periodo de muestreo.....                          | 54 |
| Figura 41. Área de las puestas de <i>Vitreorana anthistenesi</i> durante el periodo de muestreo .....                                                          | 55 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 42. Número de puestas de <i>V. antisthenesi</i> en función del diámetro de las mismas por periodo de muestreo ..... | 55 |
| Figura 43. Promedio de huevos por puesta de <i>Vitreorana antisthenesi</i> con respecto a los meses de muestreo.....       | 56 |
| Figura 44. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función a su estadio de desarrollo embrionario ..... | 57 |
| Figura 45. Número de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> en función del estadiode desarrollo embrionario.....        | 57 |
| Figura 46. Porcentaje de puestas de <i>Vitreorana antisthenesi</i> con cuido parental .....                                | 58 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Esfuerzo de muestreo (horas/hombre) realizado en el período de muestreo..... | 30 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2. Análisis del vecino más cercano de los individuos registrados por fecha de muestreo mediante el método de Clark y Evans (1954)..... | 35 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## INDICE DE ANEXOS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Foto 1. Especie <i>Vitreorana antisthenesi</i> .....             | 77 |
| Foto 2. Juveniles <i>V. antisthenesi</i> .....                   | 77 |
| Foto 3. Macho vocalizando.....                                   | 77 |
| Foto 4. Individuo sobre planta del género <i>Ciclantus</i> ..... | 77 |
| Foto 5 Comportamiento vocalización (1/3) .....                   | 77 |
| Foto 6 Comportamiento vocalización (2/3).....                    | 77 |
| Foto 7 Comportamiento vocalización (3/3) .....                   | 78 |
| Foto 8. Nidada <i>Vitreorana antisthenesi</i> .....              | 78 |
| Foto 9. Nidada de <i>V. antisthenesi</i> siendo depredada.....   | 78 |

## Introducción

A nivel mundial, los anfibios son actualmente uno de los grupos en los cuales se han enfocado los estudios de poblaciones y comunidades biológicas, esto debido al papel importante que representan en la dinámica de los ecosistemas. Por una parte, algunas poblaciones de anfibios, especialmente sapos y ranas, son muy abundantes y aportan una biomasa muy significativa al flujo de energía del ecosistema. Además, son una pieza central en las tramas tróficas de dicho ecosistema, ya que actúan como depredadores muy eficaces de una gran cantidad de invertebrados y, a su vez, son presas de otros vertebrados como aves y mamíferos (Señaris, 2009, Blaunstein, 1994, Manzanilla y Péfaur, 2000). Incluso en estadios larvales, algunos anfibios controlan el crecimiento de las algas y consumen larvas de invertebrados acuáticos (Young, 2004).

Los anfibios son considerados indicadores de la calidad ambiental, tanto en el medio acuático como en el terrestre. Su ciclo de vida complejo con un estadio larval, por lo general acuático, y un generalizado estadio postmetamórfico terrestre, los hace sensibles ante la exposición de contaminantes y agroquímicos, así como al cambio climático y a la alteración y pérdida de sus hábitat (Duellman y Trueb 1986, Young 2004, Heyer y col 1994).

Esta sensibilidad a cambios en el ambiente es atribuido a características estructurales, fisiológicas y comportamentales que le son propias, las cuales incluyen el tener: a) huevos y piel permeables capaces de absorber materiales y elementos del ambiente (Duellman y Trueb, 1986), b) ciclos de vida complejos, los cuales incluyen etapas acuáticas y terrestres (Heyer y col 1994, Young 2004, Señaris y Ayarzagüena 2005) y c) adaptaciones y especializaciones que presentan a nivel reproductivo, comportamental y trófico.

Venezuela, como la mayoría de los países neotropicales, posee una alta

riqueza en anfibios (Barrio-Amorós, 2009) con 345 especies registradas para el país (<http://amphibiaweb.org>), lo cual nos posiciona en el octavo lugar entre los países con mayor riqueza de especies de anfibios en el ámbito mundial (esta cifra representa el 5% del total) y además nos ubica en el sexto puesto en diversidad de este grupo taxonómico del Neotrópico. Esta elevada riqueza es producto, al menos parcialmente, de la gran heterogeneidad de bioregiones y los hábitats que las conforman para los anfibios, dada la enorme variabilidad en las características geográficas, climáticas y orográficas de nuestro territorio, aunadas a la historia evolutiva de los diferentes linajes (Señaris, 2009).

A pesar de esta gran riqueza de anfibios en Venezuela, no se ha desarrollado una producción relevante de estudios de biología y ecología acerca de este grupo. El conocimiento de las especies se restringe, por lo general, a notas sobre su historia natural y estudios sobre su distribución geográfica y taxonomía (Péfaur y Sierra 1996, Péfaur y Molina 2009).

Las “Ranitas de cristal”, como son llamadas comúnmente, pertenecen a la Familia Centrolenidae, la cual resalta como uno de los grupos de anuros neotropicales más diversos, además de su interesante complejidad morfológica, ecológica y filogenética (Señaris y Ayarzagüena, 2005). Presentan su mayor diversidad en los bosques montañosos debido a la abundancia de arroyos con mucha pendiente y caídas de agua donde habitan y se reproducen (Duellman y Burrowes, 1989).

Las ranas de cristal están distribuidas a través del Neotrópico, desde Méjico hasta Bolivia, además de algunos grupos aislados en el Sureste de Brasil y en el Noreste de Argentina. Son ranas nocturnas y arbóreas. Todas las especies tienen el vientre parcial o completamente transparente, y depositan sus huevos en la vegetación fuera del agua (hojas o ramas) que cuelgan sobre las corrientes de agua o en rocas sobre los riachuelos (Guayasamin y col. 2009); con algunas

excepciones, usan rocas u otros sustratos no arbóreos que se encuentren cerca o por encima de arroyos y ríos (Duellman y Burrowes 1989).

Las ranas de cristal son activas durante la noche y su período de mayor actividad es desde el anochecer hasta la media noche o una de la madrugada (McDiarmid 1975, Kubicki 2007). Los machos vocalizan desde las hojas suspendidas sobre los cuerpos de agua corrientes y las hembras depositan las masas de huevos cerca de las zonas de vocalización (Duellman y Burrowes 1989). Estas áreas de vocalización y puestas de huevos, en muchas de las especies, son defendidas por los machos (Duellman y Burrowes, 1989; Duellman y Savitsky, 1976). Las puestas al eclosionar, caen al agua las larvas donde completan su desarrollo (Duellman y Trueb, 1986). Es importante resaltar la relación estrecha de los centrolénidos y los cuerpos de agua, ya que la distribución de los mismos se encuentra, en su mayoría, restringida a los bosques rivereños en los márgenes de ríos y quebradas (McDiarmid, 1975).

Los machos de centrolénidos se caracterizan por poseer vocalizaciones con notas de frecuencia relativamente alta, lo cual se ha relacionado con el pequeño tamaño de estas ranas y con el hecho de que estas frecuencias resultan más eficientes para la propagación del sonido en los ambientes asociados a ríos o quebradas rodeadas de vegetación densa por lo general (Wells y Schwartz, 1982).

En centrolénidos, el proceso del cuido parental no ha sido muy estudiado, solo un pequeño número de especies ha sido evaluada al respecto, principalmente del género *Hyalinobatrachium*. Se ha reportado cuido parental, generalmente del macho, el cual se ubica cerca de la puesta, cubriéndola parcial o totalmente durante la noche y durante el día permanece cerca del área de puesta; en otros casos, el macho cubre la puesta tanto de día como de noche. (Cisneros-Heredia y McDiarmid, 2007).

Debido al tamaño pequeño de los centrolénidos, sus presas más importantes son pequeños artrópodos, que consumen en horas de la noche. En cautiverio, muestran una gran afición por las moscas de la fruta del género *Drosophila* (Kubicki 2007).

En Venezuela se han identificado al menos 27 especies pertenecientes a esta familia, distribuidas principalmente en la Cordillera de la Costa y de los Andes y en la región Guayana (Señaris y Ayarzagüena, 2005, [www.amphibiaweb.org](http://www.amphibiaweb.org)). Más de la mitad de los centrolénidos venezolanos son endémicos del país, con un 83% de especies restringidas a zonas de mediana y gran altitud (Señaris y Ayarzagüena, 2005), las cuales que presentan coberturas boscosas premontañas y montañas, que están siendo eliminadas y degradadas a una tasa alarmante, lo cual constituye la principal amenaza sobre sus poblaciones (Stuart y col, 2006).

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se encuentran dos especies de centrolénidos venezolanos en peligro (EN), ocho vulnerables (VU), once con información insuficiente (DD) y siete con preocupación menor (LC) (IUCN, 2010). Es importante recalcar que de un buen porcentaje de las especies presentes en el país no se posee información detallada sobre distribución geográfica, uso de hábitat y estado de sus poblaciones, información necesaria para ubicarlas en alguna categoría de amenaza según sea el caso.

La especie *Vitreorana antisthenesi* (Foto1) fue descrita en 1963 (Goin 1963) y su nombre ha sufrido cambios pasando del género *Centrolenella* a *Hyalinobatrachium*, luego a *Cochranella* y, recientemente, colocada en el nuevo género *Vitreorana* por Guayasamin y colaboradores (2009). Su distribución geográfica se restringe a los bosques nublados y bosques de galería en la vertiente norte de la porción central de la Cordillera de la Costa (Aragua, Carabobo), Cerro Azul (Cojedes) y en el Macizo de Nirgua (Yaracuy), entre los 220 y 1100 m de altura (Señaris y Ayarzagüena 2005).

Es endémica de Venezuela y es considerada como Vulnerable (VU) por la IUCN debido a que su área de distribución es menor de 20.000 km<sup>2</sup> y está muy fragmentada (<http://www.iucnredlist.org>) y hay una continua pérdida y degradación de su hábitat I en la Cordillera de la Costa. Sin embargo, el Libro Rojo de la Fauna Venezolana la considera un taxón Casi amenazado, lo cual significa que aunque no satisface los criterios para incluirla en las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, esta próximo a satisfacer dichos criterios en el futuro cercano si las amenazas continúan (Rodríguez y Rojas-Suárez 2008). En la actualidad no se tiene información acerca de la historia natural de esta especie en vida silvestre; solo sabemos, a partir de animales en cautiverio, que los machos se mueven constantemente en el dorso de las hojas y cantan desde diferentes lugares (Señaris y Ayarzagüena 2005).

Recientemente se registró la presencia de esta especie en la Hacienda La Guáquira, estado Yaracuy Lotzkat, (2007), lo cual aumenta la distribución conocida de esta especie hacia el oeste de su distribución en la Cordillera de la Costa. Adicionalmente a este hecho, la especie es abundante en esta localidad, lo cual nos permitió adelantar este trabajo de investigación que aporta información importante y relevante de su historia natural en términos poblacionales, reproductivos y uso del hábitat, aspectos relacionados con su supervivencia y reproducción, que pueden servir de base para la elaboración e implementación de un programa de conservación *in situ* de esta especie endémica y para la reevaluación de su estatus de conservación.

## Antecedentes

Es sabido el vacío de información biológica sobre los centrolénidos, Esto responde, probablemente, a lo difícil, en términos logísticos, que resulta estudiar estas ranas en su hábitat natural, lo cual se suma a la ausencia de un acuerdo general respecto al estatus taxonómico y sistemático de muchas de las especies que conforma esta familia (McDiarmid y Adler 1974, Señaris y Ayarzagüena 2005, Cisneros-Heredia y McDiarmid 2006, Kubicki 2007).

Los aspectos poblacionales y su dinámica temporal son aspectos pocos estudiados en Centrolénidos y generalmente provienen de trabajos de mayor escala o con otros objetivos. Por ejemplo, dentro de un trabajo comunitario se reportaron datos de presencia y abundancia temporal de *Cochranella oyiampensis* tomados, ocasionalmente entre noviembre de 2002 y mayo de 2004, en la Reserva Forestal Adolpho Ducke, al norte de Manaus, Brasil (Menin y col. 2008). Por otra parte, en un estudio de ecología reproductiva, se registran datos de abundancia de machos adultos en 10 secciones de muestreo para la especie *Cochenella ignota* en Colombia (Restrepo y Naranjo, 1999).

La determinación de los factores que influyen en la selección del sustrato reproductivo en centrolénidos es un aspecto que muchos investigadores han querido esclarecer. McDiarmid (1975) en su trabajo de ecología reproductiva señala que los centrolénidos están, en su mayoría, restringidos a los márgenes de ríos y quebradas, y que las mejores noches para verlos y escucharlos son aquellas con una combinación de condiciones que los estimulan a cantar activamente (fase oscura de la luna junto con una lluvia suave o llovizna).

Esto es respaldado por el trabajo de Cardozo (2009) quien encuentra que la actividad reproductiva de dos especies de centrolénidos, muestra una correlación significativa con la temperatura del lugar, según lo cual el aumento de individuos activos vocalizando se encuentra inversamente relacionado con la temperatura.

Kubicki (2007) y Cardozo (2009) encontraron una relación directamente proporcional entre el número de machos de centrolénidos en actividad de vocalización y la humedad relativa. Por su parte, Hayes (1991) indica que los picos de actividad de vocalización se registran en noches con una humedad relativa por encima del 93%.

La relación directa entre los centrolénidos y la humedad relativa y/o la temperatura no solo afecta a la vocalización de los machos. Señaris y Ayarzagüena (2005) consideran muy importante la humedad ambiental para la viabilidad y desarrollo de las masas de huevos de centrolénidos, ya que las mismas son colocadas fuera del agua, sobre la vegetación o rocas adyacentes a los riachuelos. En el mismo aspecto Kubicki, (2007) indica que la humedad ambiental influye en la pérdida de agua y la deshidratación de los adultos.

En su trabajo con *Hyalinobatrachium fleischmanni*, Wells y Schwartz (1982), encontraron que la propagación del sonido es un elemento importante que puede definir la selección de micro-hábitat en centrolénidos, en este trabajo se demostró que el sustrato sobre el que una rana vocaliza, afecta a la intensidad y la direccionalidad de sus señales. Cuando una rana vocaliza a partir de una hoja grande, el sonido reflejado, refuerza las ondas de sonido desde el propio macho, produciendo una señal de que es más fuerte que las producidas por los machos en las hojas pequeñas.

Algunos autores señalan que los machos de los centrolénidos mantienen territorios (McDiarmid (1975) y Rueda-Almonasid (1994). Sin embargo, Restrepo y Naranjo (1999), exponen la ausencia de datos cuantitativos que apoyen esta propuesta. La confusión parece venir del hecho de que algunos machos de la Familia Centrolenidae suelen mantenerse en un área fija durante la época de reproducción, utilizando la misma como sitio de canto y posible sitio de puesta, y aunque algunos casos de combates se han observado, por lo general cuando machos se encuentran a pocos centímetros de distancia entre sí, las disputas

generalmente se llevan a cabo con desafíos vocales más que con contacto físico (Greer y Wells, 1980). Sin embargo, se han reportado combates entre machos de nueve especies de los géneros *Cetrolene*, *Cochranella* e *Hyalinobatrachium* (Guayasamin y Barrio-Amorós, 2005; Dautel y col. 2011) lo cual representa un bajo porcentaje con respecto al total de las especies que conforman la Familia Centrolenidae.

Otro aspecto importante en las especies de esta familia es la ocurrencia de cuidado parental (hacia las nidadas) en muchas especies de *Centrolene* (Dautel y col. 2011), *Cochranella* (Rada y col. 2007, Restrepo y Naranjo 1999) e *Hyalinobatrachium* (Vockenhuber y Amezcuita, 2009, Delia y col. 2010). Generalmente este cuidado implica que un macho este al lado de la o las puestas o totalmente o parcialmente sobre las mismas (Dautel y col. 2011, Vockenhuber y Amezcuita, 2009, Cisneros-Heredia y McDiarmid, 2007, Restrepo y Naranjo 1999).

Este cuidado parental, al parecer tiene implicancia en el éxito de eclosión de los huevos y en la sobrevivencia de las larvas mientras están en el. Los experimentos de Vockenhuber y colaboradores (2009), muestran que la presencia de los machos de *Hyalinobatrachium valerioi* en las puestas de huevos de una especie de centrolénido, aumenta la supervivencia de la nidada hasta finales de etapas pre-eclosión. En otras especies se ha reportado que los machos repelen a potenciales depredadores de los huevos o embriones premetamórficos (Delia y col. 2010).

La ecología poblacional y espacial, así como algunos aspectos de la reproducción de *Vitreorana antisthenesi* no son conocidos a la fecha para ninguna de sus poblaciones dentro de su área de distribución geográfica. Solo se tiene información de algunos individuos mantenidos en cautiverio colectados en Rancho Grande, estado Aragua (localidad tipo), tiempo durante el cual observó que los machos se mueven constantemente en el dorso de las hojas y cantan desde diferentes lugares (Señaris y Ayarzagüena, 2005).

## Objetivos

### *Objetivo general*

Caracterizar la dinámica poblacional, el uso del hábitat y algunos aspectos de la ecología reproductiva de la rana de cristal, *Vitreorana antisthenesi* en una quebrada de montaña ubicada en el Macizo de Nirgua, tramo central de la Cordillera de la Costa, Venezuela.

### *Objetivos específicos*

- Estimar la abundancia relativa de *Vitreorana antisthenesi*.
- Evaluar la distribución espacial de *Vitreorana antisthenesi*.
- Evaluar el uso del hábitat de *Vitreorana antisthenesi*.
- Caracterizar los sitios de canto de *Vitreorana antisthenesi*.
- Caracterizar los sitios de puesta y las nidadas de *Vitreorana antisthenesi*.

## Materiales y Métodos

### *Área de estudio*

La Hacienda La Guáquira se encuentra ubicada en el complejo montañoso del Macizo de Nirgua, conformando la porción más occidental de la Cordillera de la Costa, junto con algunas elevaciones de la Sierra de Aroa y la Serranía de María Lionza. Está ubicada en el Municipio San Felipe del estado Yaracuy y posee una superficie de 2.500 hectáreas entre las márgenes del río Yaracuy (100 metros sobre el nivel del mar ((msnm) y la vertiente Noroccidental del Cerro Zapatero (1400 msnm) (Figura 1) (Runemark y col., 2005).

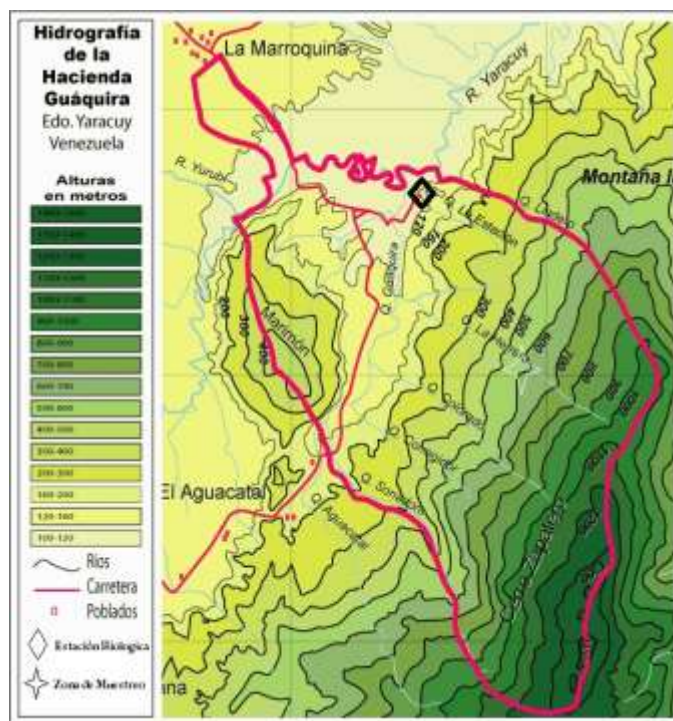


Figura 1. Mapa hidrográfico y de relieve de la Hacienda La Guáquira. La línea roja gruesa representa los límites de la hacienda (<http://www.mucubaji.com/guaquira>, consulta 22 abril 2011).

Los datos meteorológicos recabados en la Estación Ecológica de La Guáquira en el período 2004-2007 muestran que las temperaturas medias mensuales se mantienen alrededor del valor promedio de 25,7°C a lo largo de

todo el año. La precipitación anual es de 1022 mm, con una corta estación seca entre diciembre y abril y una estación de lluvias que va de mayo a noviembre (Figura 2) (Lotzkat, 2007).

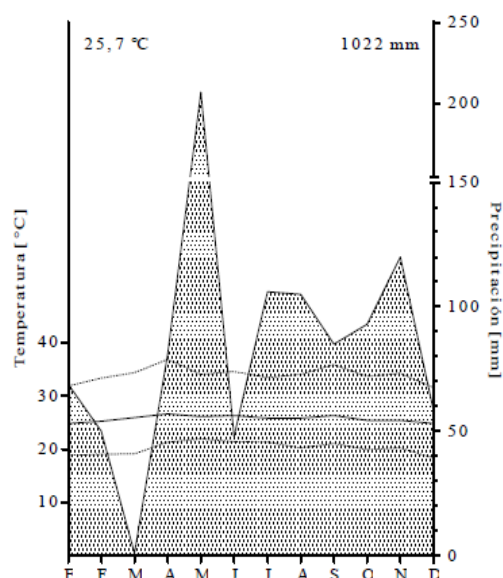


Figura 2. Diagrama climático de la Estación Ecológica Guáquira (100 msnm); Elaborado con datos recopilados entre 2004 y 2007 (con una interrupción de seis meses entre Enero y Junio 2006). Las líneas punteadas muestran las temperaturas máximas y mínimas mensuales, la línea continua muestra la temperatura media mensual (Lotzak, 2007).

La vegetación de la hacienda La Guáquira incluye: bosques nublados con alta diversidad y endemismos en la porción altitudinal superior (Meir 2000, 2005) y bosques semidecíduos, y áreas cultivadas en las zonas bajas.

Específicamente, el sitio de estudio fue la quebrada de aguas permanentes denominada La Herrera, afluente de la quebrada La Guáquira que desemboca en el río Yaracuy; tiene una longitud aproximada de 10 km en un gradiente altitudinal que va desde los 100 hasta los 1000 msnm (Figura 1). Se trabajó en una transecta de 350 m de longitud con un gradiente altitudinal que va desde los 115 msnm a los 153 msnm. En este tramo la quebrada tiene un ancho promedio de 3

m y una profundidad máxima de 1.5 m, presentando varias caídas de agua. El sustrato dominante es rocoso sobre una matriz de arena y/o grava. La quebrada está bordeada por un bosque ribereño menor a 25 metros de altura (Figura 3).



Figura 3. Aspecto de la quebrada La Herrera, Hacienda La Guáquira, estado Yaracuy (Foto César Molina).

### *Procedimiento de Campo*

Se trabajó a lo largo de un tramo de la quebrada La Herrera utilizando como inicio de la transecta la parte baja de la quebrada, cuya referencia topográfica es una caída de agua (E: 537721; N: 1136845: 115 msnm) y finalizando en el salto Romangú (E: 538094; N: 1136486: 153 msnm).

En dicho tramo, cada intervalo de 10 metros, se marcó con un banderín que funcionó como punto de referencia para facilitar la ubicación espacial de los

individuos y las puestas en la quebrada.

Los muestreos se realizaron a partir de las 18:00 h, debido a que los centrolénidos tienen actividad nocturna (McDiarmid, 1975), el tiempo de finalización fue variable dependiendo del número de individuos, de su grado de actividad y detectabilidad (visual y auditiva), así como de las condiciones meteorológicas.

Las fechas de muestreo, aunque no siguieron un patrón sistemático en el tiempo (intervalo constante entre muestreos), por problemas asociados a la disponibilidad de fondos y de logística, coinciden todos con la fase lunar “menguante”, que presenta la menor luminosidad y por tanto la de mayor probabilidad de avistamiento de ejemplares y por otra parte, durante esta fase lunar I se registran los mayores índices de actividad reproductiva para esta familia durante la estación lluviosa (McDiarmid, 1975).

En cada sesión de muestreo, tanto al inicio como al final del mismo, se registró la temperatura y la humedad relativa del aire mediante un termohigrómetro, así como la temperatura del agua mediante un termómetro de mercurio, con el fin de relacionar estas variables con los valores de abundancia obtenidos en las diferentes secciones de muestreo.

#### *Abundancia relativa*

Se realizaron caminatas a baja velocidad a lo largo del transecto de tres metros de ancho previamente seleccionado, con el objeto de registrar visualmente a los individuos de *Vitreorana antisthenesi* y auditivamente para el caso de los machos que vocalicen al momento del muestreo (Rueda y col. 2006). Estos registros permitieron tener valores de abundancia de la población de esta especie asociada al tramo de la quebrada La Herrera, además del número de machos adultos reproductivamente activos.

Cada individuo fue clasificado según su sexo (macho, hembra o indeterminado), tamaño corporal (juvenil o adulto) y en el caso de los machos, si al momento de su detección estaban o no vocalizando.

Los datos recabados durante la estimación de la abundancia poblacional y determinación de la estructura de sexo y tamaño corporal se colocaron en una planilla contentiva de los siguientes datos: fecha del trabajo de campo, hora de inicio y final del conteo, condiciones meteorológicas (presencia o no de lluvias, temperatura de agua y del aire, humedad relativa, fase lunar,) y cualquier otra información pertinente. A cada individuo se le asignó un código único de identificación en la planilla de datos, así como la hora de su registro.

### *Análisis de Datos*

Se calcularon tres índices de abundancia relativa: a) total de animales registrados (individuos observados (IO) más individuos vocalizando (IV)); b) individuos observados y c) individuos en actividad de vocalización.

La densidad se calculó dividiendo el número total de individuos observados entre el producto del largo y ancho de la transecta (350 m x 3 m).

Para estimar posibles correlaciones entre la abundancia total con las variables atmosféricas registradas (temperatura del aire, humedad relativa y esfuerzo de captura) se realizaron regresiones simples y una regresión múltiple, con el fin de establecer el comportamiento de la densidad poblacional en función de las variables climáticas por separado y en conjunto (Zar 1999).

### *Distribución espacial y uso del hábitat*

A cada ejemplar avistado durante la sesión de estimación poblacional, se le registró la distancia al punto cero de la transecta, a los fines de evaluar el patrón de dispersión de los individuos (azar, agrupada, uniforme) en el tramo evaluado de la quebrada.

Paralelamente a los fines de caracterizar los microhábitat utilizados por los individuos de esta población de *V. antisthenesi*, a cada animal avistado durante los muestreos se le evaluó lo siguiente:

- Tipo de sustrato donde se ubica el individuo (especie de planta y en qué lugar de la misma (hojas, ramas y tronco), banco del río, roca, agua.
- Ubicación del individuo en la planta (dorso o envés de la hoja)
- Altura con respecto al nivel del agua de la quebrada
- Distancia a la orilla
- Ancho de la quebrada
- Profundidad del agua (en la zona más cercana)

La altura sobre el agua se tomó a partir de una proyección vertical de la distancia entre la ubicación del individuo y la superficie de la quebrada. Para la distancia horizontal se consideró como la medida entre la proyección vertical del individuo a nivel del sustrato terrestre y el borde de la quebrada en línea recta, asignando el valor de cero a aquellos individuos ubicados directamente sobre la orilla de la quebrada (Restrepo y Naranjo, 1999).

### *Análisis de Datos*

Para evaluar el patrón de distribución espacial de los individuos, la transecta se dividió en tramos de 10 m; en cada uno de estos sectores se hizo un conteo de

los individuos y las frecuencias obtenidas se ajustaron a un modelo de Poisson, a los fines de evaluar la aleatoriedad de la distribución de los individuos (Zar 1999). Adicionalmente, se evaluó el tipo de distribución no azarosa (agregada o uniforme) mediante el uso de la prueba del vecino más cercano de Clark y Evans (1954).

Para evaluar el uso del microhábitat se trabajó la frecuencia de uso de cada uno de los tipos de sustrato donde se ubica el individuo, así como a la ubicación del individuo en la planta (por ser ambas variables categóricas), utilizando el estadístico Chi-cuadrado (Zar, 1999) con el objeto de evaluar si hay homogeneidad de uso de todos los tipo de sustratos y en la posición del individuos con respecto a la hoja para el total de animales.

El resto de las variables continuas como son altura con respecto al nivel del agua de la quebrada, distancia a la orilla, ancho y profundidad de la quebrada se les calculó las medidas de tendencia central y dispersión (Zar 1999) y se discretizaron para evaluar, a través del estadístico Chi-cuadrado (Zar, 1999), si había homogeneidad en la frecuencia de aparición en los distintos intervalos de altura, distancia a la orilla y ancho y profundidad de la quebrada para el total de animales.

#### *Caracterización del microhábitat de anidación y de las nidadas*

Durante los muestreos para la estimación de abundancia relativa se evaluaron los sitios utilizados para colocar las puestas. Para ello se registraron las mismas variables utilizadas para la caracterización del uso del microhábitat de los individuos. Para la caracterización de las puestas, se tomaron fotografías y se evaluaron adicionalmente las siguientes variables:

- Tamaño de la nidada (número de huevos o embriones)
- Área de la puesta

- Calidad de la puesta en términos de presencia o ausencia de parásitos y por la calidad de la gelatina (limpia o turbia)
- Estadio de desarrollo de la nidada
- Presencia o ausencia de cuidado parental y sexo del individuo que lo ejerce.

El estado de desarrollo embrionario de las puestas se estimó mediante las tablas de desarrollo de Gosner (1960) como referencia.

#### *Análisis de Datos*

Para evaluar los microhábitat de las nidadas se procedió de la misma forma como se trabajaron los microhábitat de los individuos postmetamórficos.

Los estadios de desarrollo de las puestas y el cuidado parental se discretizaron en intervalos y se evaluó si dichos intervalos se comportaban de manera homogénea a través de una prueba de chi-cuadrado (Zar 1999).

A los fines de comparar si el número de puestas variaba estacionalmente se utilizó la comparación de medias múltiples no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar 1999).

## Resultados

### Abundancia relativa

Durante el periodo de estudio, se realizaron 12 sesiones de muestreos entre junio del 2010 y julio 2011, que variaron con respecto al esfuerzo de muestreo aplicado, entre 4 y 9 horas/hombre, para un total fue de 73,6 horas/hombre (Tabla 1). Se registraron 128 individuos para una eficiencia de 1,74 individuos/hora-hombre.

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo (horas/hombre) realizado en el período de muestreo.

| <b>Fechas de muestreo</b> | <b>Horas/Hombre</b> |
|---------------------------|---------------------|
| 03/06/2010                | 9,0                 |
| 04/06/2010                | 6,0                 |
| 06/08/2010                | 4,6                 |
| 07/08/2010                | 5,8                 |
| 01/10/2010                | 2,8                 |
| 02/10/2010                | 4,8                 |
| 12/11/2010                | 6,9                 |
| 13/11/2010                | 6,9                 |
| 28/01/2011                | 8,0                 |
| 29/01/2011                | 8,8                 |
| 09/07/2011                | 6,0                 |
| 10/07/2011                | 4,0                 |
| <b>Total</b>              | <b>73,6</b>         |

No se encontró una relación positiva entre el esfuerzo de captura y el número total de individuos registrados ( $r = -0,237$ ;  $p = 0,456$ ). Sin embargo, se observa que la mayor cantidad de individuos registrados se obtuvieron con esfuerzos de captura medios (5 o 6 horas/hombre) cuando ocurrieron el al estación húmeda (Figura 4).

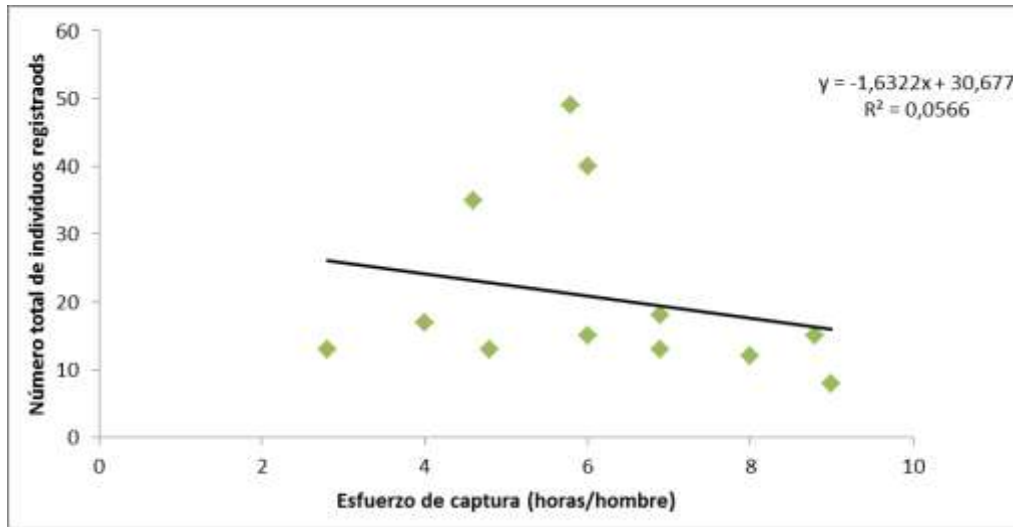


Figura 4. Grafica de regresión lineal entre el número total de animales registrados y el esfuerzo de captura (horas/hombre)

Durante el periodo de muestreo los mayores valores de individuos registrados totales (observados + escuchados) ocurrieron en los meses de junio y agosto de 2010, en el resto de los meses de muestreo, la abundancia poblacional descendió y se mantuvo relativamente constante hasta el fin del muestreo en el mes de julio de 2011 (Figura 5). Resulta interesante que durante los muestreos de julio de 2011 (estación lluviosa) los valores de abundancia total no fueron mayores y comparables a los obtenidos durante junio y agosto de 2010.

Con relación al tipo de registros, en nueve de doce secciones de estimación poblacional, el número de animales oídos (vocalizando) fue mayor que el número de animales observados, a excepción de los dos muestreos del mes de agosto de 2010 y el muestreo del 12 de noviembre de 2010 en que se observaron más individuos de los que se oyeron. En el muestreo del 13 de noviembre de 2010 ambos tipos de registros fueron semejantes (Figura 5). Un detalle interesante es que durante el mes de agosto de 2010, los registros se correspondieron con animales observados únicamente (no se registraron animales en actividad de vocalización), a excepción de la sección del 06 de agosto en que se registraron

auditivamente dos individuos.



Figura 5. Número total de individuos de *Vitreorana antisthenesi* y discriminados por tipo de registros: directos (**observados**) e indirectos (**oídos**) para cada sesión de muestreo en la Hacienda La Guáquira, Edo Yaracuy.

En términos de las clases de edad podemos ver la variabilidad temporal en sus números (Figura 6). Los juveniles hacen su aparición durante la parte media de la temporada de lluvias, con algunos individuos presentes durante el final de esta estación y sus números siempre están por debajo del de los adultos, a excepción de muestreo del 13 de noviembre de 2010 en que ambos valores fueron semejantes.

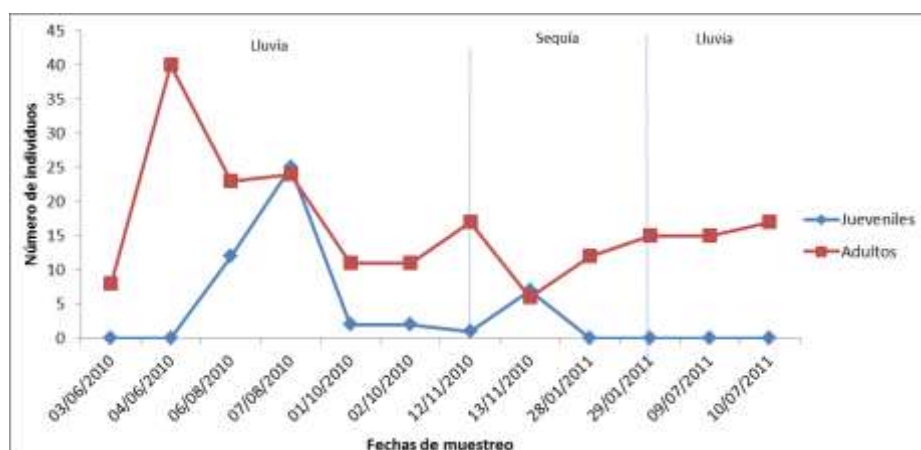


Figura 6. Número de individuos adultos y juveniles de *Vitreorana antisthenesi* por sesión de muestreo.

En términos estacionales, el tamaño poblacional es mayor en la estación

húmeda del año 2010 que en los meses de salida de lluvias del mismo año (octubre y noviembre). Sin embargo, los valores de abundancia no aumentaron durante la estación lluviosa del 2011, al menos no durante el mes en que se evaluó la población (Figura 5 y 6).

El promedio del total de individuos registrados por unidad de área durante el muestreo fue de  $27,55 \pm 13,07$  ind/100 m<sup>2</sup> (n = 248), el promedio para lluvia de 2010 fue de  $17,55 \pm 9,47$  ind/100 m<sup>2</sup> (n = 158) para sequía de 2010 fue  $6,44 \pm 1,29$  ind/100 m<sup>2</sup> (n = 58) y para lluvia 2011 fue de  $3,55 \pm 2,12$  ind/100 m<sup>2</sup> (n = 32).

No se encontraron relaciones positivas entre a) el porcentaje de humedad relativa y el número de individuos (totales:  $r = -0,03$ ;  $p = 0,941$ ;  $n = 116$ ; observados:  $r = 0,50$ ;  $p = 0,202$ ;  $n = 35$ ; oídos:  $r = -0,31$ ;  $p = 0,440$ ;  $n = 81$ ;) (Figura 7) y b) la temperatura del aire y el número de individuos (totales:  $r = -0,02$ ;  $p = 0,764$ ;  $n = 116$ ; observados:  $r = -0,43$ ;  $p = 0,293$ ;  $n = 35$ ; oídos:  $r = 0,16$ ;  $p = 0,704$ ;  $n = 81$ ) (Figura 8).

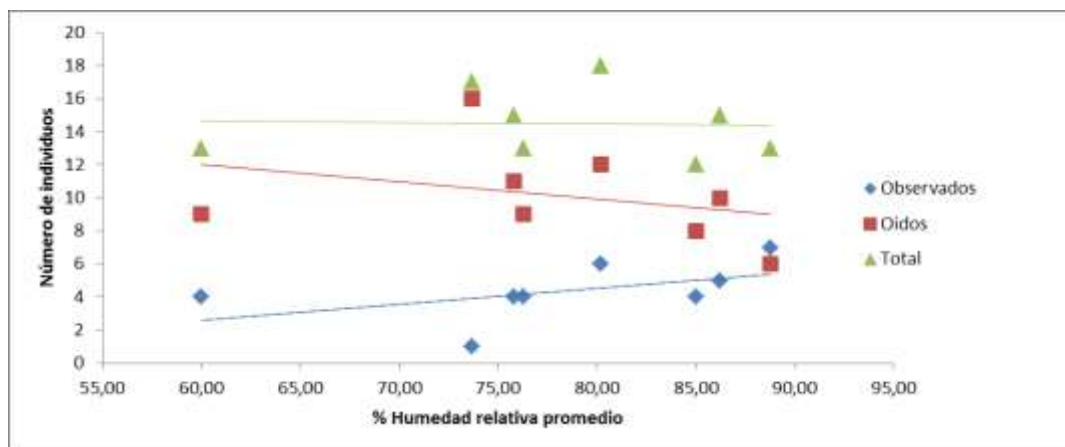


Figura 7. Número total de individuos de *Vitreorana antisthenesi* y discriminados por el tipo de registros: directos (**observados**) e indirectos (**oídos**) en función del porcentaje de humedad relativa promedio.

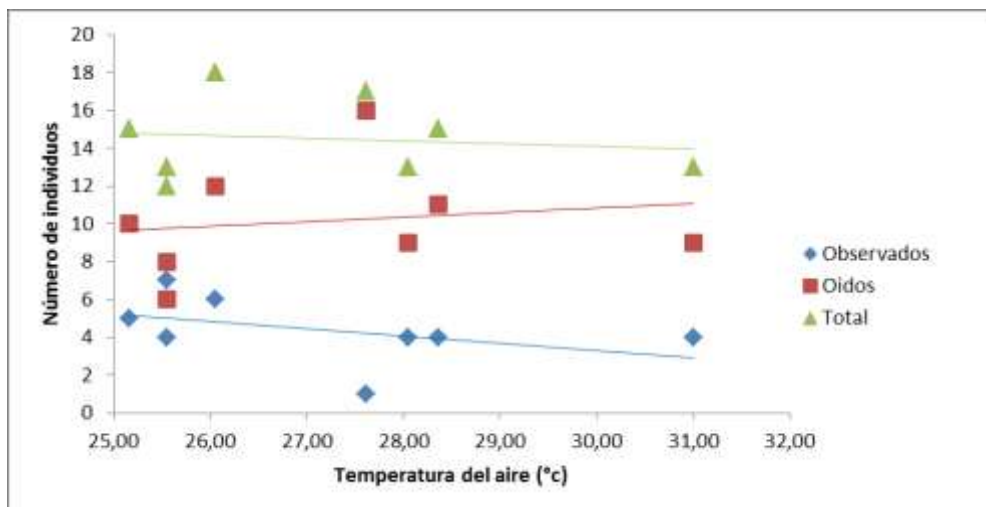


Figura 8. Número total de individuos de *Vitreorana antisthenesi* y discriminados por el tipo de registros: directos (**observados**) e indirectos (**oídos**) en función de la temperatura del aire (°C).

La regresión múltiple entre los valores de abundancia y las variables esfuerzo de registro (horas/hombre), humedad relativa (%) y la temperatura del agua (°C) no arrojó valores significativos ( $r = 0,614$ ;  $F = 0,807$ ,  $p = 0,552$ ).

### Distribución espacial y uso del hábitat

Los individuos de *Vitreorana antisthenesi* no se distribuyeron espacialmente de manera homogénea a lo largo de la transecta de estudio (Figura 9). Al inicio de la transecta (0 - 30 m) se registró el mayor número de animales, seguido de otra concentración de individuos de menor magnitud entre los 100 y 200 m. En algunos tramos de la quebrada se observaron individuos dispersos y en otros lugares fue notable la ausencia de ellos.

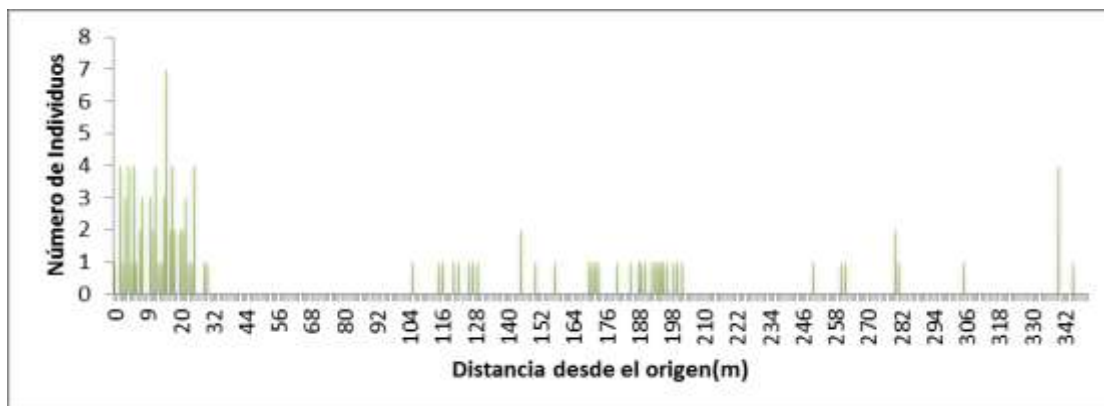


Figura 9. Número de individuos de *Vitreorana antisthenesi* registrados a lo largo de la transecta de 350 m a lo largo de la quebrada, durante todo el período de muestreo(n=110).

En la Tabla 2, se muestran los resultados del análisis del vecino más cercano, en donde se observa que el patrón predominante durante el período de muestreo fue el aleatorio, y la media de las distancias del vecino más cercano varió de 1,03 a 10,67 m; el segundo patrón de distribución predominante fue el de máxima agregación, en donde la media de las distancias del vecino más cercano en esta distribución varió de 0,38 a 0,90 m.

Tabla 2. Análisis del vecino más cercano de los individuos registrados por fecha de muestreo mediante el método de Clark y Evans (1954). N: número de individuos por muestreo, ra: media de las distancias de vecino más cercano observados, R: la medida en que la distribución observada se aparta de la distribución al azar, c: variable aleatoria normal de la curva normal para determinar el grado de significancia del R calculado, los valores de c crítico (c = 1,96 y c = 2,58)

| Fecha      | N  | ra(m) | Clark y Evans |       |                   |
|------------|----|-------|---------------|-------|-------------------|
|            |    |       | R             | c     | Patrón            |
| 03/08/2010 | 33 | 2,14  | 0,75          | -2,73 | Aleatorio         |
| 04/08/2010 | 49 | 1,03  | 0,47          | -7,50 | Aleatorio         |
| 12/11/2010 | 6  | 10,67 | 1,61          | 2,87  | Aleatorio         |
| 13/11/2010 | 7  | 0,38  | 0,07          | -4,38 | Máxima agregación |
| 28/01/2011 | 4  | 4,25  | 0,52          | -1,82 | Aleatorio         |
| 01/07/2011 | 5  | 0,90  | 0,12          | -3,75 | Máxima agregación |

Los individuos se encontraron significativamente en mayor proporción en el

margen derecho de la quebrada (61,72%), en el sentido aguas abajo ( $\chi^2 = 7,03$ ;  $p = 0,008$ ;  $n = 128$ ) (Figura 10). Pero si observamos por fecha de muestreo, en las tres primeras sesiones de muestreo se registraron mayor número de individuos en el margen derecho de la quebrada y este patrón se invirtió en las tres siguientes sesiones de trabajo, también notamos que a partir del mes de noviembre de 2010 no se observaron individuos en el margen izquierdo de la quebrada (Figura 11). Si observamos el comportamiento según la estacionalidad, vemos que en el margen izquierdo de la quebrada solo se registraron individuos en el período de lluvias 2010, mientras que en el margen derecho en los 3 períodos evaluados se registraron individuos (Figura 12).



Figura 10. Porcentaje de individuos de *Vitreorana antisthenesi* en función de su ubicación con respecto al margen de la quebrada ( $n = 128$ ). No se observaron residuales estandarizados que generasen diferencias significativas.

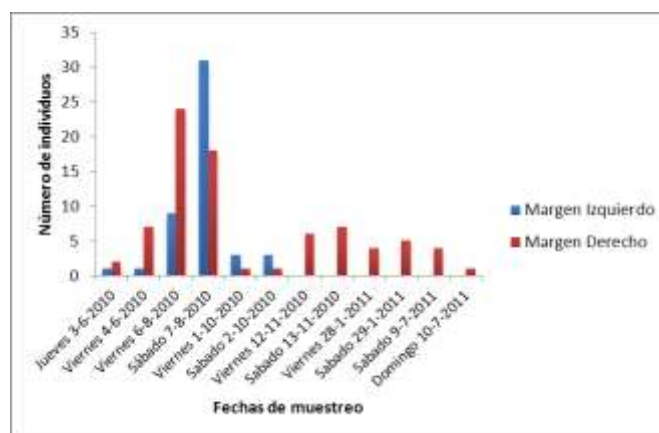


Figura 11. Número de individuos por fecha de muestreo en función de su ubicación con respecto al margen de la quebrada ( $n=128$ ).

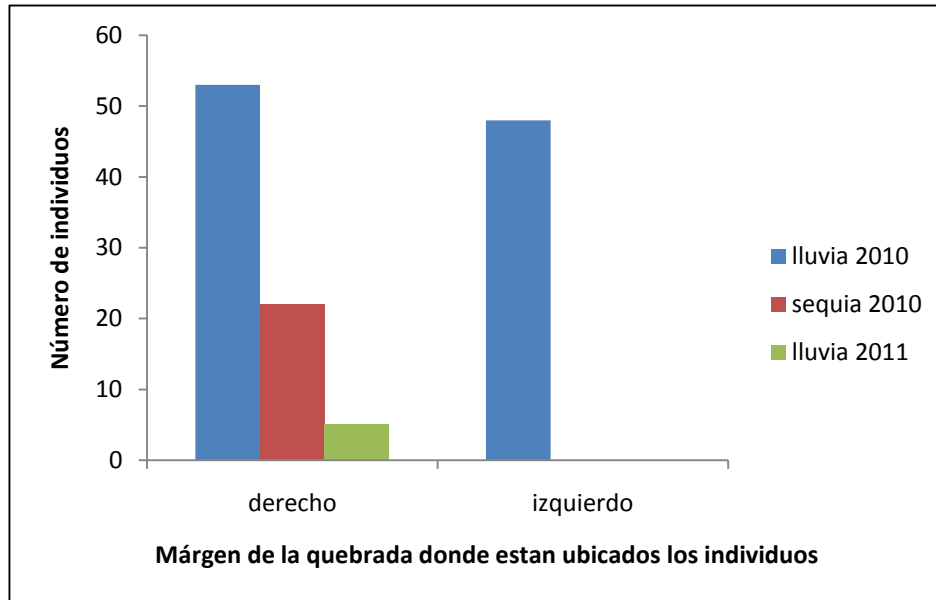


Figura 12. Número de individuos de *Vitreorana antisthenesi* en función de su ubicación con respecto al margen de la quebrada por periodo del año (n=128).

El ancho de la quebrada los sitios donde se registraron los diferentes individuos de *Vitreorana antisthenesi* varió entre uno y seis metros (Figura 13). La mayor proporción de individuos (80,2%) estuvieron ubicados en la franja de la quebrada comprendida entre uno y cuatro metros de ancho; anchos menores y mayores a estos valores presentaron el porcentaje restante de individuos. Estas diferencias fueron significativas ( $\chi^2 = 57,5$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 116$ ).

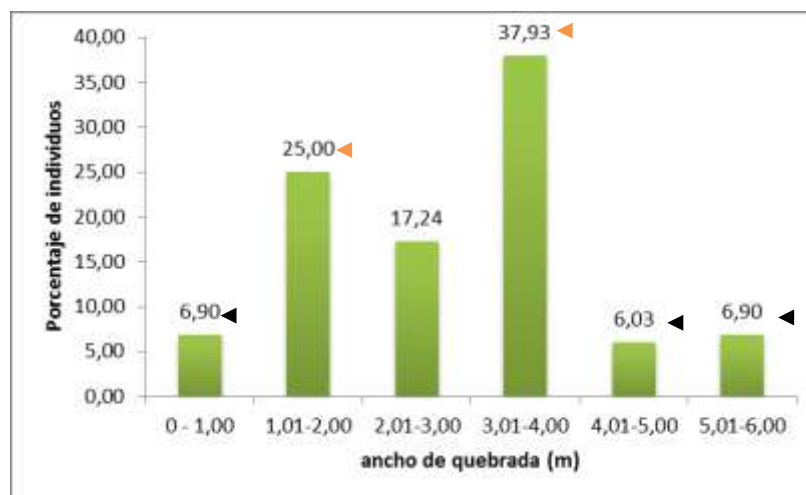


Figura 13. Porcentaje de individuos de *Vitreorana antisthenesi* en función del ancho de la quebrada (n = 116).

Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color

naranja, negativas color negro).

En cuanto a la posición horizontal de los individuos respecto a borde de la quebrada no se encontraron diferencias significativas ( $\chi^2 = 3,9$ ;  $p = 0,145$ ;  $n = 128$ ) entre las categorías evaluadas. Aunque una leve mayoría de los individuos (39,8%) se encontró en la vegetación ubicada fuera de la quebrada (de la orilla hacia la montaña), seguida de un buen porcentaje de individuos que se ubicaron justo en la orilla (34,38%), el resto se ubicaron en sitios dentro de la quebrada. Ninguno de los estratos generó diferencias significativas (Figura 14).

Cuando analizamos el comportamiento generado por la estacionalidad, vemos solo en lluvias de 2010 se utilizaron todas las ubicaciones en una gran proporción, lo contrario en la sequía de 2010. Mientras que en sequía de 2011 solo se observó animales en sitios de orilla (Figura 15).

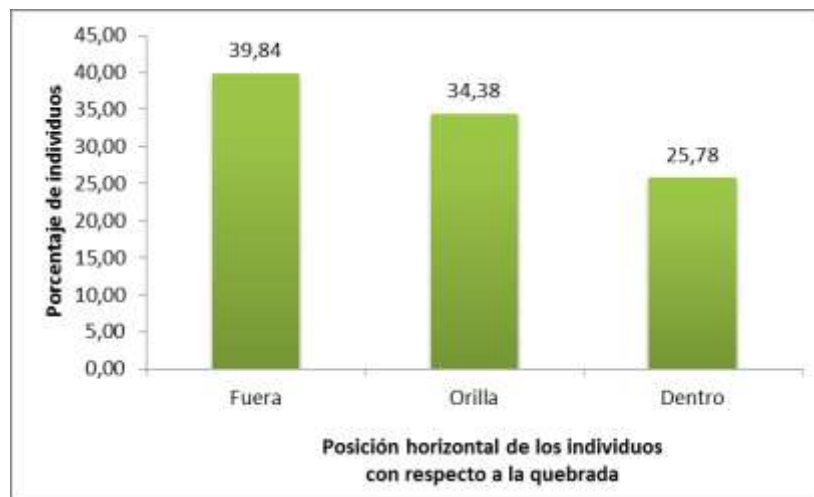


Figura 14. Porcentaje de individuos de *Vitreorana anthistenesi* registrados de acuerdo a tres categorías relacionadas con la posición horizontal respecto al borde de la quebrada ( $n = 128$ ).

No se observaron residuales estandarizados que generasen diferencias significativas.

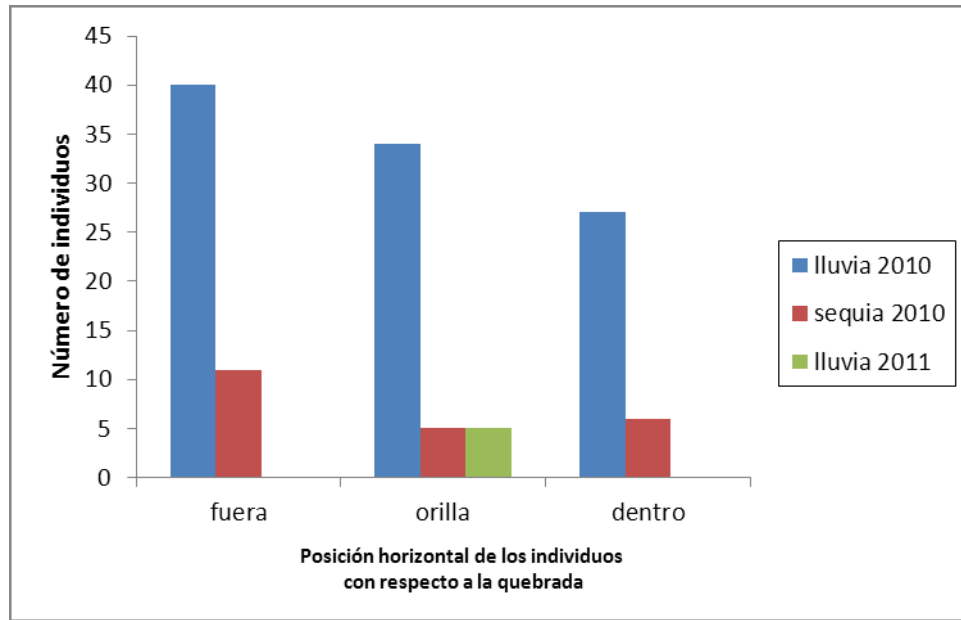


Figura 15. Número de individuos de *V. anthistenesi* de acuerdo a su posición horizontal con respecto al borde de la quebrada por periodo de muestreo(n=128).

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de individuos en función de la profundidad de la lámina de agua ( $\chi^2 = 161,24$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 116$ ). Más de la mitad de los individuos evaluados (57,8%) se ubicaron en zonas de la quebrada en donde la lámina de agua no estaba presente y predominaba el sustrato rocoso, el resto de los individuos se ubicó en sitios con profundidades que variaron entre 4 y 50 cm (Figura 16). Si observamos el comportamiento según la estacionalidad, vemos que en el periodo de lluvia 2010 se registraron individuos en todos los estratos, por el contrario, en la época de lluvia 2011 solo se registraron individuos en zonas de la quebrada con ninguna lámina de agua (Figura 17).

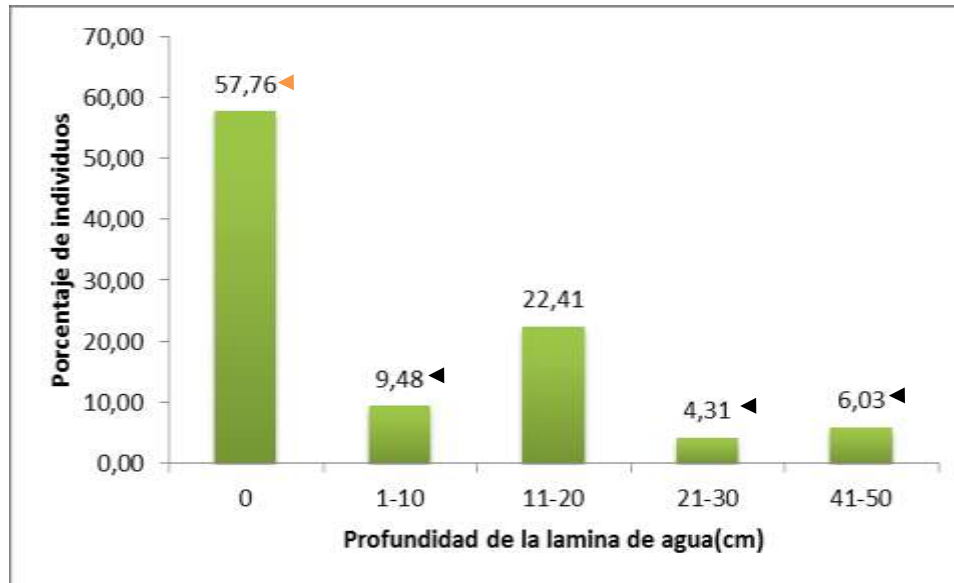


Figura 16. Porcentaje de individuos de *Vitreorana antisthenesi* en función de la profundidad de la lámina de agua (n =116). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

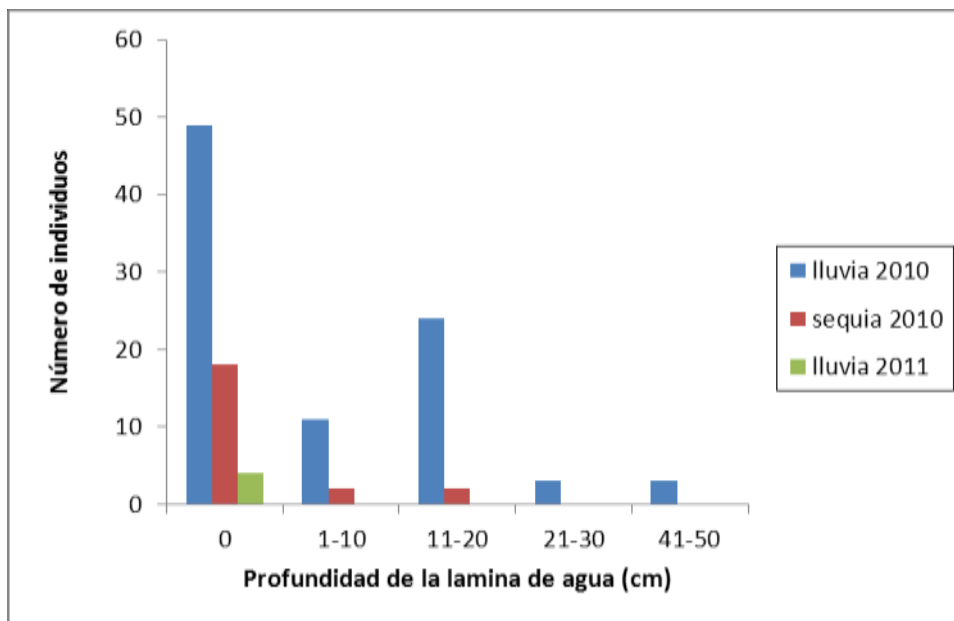


Figura 17. Número de individuos de *V. anthisthenesi* en función de la profundidad de la lámina de agua por periodo de muestreo(n=116).

Por su parte, los individuos utilizan de manera diferencial el espacio vertical ( $\chi^2 = 156$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 128$ ), encontrándose individuos desde el nivel del suelo hasta alturas de más de 5 m. Pero la mayoría de ellos (52,34%) usan el intervalo de 0 a 1 m, seguido por aquellos ubicados en el estrato superior siguiente (28,91%), mientras que el resto de los estratos de altura tiene menos del 10% de los individuos registrados cada uno. (Figura 18).

Observando el comportamiento según la estacionalidad, vemos que tanto en el periodo lluvia 2010 como en sequía 2010 el mayor número de individuos se registraron entre los 0 y los 2 m de altura, por el contrario en el periodo de lluvia 2011 los individuos se registraron entre los 3 y 5 m de altura (Figura 19).

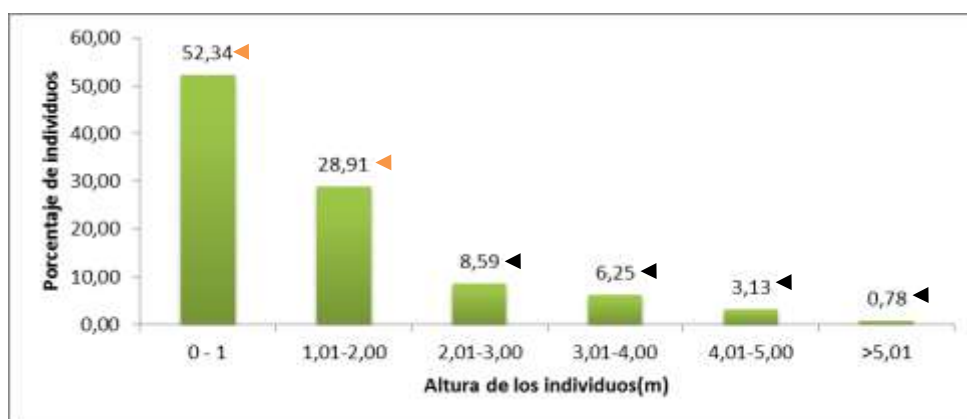


Figura 18. Porcentaje de individuos de *Vitreorana anthistenesi* registrados (Observados) a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua ( $n = 128$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

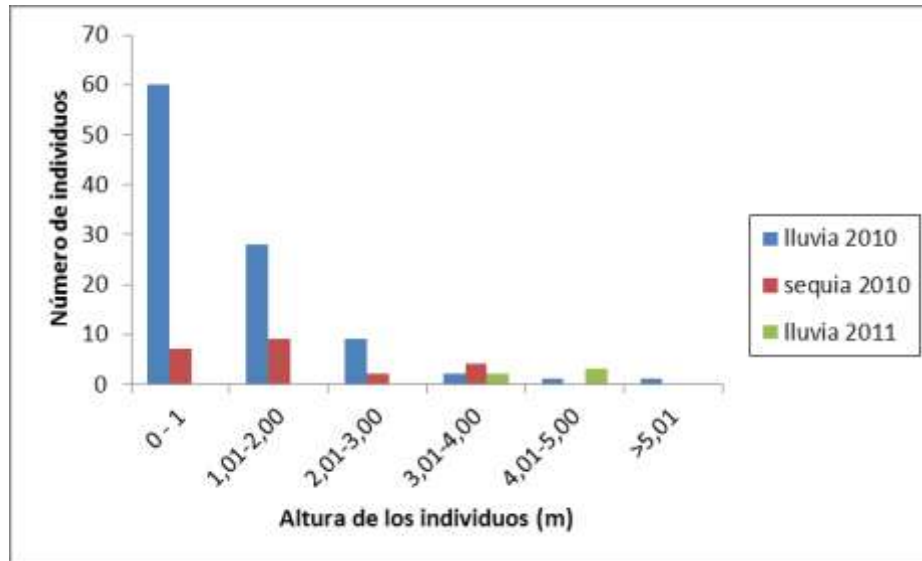


Figura 19. Número de individuos registrados a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo(n=128).

Todos los individuos se encontraron sobre plantas vivas, sin embargo hubo un uso diferencial y significativo de ellas ( $\chi^2 = 157,94$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 128$ ). La especie de mayor uso como sustrato fue una del género *Cyclanthus* (70,3%), seguida por un representante del género *Acalypha* (25,0%), las dos especies restantes fueron usadas ocasionalmente (Figura 20).

Se observa que solo en la especie del género *Acalypha* se registraron individuos en los tres periodos estacionales monitoreados, con un mayor uso en la época seca de 2010, mientras que *Cyclanthus* fue utilizado en mayor proporción en la estación de lluvias del mismo año. Solo en el periodo de lluvia 2011 se registraron individuos en plantas del género *Heliconia* (Figura 21).



Figura 20. Porcentaje de individuos de *Vitreorana antisthenesi* por tipo de planta donde se ubican (n =128). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

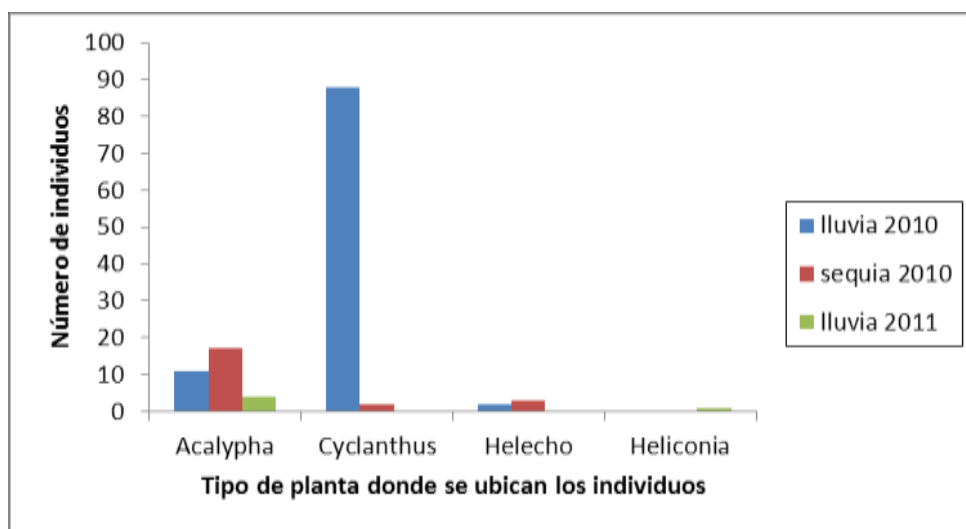


Figura 21. Número de individuos de *V. anthistenesi* con respecto al tipo de planta donde se ubican por período de muestreo (n=128).

La mayoría de los individuos registrados (85,16%) no vocalizaban al momento de su avistamiento (Figura 22), observándose diferencias significativas ( $\chi^2 = 63,3$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 128$ ). Este patrón varió durante las sesiones de muestreo, observando la gráfica según la estacionalidad (Figura 23), vemos que solo en el período de lluvia 2011 se registró la mayor cantidad de individuos vocalizando, en

los otros dos períodos de muestreo (lluvia 2010 y sequía 2010) fueron menos los individuos que vocalizaban.

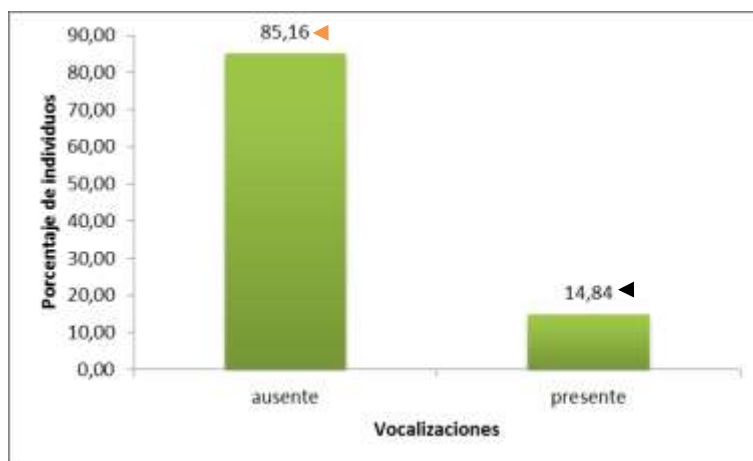


Figura 22. Porcentaje de individuos machos de *Vitreorana antisthenesi* registrados en actividad de vocalización (n=128). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

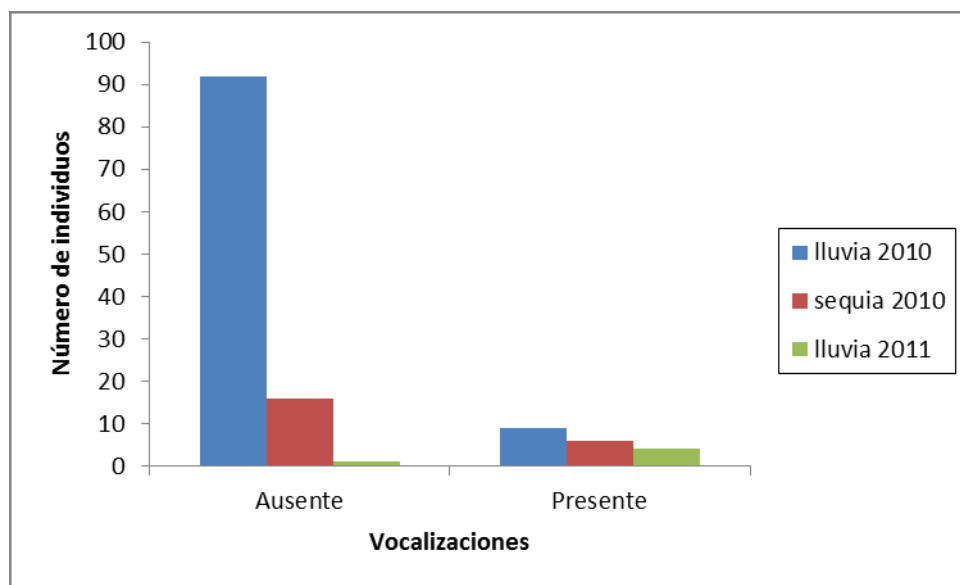


Figura 23. Número de individuos machos de *Vitreorana antisthenesi* registrados en actividad de vocalización por periodo de muestreo (n=128).

## Caracterización de sitios de puesta y nidadas

Durante todos los meses de muestreo se observaron puestas en el sitio de estudio, variando entre 7 y 24 puestas, registrándose  $12 \pm 5,50$  puestas por mes (7- 24 puestas). El mayor número de puestas ocurrió durante el mes de noviembre del 2010 (24) y el menor registro fue en agosto del mismo año (7) (Figura 24).

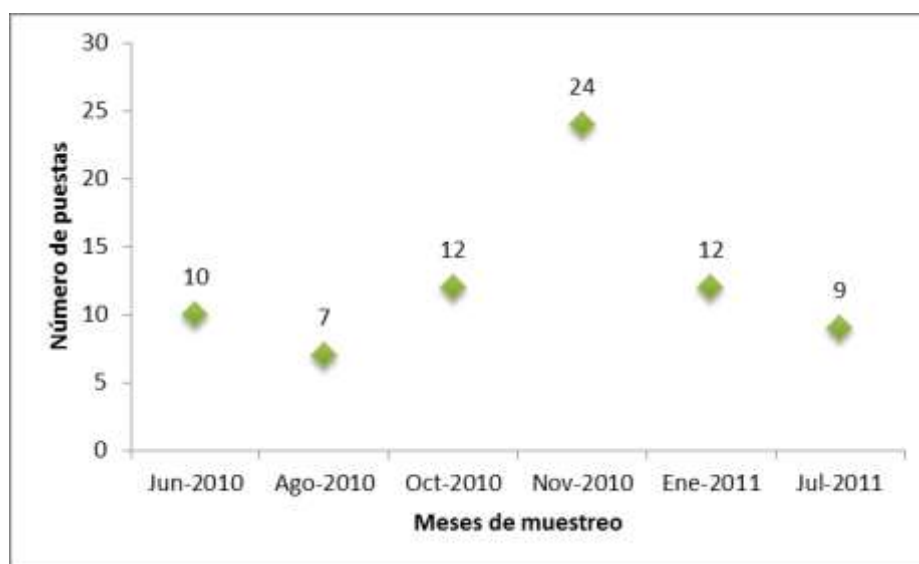


Figura 24. Número total de puestas de *Vitreorana antisthenesi* registradas durante el período de muestreo.

La mayoría de las puestas (89.71%) se encontraban en buenas condiciones, el resto de ellas presentaron indicios del efecto de la presencia de parásitos, enfermedades o evidencias de depredación (Figura 25). Estas diferencias fueron significativas ( $\chi^2 = 97,4$ ,  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ). En todas las estaciones climáticas evaluadas la mayoría de las puestas estuvieron en buenas condiciones (Figura 26), pero el mayor porcentaje de depredadas fue en la sequía de 2010 y el mayor valor para las puestas enfermas en la estación húmeda del mismo año.

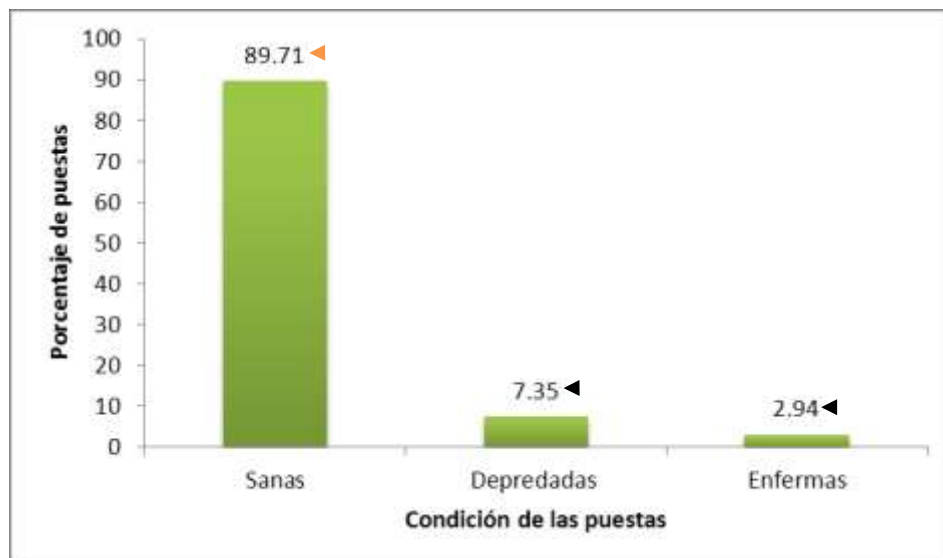


Figura 25. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su condición (n = 74). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

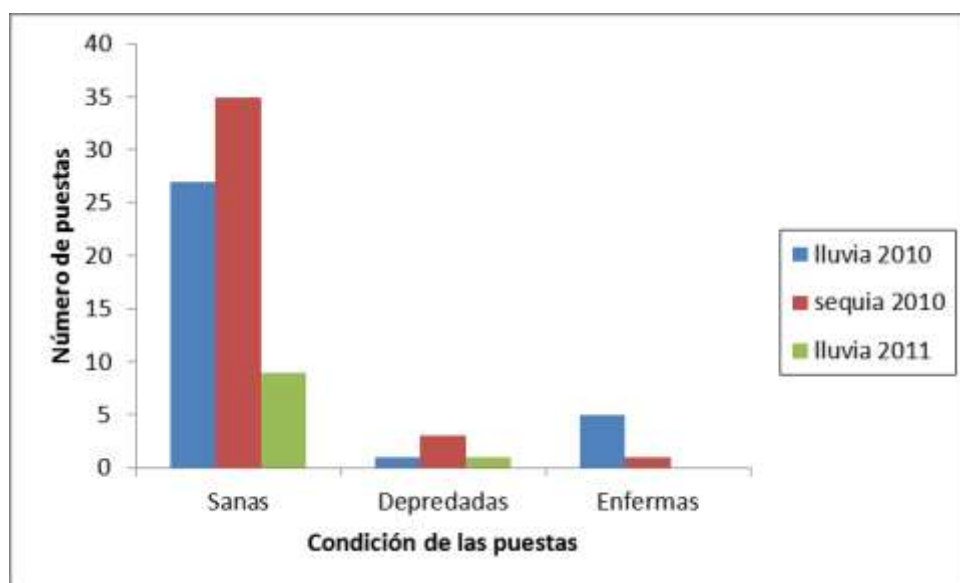


Figura 26. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su condición por periodo de muestreo (n=74).

Se encontraron diferencias significativas en la ubicación de la puesta en la hoja ( $\chi^2 = 46,1$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ), con la mayoría de ellas ubicadas en la cara superior o haz de la hoja (91,2%), tan solo seis puestas se encontraron en el envés o cara inferior de la hoja (Figura 27). En todos los periodos de muestreo se registraron mayor cantidad de puestas en el haz de las hojas, sin embargo hay que destacar que en el periodo de lluvia 2011 fue donde se registraron mayor cantidad de individuos en el envés (Figura 28).



Figura 27. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su ubicación en la hoja ( $n = 74$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

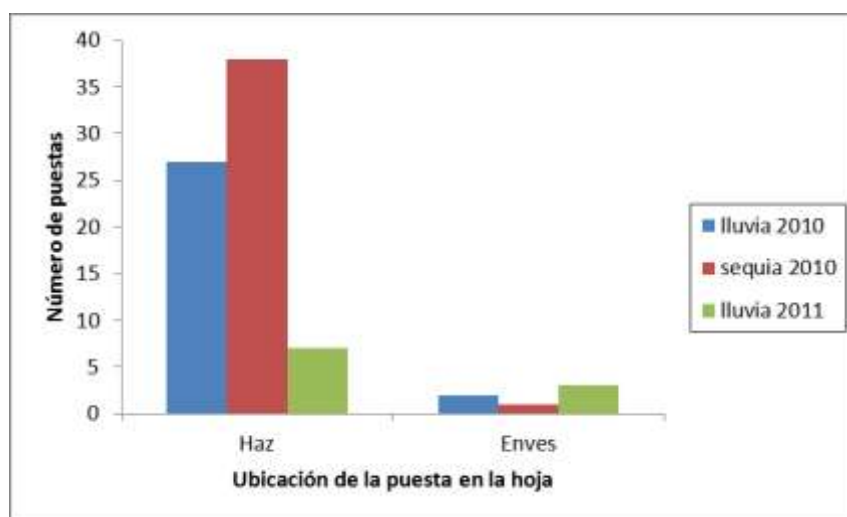


Figura 28. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su ubicación en la hoja por periodo de muestreo ( $n=74$ )

Las puestas estuvieron ubicadas diferencialmente en tres especies de plantas ( $\chi^2 = 94,0$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ), con la mayor proporción de las puestas localizadas en hojas de plantas del género *Acalypha* (88,24%), seguidas de un 10,29% y un 1,47% en hojas de los géneros *Bauhinia* y *Cyclanthus*, respectivamente (Figura 29). *Acalypha* fue más utilizada como sustrato durante la sequía y lluvia del 2010, mientras que *Bauhinia* fue la única especie utilizada para depositar las puestas en el período de lluvias de 2011 (Figura 30).

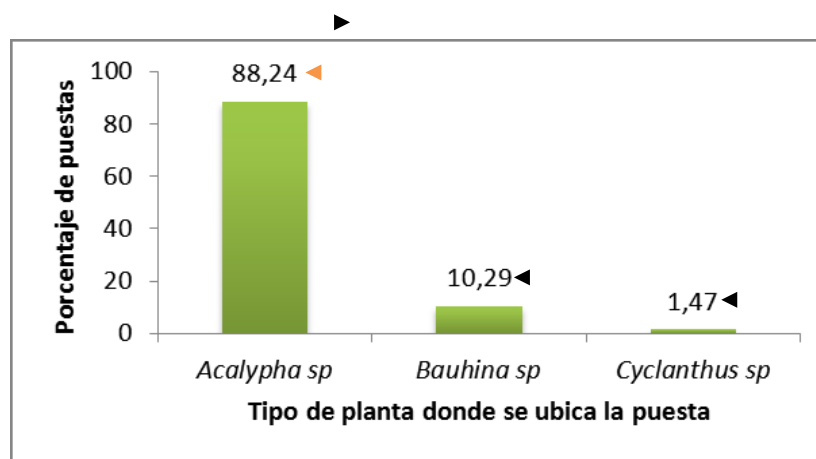


Figura 29. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de la especie de planta donde se ubicaron las mismas ( $n = 74$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

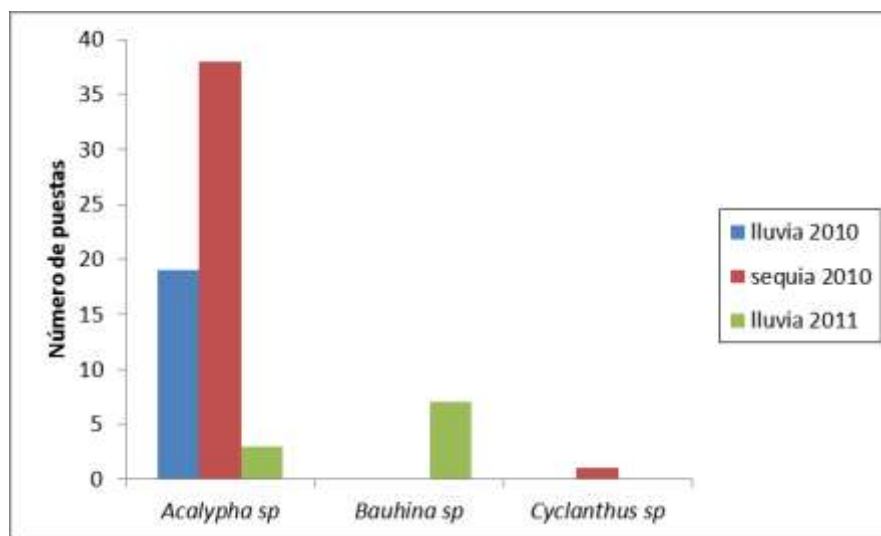


Figura 30. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de la especie de planta donde se ubicaron las mismas por periodo de muestreo ( $n=74$ )

Las puestas fueron encontradas mayoritariamente (88.24%) sobre la vegetación ubicada en el margen derecho de la quebrada ( $\chi^2 = 39,8$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ) (Figura 31), sin importar el período climático muestreado (Figura 32).



Figura 31. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del margen de la quebrada donde se encontraban ( $n = 74$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

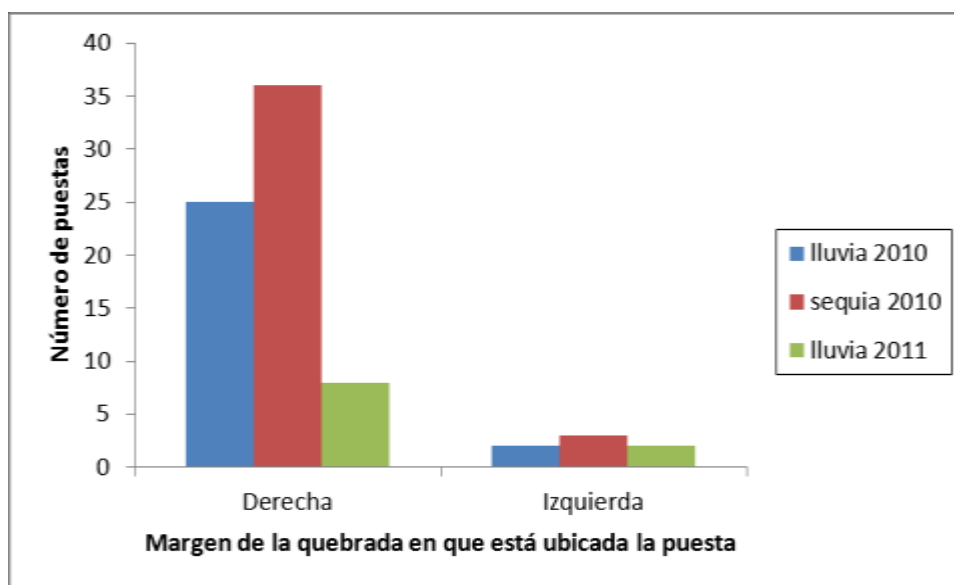


Figura 32. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del margen de la quebrada donde se encontraban las mismas por periodo de muestreo ( $n=74$ )

Preferencialmente las puestas estaban ubicadas en zonas de la quebrada

con un ancho que variaba entre 1 – 4 m ( $\chi^2 = 33,4$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ), evitando en lo posible los extremos (Figura 33). Un patrón semejante se observó estacionalmente (Figura 34).

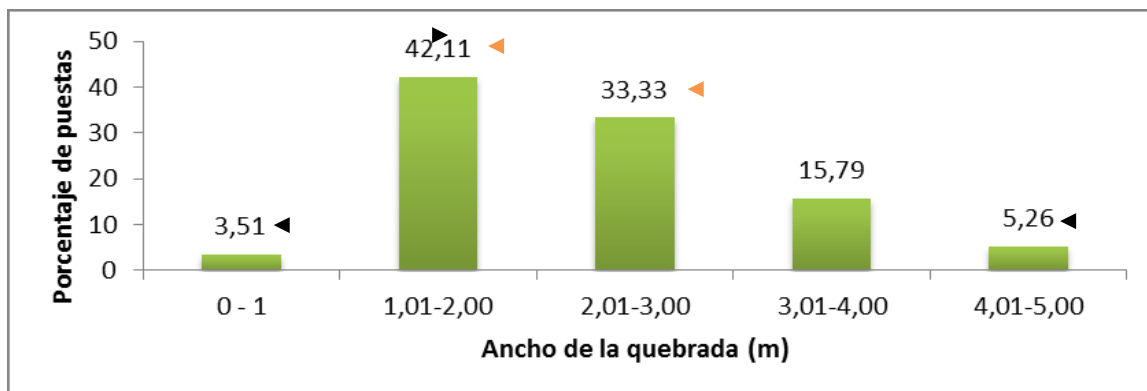


Figura 33. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del ancho de la quebrada donde se encontraban ( $n = 74$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

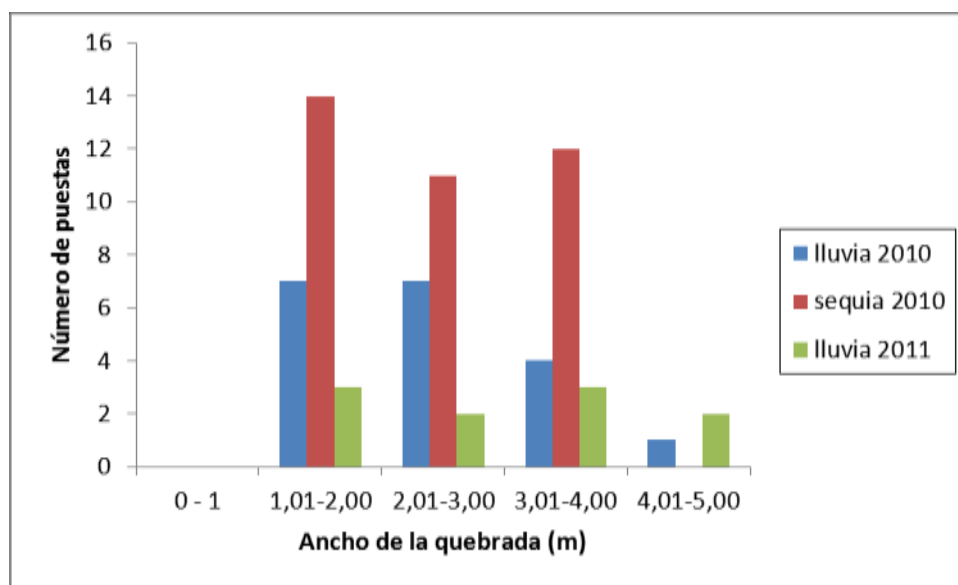


Figura 34. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del ancho de la quebrada donde se encontraban por periodo de muestreo ( $n=74$ )

Las puestas fueron registradas en alturas diferentes ( $\chi^2 = 27,2$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ), entre los 0,20 y 5 m, con un predominio de aquellas ubicadas en el estrato

que va de 1 a 3 m (67,7%), preferencialmente en el estrato 1.2 m y evitando las alturas mayores a los 4 metros (Figura 35). Estacionalmente la mayoría de las puestas están entre 1 y 4 metros en todos los períodos evaluados, pero los mayores valores ocurren en los sustratos ubicados entre 1 y 2 metros (Figura 36).



Figura 35. Porcentaje de puestas de *Vitreorana anthisthenesi* registradas a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua (n = 74). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

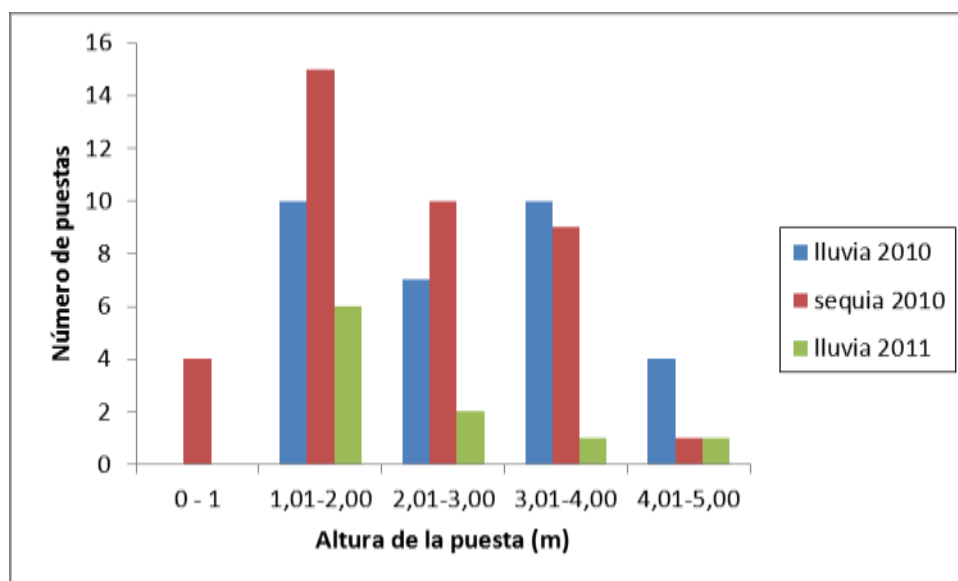


Figura 36. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* registradas a diferentes alturas con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo (n=74)

El 72,73% de las puestas estuvieron ubicadas preferencialmente en posiciones dentro de la quebrada (de la orilla hacia el centro de la quebrada), seguidas por un 19,70% sobre la orilla y un 7,58% fuera del curso de agua, esta última ubicación fue utilizada en menor proporción que lo esperado (Figura 37). Estas diferencias fueron significativamente diferentes ( $\chi^2 = 47,6$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ). En los tres periodos de muestreo predominaron las puestas en posiciones dentro de la quebrada, seguidos de aquellas ubicadas en la orilla. Resulta interesante que durante los dos períodos de lluvias se observaron puestas fuera de la corriente, probablemente producto de disminución del caudal del agua (Figura 38).

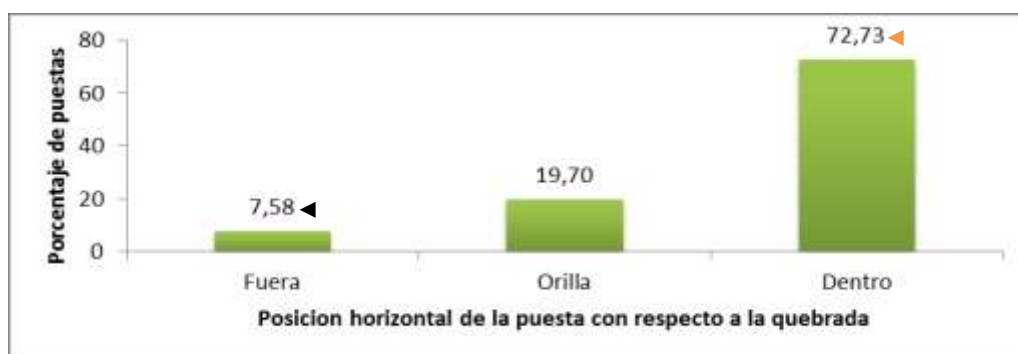


Figura 37. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su posición horizontal con respecto al cuerpo de agua ( $n = 74$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

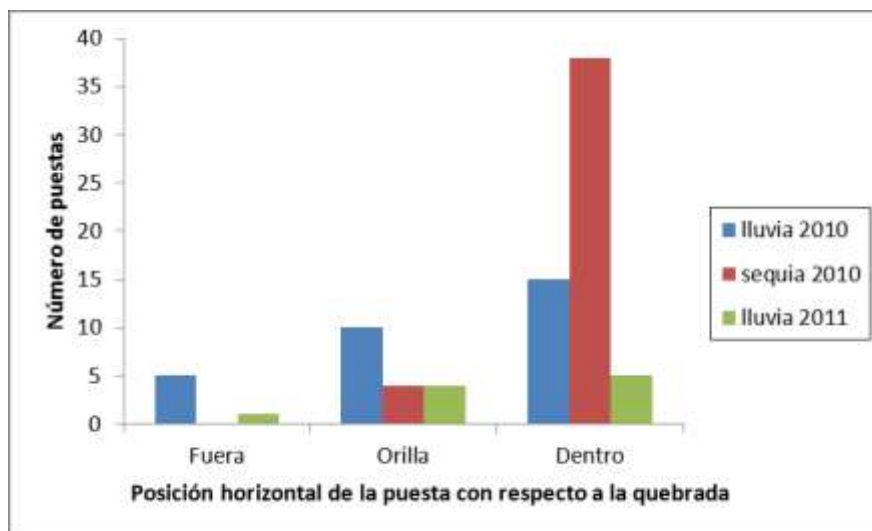


Figura 38. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de su posición horizontal con respecto al cuerpo de agua por periodo de muestreo ( $n=74$ )

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de puestas en función de la profundidad de la lámina de agua ( $\chi^2 = 43,24$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 77$ ). Un alto porcentaje de las puestas evaluadas (31,17%) se ubicaron en zonas de la quebrada en donde la lámina de agua no estaba presente y predominaba el sustrato rocoso, pero justo en la orilla del cuerpo de agua, el resto de puestas se ubicaron en sitios con profundidades que variaron entre 1,1 y 20 cm mayoritariamente (Figura 39). Si observamos el comportamiento según la estacionalidad, vemos que en los períodos de lluvia 2010 y 2011 predominaron las puestas que se encontraban sustrato rocoso ausente de agua justo en la orilla. Por el contrario, en la época de sequía 2010 predominaron las puestas en zonas de la quebrada con una profundidad de 11-20 cm. (Figura 40).

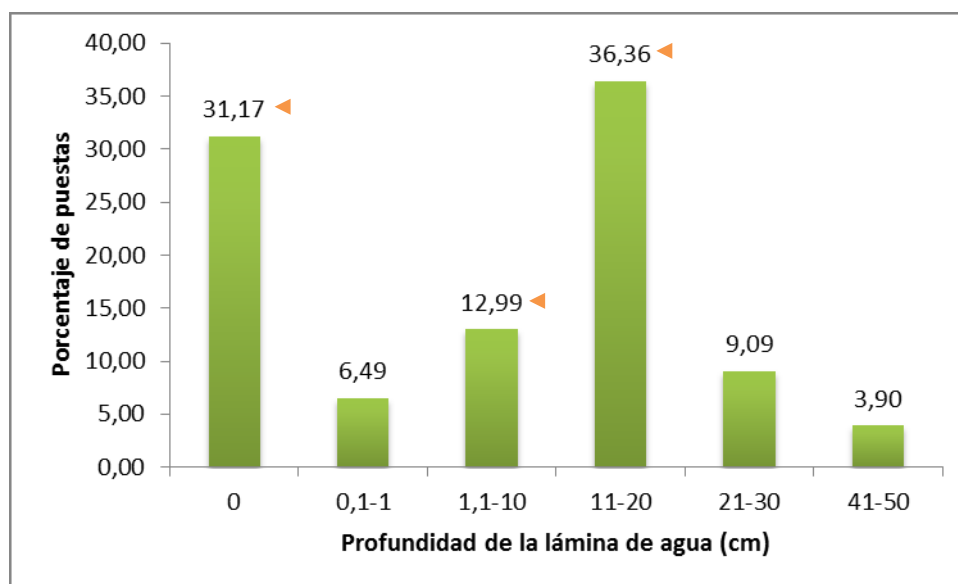


Figura 39. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función de la profundidad de la lámina de agua ( $n = 77$ ). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

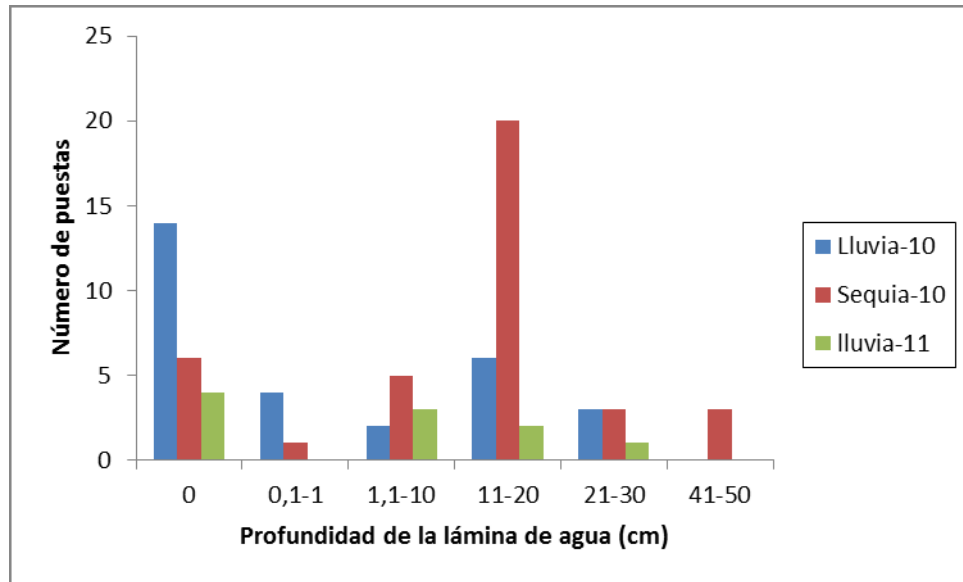


Figura 40. Número de puestas de *V. anthistenesi* en función de la profundidad de la lámina de agua por periodo de muestreo(n=77).

Con respecto a las dimensiones de las puestas las mismas fueron variables (1 - 14 cm<sup>2</sup>), con un predominio de las puestas con superficies de 6 a 8 cm<sup>2</sup> (27,9%), seguido por puestas con un área de 4 a 6 cm<sup>2</sup> (25,0%), las puestas más grandes fueron raras. ( $\chi^2 = 25,059$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 74$ ). (Figura 41). Con respecto a la estacionalidad se observa que durante el periodo de lluvia 2010 se registró la mayor cantidad de puestas con un diámetro promedio entre 6-8 cm<sup>2</sup>, difiriendo con la época de lluvia 2011 en donde se registraron mayor cantidad de puestas con un diámetro entre 10 y 12 cm<sup>2</sup>. Con respecto al periodo de sequía 2010 la mayor cantidad de puestas tenían un diámetro entre 4 y 6 cm<sup>2</sup> (Figura 42).

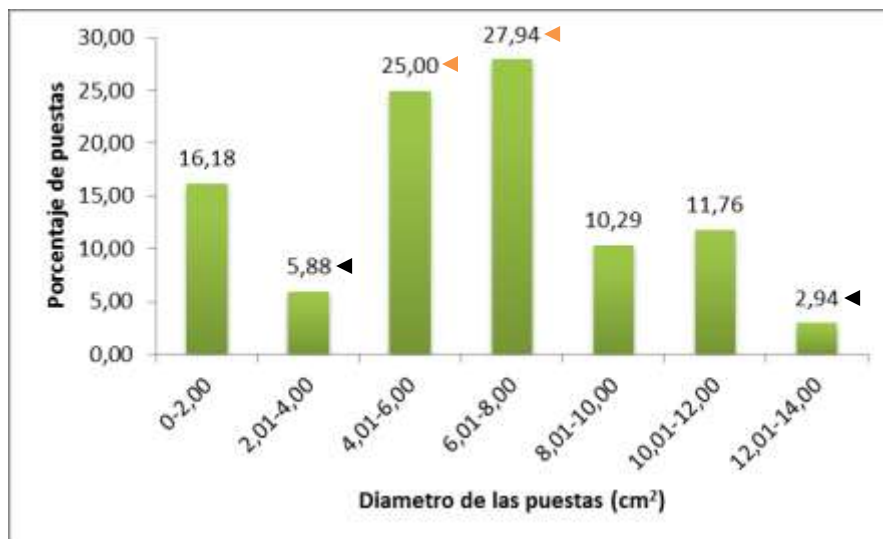


Figura 41. Área de las puestas de *Vitreorana anthistenesi* durante el periodo de muestreo (n=74). Las flechas en la gráfica indican aquellos estratos que generaron diferencias significativas (positivas color naranja, negativas color negro).

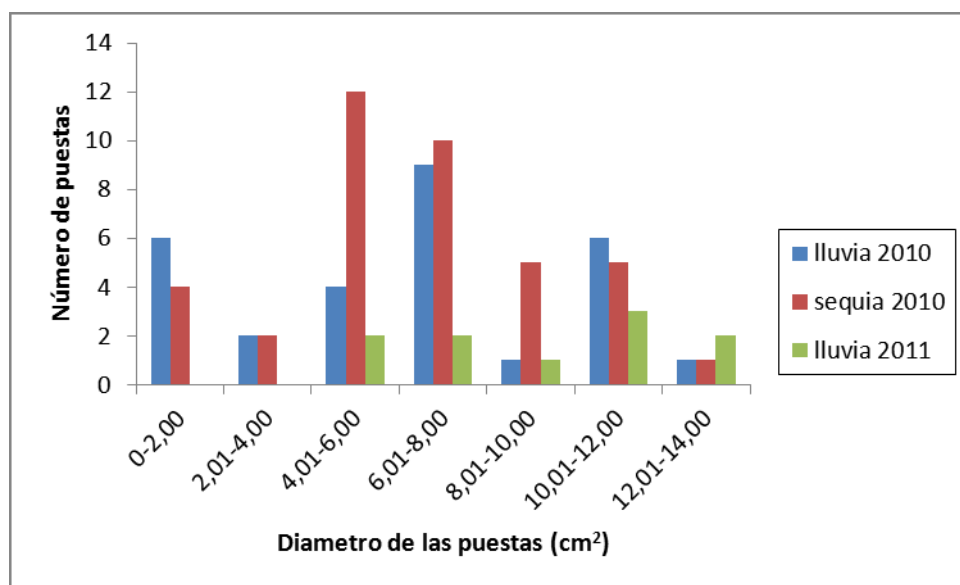


Figura 42. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del diámetro de las mismas por periodo de muestreo (n=74).

Los valores promedios de huevos por puesta por período de muestreo

fueron significativamente diferentes (Kruskall-Wallis: 35,35,  $p < 0,0001$ ), igualmente las pruebas a posteriori mann whitney bonferroni dieron significativamente diferentes. En de julio 2011 se registró en el mayor promedio de huevos por puesta (31,67  $\pm$  24;  $n = 9$ ), y en enero 2011 el menor promedio de huevos por puesta (7,33  $\pm$  3,28;  $n = 12$ ), con valores intermedios en el resto de los meses. La estacionalidad influye en el número promedio de huevos por puesta, en los meses correspondientes al periodo de sequía se registraron lo menores valores para esta variable (Figura 43).

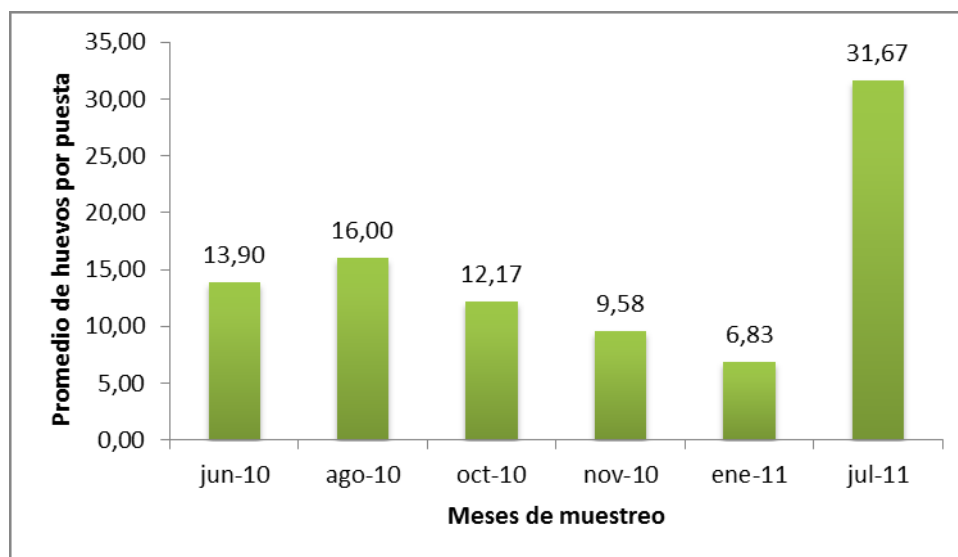


Figura 43. Promedio de huevos por puesta de *Vitreorana antisthenesi* con respecto a los meses de muestreo.

En relación a los estadios de desarrollo de las nidadas evaluadas ( $n = 63$ ), un buen porcentaje de ellas (25,40%) contenían embriones con estadios que variaban del 1 al 5 según Gosner (1960), lo cual implica que estaban relativamente recién ovipositados, seguido por un conjunto de nidadas (23,81%) cuyos embriones variaron entre los estadios 26 - 30 ( $\chi^2 = 2,95$ ;  $p = 0,565$ ,  $n=63$ ). (Figura 44). La estacionalidad también influye en el estado de desarrollo embrionario en que se registran las puestas, podemos observar que solo en Jun-10, Ago-10 y Jul-11 se registraron puestas en estadios 23-26, los cuales están próximos a dejarse

caer en la corriente de agua. Por su parte, durante Nov-10 y Ene-10 se registraron la mayor cantidad de puestas en estadios 1-5 (Figura 45).



Figura 44. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función a su estadio de desarrollo embrionario (n=63). No se observaron residuales estandarizados que generasen diferencias significativas

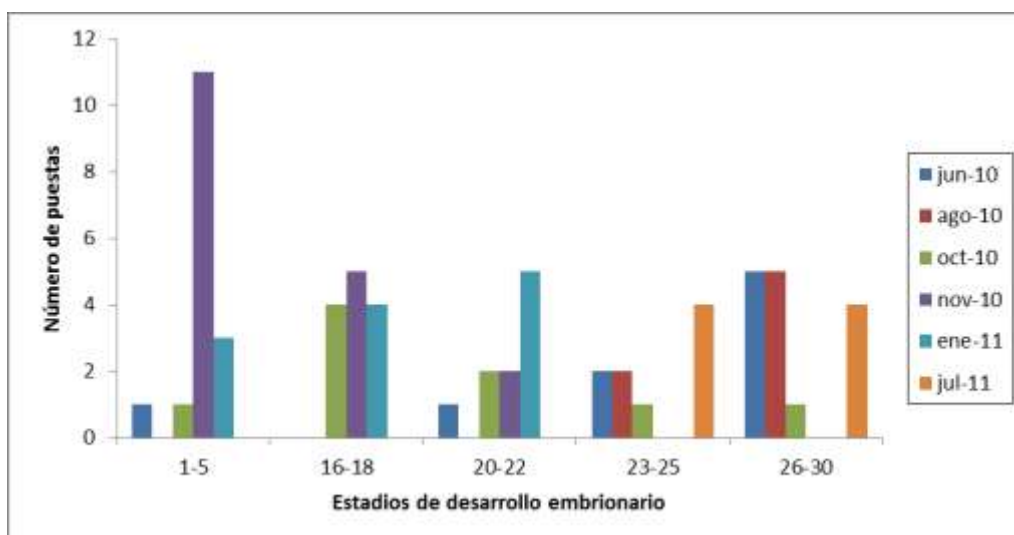


Figura 45. Número de puestas de *Vitreorana antisthenesi* en función del estadio de desarrollo embrionario (n=63).

No se registró ninguna actividad asociada a cuidado parental de las puestas por parte de alguno de los sexos, observándose diferencias significativas ( $\chi^2 = 68$ ,  $p = < 0,001$ ;  $n = 74$ ) (Figura 46).



Figura 46. Porcentaje de puestas de *Vitreorana antisthenesi* con cuidado parental ( $n = 74$ ).

## Discusión

Es poca la información disponible sobre la bioecología de los centrolénidos. Diversos autores han sugerido que la escasez de información se encuentra asociada a la dificultad para estudiar estas ranas en su hábitat natural, sumado a la ausencia de un acuerdo general respecto al estado taxonómico de muchas de las especies de esta familia (McDiarmid y Adler 1974, Señaris y Ayarzagüena 2005, Cisneros-Heredia y McDiarmid 2006, Kubicki 2007).

El presente trabajo constituye un aporte en este sentido, brindando información sobre la situación actual de la población de *Vitreorana antisthenesi*, en la localidad de la hacienda La Guáquira, estado Yaracuy.

La presencia de *Vitreorana antisthenesi* en la transecta estudiada (115 - 153 m de altura), es el registro a menor altitud reportado hasta los momentos, pues los reportes anteriores la señalan para alturas entre 220 y 1200 msnm (Señaris y Ayarzagüena 2005).

Los números poblacionales son variables en el tiempo, con mayores valores para la estación de lluvia (2010), lo cual concuerda con la dinámica poblacional reportada para la familia Centrolenidae, con mayores tamaños poblacionales en la estación húmeda y una disminución drástica en la estación seca (Restrepo y Naranjo, 1999; Kubicki, 2007).

Se registraron 27,55 ind/100m<sup>2</sup> (708 ind/km), lo cual estaba por encima de lo reportado por Villa, (1984) para la especie *Hyalinobatrachium fleishmanni* 42,3 ind/km, así como para *Cochranella ignota* con 271,3 ind/km reportado por Restrepo y Naranjo (1999) y para *C. daidaleum* con 263 ind/km por Cardozo (2009). Sin embargo estaban por debajo de valores reportados para las especies *H. fleishmanni* (4700 ind/km) y *C. prosoblepon* (3213 ind/km) (Jacobson 1985), y para *H. tatayoi* 1300 ind/km por Cardozo (2009).

Por otra parte, el reclutamiento de juveniles (Foto 2) a la población ocurre en la estación de lluvia. Esto contribuye al incremento poblacional observado en esta estación climática, al igual que el mayor número de machos vocalizantes en esta estación climática. Sin embargo, contrastan los pocos registros de individuos durante el período lluvioso de 2011, quizás debido a que los muestreos se hicieron a finales de la estación húmeda y no en el pico de la estación de lluvias (junio, julio y agosto).

En algunos muestreos (agosto 2010) se observaron mayor cantidad de individuos que los que vocalizaban, lo cual no es lo acostumbrado a observar en los representantes de esta familia (foto 3). Este hecho puede deberse a la ausencia de vocalización de los machos durante esos dos días de muestreo, quizás por la ocurrencia de bajas en la humedad durante y previo a dichas fechas cuando los individuos reducen su actividad tal como ha sido reportado por Kubicki (2007). Aunado al mayor uso de los estratos ubicados en los dos primeros metros de altura por parte de los individuos.

La ausencia de relaciones entre el porcentaje de humedad relativa, la temperatura del aire y el número de individuos registrados (totales, observados u oídos) contrasta con lo señalado en la literatura. Kubicki (2007) reporta que los centrolénidos disminuyen su actividad de vocalización en noches de humedad relativa baja. Por otra parte, el número de machos vocalizantes de *Hyalinobatrachium riveroi* aumenta con la cantidad de lluvia diaria (Vockenhuber *et al.* 2008). Mientras para otros anfibios se ha reportado una disminución de las vocalizaciones con el aumento de la temperatura (Navas 2005). Sin embargo, en este estudio aun a 31°C se registró un mayor número de machos vocalizando que el número de individuos observados.

En términos generales, la distribución espacial de los individuos de *Vitreorana antisthenesi* en el área de la quebrada bajo estudio no fue homogénea. Para *Hyalinobatrachium valeroi* se ha reportado que los sitios de sus puestas

conforman una disposición espacial agrupada (Vockenhuber *et al.* 2008), al igual que para *Cochranella ignota* (Restrepo y Naranjo 1999). Este tipo de patrón podría estar parcialmente determinado por factores tales como la disponibilidad espacial de los microhábitats adecuados ya sea para la atracción de parejas por vocalización y sitios de puestas, la intrusión de vecinos y la evasión de depredadores (Tarano, 2009). Por otro lado, McDiarmid (1975) menciona que los cantos de una especie informan a los machos donde se localizan otros individuos, lo cual puede resultar en un espaciamiento a lo largo de las quebradas, lo cual se ve reforzado por el hecho de que hay una distancia mínima entre dos perchas de canto, bajo la cual los machos no admiten otro macho cantor de su misma especie.

Cuando se evalúa los patrones espaciales por día (sólo para aquellos casos con suficientes datos), se nota que en la mayoría de las noches la distribución de los individuos fue azarosa, lo cual sugiere que los individuos no están obedeciendo a un patrón espacial de microhábitat o a la presencia de vecinos competidores, o simplemente como he de esperarse hay una fracción no registrada que causa este patrón. Sin embargo, en dos de las noches con baja abundancia registrada los individuos estuvieron muy agregados espacialmente (distancias menores a un metro).

Las noches en que *V. anthistenesi* mostró un patrón agrupado, pudo haber significado que los machos dentro de cada grupo estuvieron formando una especie de lek para atraer a las hembras, tal como se ha reportado para *Cochranella ignota* (Restrepo y Naranjo 1999), esta situación merece un estudio detallado. Tarano (2009), reporta que para que un macho se mantenga ubicado en un mismo sitio de vocalización por varias noches continuas, depende de la estructura del hábitat, la edad y el costo energético que requiere el moverse a otros sitios.

En términos del uso del microhábitat, en cuanto a la disposición espacial

podemos notar que los individuos utilizan ambos márgenes de la quebrada con algunas diferencias estacionales. Esta distribución sugiere que los microhábitat de búsqueda de alimento, de canto y de puestas están disponibles a lo largo de ambas orillas e incluso en la vegetación que está justo sobre la quebrada. Sin embargo, más de la mitad de los individuos evaluados (57,8%) se ubicaron en zonas de la quebrada en donde la lámina de agua no estaba presente y predominaba el sustrato rocoso (márgenes de la quebrada).

Por otra parte, la mayoría de los individuos parecen evitar zonas de la quebrada estrechas ( $< 1\text{m}$ ) y anchas ( $> 4\text{m}$ ), esto último quizás porque sitios más anchos implican discontinuidad en el dosel del bosque ribereño y ello aumenta la radiación que llega a la quebrada y a los microhábitat con el aumento de la temperatura y disminución de la humedad relativa, así como la posibilidad de depredación.

La franja de mayor uso por parte de los individuos fue aquella comprendida entre los 0, 1 y 2 m de altura. Esto contrasta con lo encontrado por Greer y Wells (1980), quienes reportan que los machos de *Centrolenella fleischmanni* que vocalizan por encima del primer metro de altura, obtienen parejas con mayor frecuencia que los machos que se ubican a menores alturas. Según los autores, esta diferencia se debe a que la atenuación de las frecuencias de sonido es mayor en el primer metro de altura, por la mayor densidad de la vegetación.

La pregunta es por qué no hay mayor uso de los estratos superiores de la vegetación como lo hacen otras especies, en especial los machos vocalizantes. Quizás esto pueda deberse a la presencia confirmada del murciélago depredador de anfibios (*Trachops cirrhosus*), razón por la cual la actividad de cantar hace vulnerable al individuo ante potenciales depredadores (Ryan *et al.* 1982). Otra alternativa es que mientras más arriba se esté, más expuesto a las corrientes de aire y por ende al aumento de la desecación corporal.

El intervalo de alturas de mayor uso por parte de los individuos se solapa con el intervalo de altura en que predominan las puestas 1-3 m. Lo cual es esperable, ya que, dentro de la familia Centrolenidae, las puestas son usualmente depositadas en las mismas zonas de vocalización del macho (Cisneros-Heredia y McDiarmid 2007).

Todos los individuos registrados utilizaron sustratos vegetales para la vocalización y anidación, coincidiendo con la información disponible para la mayoría de las especies del género *Vitreorana* (Señaris y Ayarzagüena 2005; (Cisneros-Heredia y McDiarmid 2007; Guayasamin *et al.* 2009). Es importante señalar que la mayoría de los individuos utilizaban como perchas a una especie del género *Cyclanthus* (70,31%)(figura 4) muy abundante en estos ríos de montaña. Sin embargo, la mayor cantidad de puestas ocurrió en una especie de arbusto abundante del género *Acalypha* (88,24%). Este resultado sugiere que los individuos de esta especie en esta localidad están utilizando estos microhábitats en la misma proporción a como están disponibles en el ambiente. Lo que si resulta interesante es que en este estudio solo se encontraron puestas en tres especies de plantas, lo cual contrasta con el mayor número de plantas utilizadas por *Hyalinobatrachium valeroi* (Vockenhuber *et al.* 2008), *Centrolene daidaleum* y *H. pallidum* (Carzozo-Urdaneta y Señaris 2012).

Dentro del sustrato de la vegetación los individuos estaban preferencialmente en el haz de las hojas (incluyendo a los machos que vocalizaban), lo cual concuerda con las observaciones realizadas en cautiverio para esta especie, las cuales indican que los machos se mueven constantemente en el dorso de las hojas y cantan desde diferentes lugares (Señaris y Ayarzagüena 2005). Durante el trabajo de campo se observó un macho que se desplazó por varias hojas deteniéndose en algunas ocasiones para vocalizar (fotos 5, 6 y 7). La preferencia por el uso del haz de las hojas ha sido indicado para otras especies de la familia Centrolenidae: *Centrolene daidaleum* (Carzozo-Urdaneta y Señaris 2012), *Hyalinobatrachium valeroi* (Vockenhuber *et al.* 2008), *Cochranella ignota*

Restrepo y Naranjo 1999).

Este mayor uso de la superficie superior de las hojas, pudiese explicar el gran número de animales avistados en algunas de las secciones de muestreo. Por el contrario, el uso del envés de las hojas en algunas ocasiones puede estar inducida por la presencia del murciélago depredador de anfibios, *Trachops cirrhosus* (Ryan *et al.*, 1982).

Se encontraron puestas durante las lluvias, pero resaltan las puestas halladas en noviembre de 2010 y enero de 2011, las cuales no están dentro de la estación húmeda, sin embargo, según las anotaciones de campo, en ambos periodos de muestreo se registraron algunas precipitaciones.

Las masas de huevos fueron encontradas en su totalidad sobre las hojas de plantas, mayoritariamente en el haz (91,2%), lo cual coincide con la mayor frecuencia de individuos observados, incluyendo a los machos que vocalizan preferencialmente, desde esta cara de la hoja, concordando con lo reportado para la mayoría de las especies del género *Vitreorana* (Guayasamin y col 2009, Cisneros-Heredia, 2007) y especies de otros géneros de centrolénidos, tales como *Centrolene lynchi* (Dautel *et al.* 2011).

Por otra parte, en intervalo de altura de las puestas de *V. antisthenesi* reportado en este estudio, concuerda con lo reportado para *Hyalinobatrachium orientale* en Tobago (Lehtinen y Georgadis 2012) y *Centrolene daidaleum* (Carzozo-Urdaneta y Señaris 2012), pero es diferente a lo reportado para otras especies que utilizan una franja mayor: 1,65 – 6,00 m en *Centrolene lynchi* (Dautel *et al.* 2011) y 0,17 y 5,00 m en *H. pallidum* (Carzozo-Urdaneta y Señaris 2012). Estas alturas de las puestas están correlacionadas con las alturas de los individuos machos vocalizado, tal como se encontró en este estudio y se ha reportado para *Cochranella ignota* (Restrepo y Naranjo 1999) e *Hyalinobatrachium tatayoi* (Cardozo 2010). Estas alturas deben responder a características

estructurales del hábitat que le confieren mayores probabilidades de supervivencia a las nidadas.

Las nidadas predominaron en la vegetación dentro del cuerpo de agua (72,73%), lo cual concuerda con lo reportado para *H. valeroi* (Vockenhuber *et al.* 2008). En sitios con anchos de quebrada semejantes a los usados por los individuos, con profundidades menores de la lámina de agua (esta quebrada es de poca profundidad). Esta conducta es esperable dado que las larvas, al desarrollarse en los nidos sobre las hojas, se dejan caer a la corriente de agua para completar su desarrollo y se entierran en el sustrato arenoso, el cual se acumula en mayor proporción sobre las orillas de las quebradas de montaña. La mayoría de las puestas estuvieron del lado derecho de la quebrada. Esto pudiera deberse a la mayor abundancia en dicho lado de la especie de arbusto del género *Acalypha*, especie en que predominaron las puestas de *V. antisthenesi*.

El promedio de huevos por nido varió entre 7 y 16, con un registro excepcionalmente alto de 32 huevos/puestas (foto 8). Este último valor está cercano a lo reportado para *V. castroviejo*, en donde se señalan 31 huevos por puesta (Señaris y Ayarzagüena 2005) y  $28 \pm 6$  (21 – 36) huevos/puesta para *Hyalinobatrachium orientale* (Lehtinen y Georgadis 2012), pero más bajo que lo reportado para *Centrolene lynchi* 20 – 24 huevos por puesta (Dautel *et al.* 2011).

No se registró la presencia de individuos cercanos a las puestas durante el periodo de observación, lo cual contrasta con lo observado con otras especies de centrolénidos que presentan cuidado parental de las puestas (Vockenhuber *et al.* 2008; Dautel, *et al.*, 2011, Carzozo-Urdaneta y Señaris 2012, Lehtinen y Georgadis 2012).

El cuidado parental ha sido descrito como una estrategia reproductiva que permite incrementar la probabilidad de supervivencia de las crías de centrolénidos, no solo en lo relacionado con la protección en contra de depredadores, sino con la

posible hidratación de las masas de huevos por parte del macho (Duellan y Trueb 1986; Wells 2007; Kubicki 2007; Cardozo 2010). En la especie estudiada *V. antisthenesi*, al menos durante el periodo de muestreo no se observaron individuos cerca de la nidada en ningún momento. Esta ausencia de cuidado parental concuerda con lo encontrado en la literatura para el género *Vitreorana*, excepto por *V. eurygnatha* y *V. uranoscopa*, (Guayasamin y col, 2009). La información disponible acerca del cuidado parental en los centrolénidos es escasa, se ha reportado cuidado de huevos en algunas especies, la mayoría del género *Hyalinobatrachium*, donde generalmente el macho se ubica cerca o sobre la puesta durante la noche (Cisneros-Heredia y McDiarmid 2007; Cardozo 2009, Lehtinen y Georgadis 2012).

A este respecto es interesante señalar que el cuidado parental en *Hyalinobatrachium valeroi* tiene un efecto en el estado de salud y sobrevivencia de los huevos (Vocekhuber *et al.* 2009). Las puestas abandonadas por los machos de esta especie fueron depredadas, presentaron anomalías o sufrieron daños físicos (Vocekhuber *et al.* 2008). Esta situación contrasta con el hecho de que la mayoría de las puestas de *V. antisthenesi* estaban sanas, lo cual parece indicar que en la zona de estudio hay una baja densidad de depredadores o de patógenos. Bajos porcentajes de puestas enfermas o depredadas han sido reportadas para la zona de Perijá (Venezuela) para *C. daidaleum* e *H. pallidum* (Cardozo-Urdaneta y Señaris 2012).

Es interesante señalar que las pocas veces que se observaron puestas depredadas, se encontraron artrópodos asociados a las mismas (foto 9). Este grupo taxonómico dio cuenta del 63,8% de los eventos de depredación de puestas de *Hyalinobatrachium valeroi* en Costa Rica (Vocekhuber *et al.* 2008).

La familia Centrolenidae está constituida por anuros Neotropicales con una elevada riqueza, complejidad morfológica, ecológica y conductual, la cual exige estudios exhaustivos que complementen los conocimientos actuales en taxonomía y ecología. No solo para la adecuada caracterización de estos taxones, sino

también para crear la plataforma necesaria a futuros estudios de monitoreo de los componentes específicos de las comunidades de anfibios en sistemas montañosos (Cardozo-Urdaneta y Señaris, 2012), tal como este estudio pretendió.

## Conclusiones.

- La presencia de la especie a 115 m de altitud, lo cual representa el registro de menor altura reportado hasta ahora.
- Se obtuvo una abundancia relativa de 27,55 ind/100m<sup>2</sup> y un promedio de 1,74 ind/horas-hombre, catalogando a la especie como “común”.
- Los números poblacionales fluctúan en el tiempo y están influenciados por la estacionalidad climática
- No se consiguieron relaciones entre el número de individuos y el porcentaje de humedad relativa y la temperatura del aire.
- La población se mantuvo reproductivamente activa durante todo el período de muestreo.
- Se presentó en la mayoría de los casos, una distribución espacial azarosa, con dos noches de patrón agregado.
- Todos los individuos utilizaron sustratos vegetales para la vocalización y anidación. La mayoría de los individuos utilizaban como perchas a una especie del género *Cyclanthus*, lo cual contrasta con el hecho de que las nidadas mayormente fueron depositadas en una especie de arbusto del género *Acalypha*.
- El haz de las hojas fue utilizado preferencialmente como sustrato reproductivo (vocalización y puesta de nidadas).
- La franja de mayor uso por parte de los individuos fue aquella comprendida entre los 0, 1 y 2 m, así como se registró un uso preferencial por los márgenes de la quebrada, y zonas de en donde la quebrada fuese ancha.

- La mayoría de las puestas estaban sanas, cuando se encontró señales de depredación, se observaron insectos sobre las mismas. El promedio de huevos por nido varió entre 7 y 16, y en ninguna ocasión se presentó cuidado parental.

## Bibliografía.

- Altig, R.; McDiarmid, R.W. 2007. Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monograph*, 21:1-32.
- Angulo, A; Rueda-Almonacid, J.V; Rodríguez-Mahecha, J.V; La Marca, E. 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional: Serie Manuales de Campo. Bogotá-Colombia.
- Barrio-Amorós, 2009. Estado del Conocimiento, Riqueza y Endemismo, Págs.25-40 en: Molina C., Señaris J.C., Lampo M., Rial A. 2009. Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación, Gold Reserve, Caracas.
- Blaustein, A.R. 1994. Chicken Little of Nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. *Herpetologica* 50(1): 85-97
- Cardozo, A. 2009. Distribución espacial, actividad de vocalización y anidación de *Hyalinobatrachium tatayoi* y *Centrolene daidaleum* (anura: Centrolenidae) en una quebrada montana de la Sierra de Perijá, Zulia, Venezuela. Tesis de Licenciatura, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Cardozo-Urdaneta, A. y Señaris, C. 2012. Vocalización y biología reproductiva de las ranas de cristal *Hyalinobatrachium pallidum* y *Centrolene daidaleum* (Anura, Centrolenidae) en la sierra de Perijá, Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales 2012 ("2010") 173-174: 87-105.

- Cisneros-Heredia, D; McDiarmid, R. 2006. A new species of the genus *Centrolene* (Amphibia: Anura: Centrolenidae) from Ecuador with comments on the taxonomy and biogeography of Glassfrogs. *Zootaxa*. 1244:1-32.
- Cisneros-Heredia, D.F. & McDiarmid, R.W. (2007) Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura), with comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrogs. *Zootaxa*, 1572,1–82.
- Dautel, D., Maldonado, A., Abuza, R., Imba, H., Griffin, K. y Guayasamin, J. 2011. Advertisement and combat calls of the glass frog *Centrolene lynchi* (Anura: Centrolenidae), whit notes on combat and reproductive behaviors. *Phyllomedusa*. 10(1):31-43.
- Delia, J., Cisneros-Heredia, D., Whitney, J. y Galindo-Murrieta, R. 2010. Observations on the reproductive behavior of a neotropical glassfrog, *Hyalinobatrachium fleishmanni* (Anura: Centrolenidae). *South American Journal Of Herpetology*. 5(1):1-12.
- Duellman, W.E. y Trueb, L. 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill Book Company, USA.
- Duellman, W. y Burrowes, P.A. 1989. New species of frog, Centrolenella, from the Pacific versant of Ecuador and southern Colombia. *Occasional Papers of the Museum of Natural History University of Kansas*. 132: 1-14.
- Duellman, W. y Savitsky, A. 1976. Aggressive behavior in a centrolenid frog with comments on territoriality on anurans. *Herpetologica*. 32:401-404.
- Goin, C.J. 1963. A new Centrolenid frog from Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*: 283-286.

- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Greer, B; Wells, K. 1980. Territorial and Reproductive behavior of the tropical American frog *Centrolenella fleischmanni*. *Hepetologica*. 36:318-326.
- Guayasamin, J. M., Castroviejo-fisher, S., Trueb, L., Ayarzagüena, J., Rada, M. y Vilà, C. 2009 .Phylogenetic systematics of Glassfrogs (Amphibia: Centrolenidae) and their sister taxon *Allophryne ruthveni*. *Zootaxa* 2100:1-97.
- Guayasamin, J. M y Barrio-Amorós, C. 2005. Combat behaviour in *Centrolene andinum* (Rivero, 1968) (Anura: Centrolenidae). *Salamandra* 41: 153-155.
- Heyer, R.; Maureen, D.; McDiarmid, R; Lee-Ann, h. y Foster, M. 1994. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Hayes, M. 1991. A study of clutch attendance in the Neotropical frog *Centrolenella fleischmanni* (Anura: Centrolenidae). Ph.D. diss., University of Miami.
- IUCN 2010. Red List of Threatened Species. Disponible en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (Revisado el 21 de Abril de 2011).
- Kubicki, B. 2007. Ranas de vidrio de Costa Rica. Primera edición. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

- Lozkat, S. 2007. Taxonomía y Zoogeografía de la Herpetofauna del Macizo de Nirgua, Venezuela. Tesis de Grado en el Departamento de Ciencias Biológicas Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
- La Marca, E. 1997. Lista actualizada de los anfibios de Venezuela. Págs. 103-120. En: La Marca, E. (ed.), *Vertebrados Actuales y Fósiles de Venezuela*, Museo de Ciencias y Tecnología de Mérida, Mérida.
- Lehtinen, M. L, y Georgadis, A. P. 2012. Observation of parental care in the glass frog *Hyalinobatrachium orientale* (Anura: Centrolenidae) from Tobago, with comments on its natural history. *Phyllomedusa* 11:75-77.
- Manzanilla, J.; Péfaur, J.E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista Ecológica Latinoamericana*. 7: 17-30.
- McDiarmid, R; Adler, K. 1974. Notes on territorial and vocal behavior of neotropical frogs of the genus *Centrolenella*. *Herpetologica*. 30:75-78.
- McDiarmid, R. 1975. Glass frog romance along a tropical stream. *Terra. Los Angeles County Museum*. 13:14-18.
- Meier, W. (2000): Los bosques nublados del Cerro La Chapa al norte de Nirgua, Estado Yaracuy. Presentación en el XIV Congreso Venezolano de Botánica, Caracas.
- Meier, W. (2005): Relaciones fitogeográficas del Cerro La Chapa y los alrededores (Estado Yaracuy, Cordillera de la Costa de Venezuela). Presentación en el XVI Congreso Venezolano de Botánica, Maturín.
- Menin, M., Waldez, F. y Lima, A. P. 2008. Temporal variation in the

abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in central Amazonia, Brazil. *South American Herpetology* 3: 68-81.

- Molina C., Señaris J.C., Lampo M., Rial A. 2009. Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación, Gold Reserve, Caracas.
- Navas, C. 2006. Patterns of distribution of anuran high andean tropical elevations: Insights from integrating biogeography and evolutionary physiology. *Integrative and Comparative Biology*. 46:82-91.
- Pechmann, J.H.K. & H.M. Wilbur. 1994. Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impact. *Herpetologica* 50(1): 65-84
- Péfaur, J. E. y Sierra, N. 1996. Análisis bibliográfico herpetológico para Venezuela (1960-1985). Págs: 431-451. En: Péfaur, J. E. (recopilador). *Herpetología Neotropical*. Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones del CDCHT, Mérida.
- Péfaur y Molina, 2009. Estado del Conocimiento, Bioecología, Págs.49-51 en: Molina C., Señaris J.C., Lampo M., Rial A. 2009. Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación, Gold Reserve, Caracas.
- Rada, M.; Rueda-Almonacid, J.V.; Velásquez-Álvarez, A.A. y Sánchez-Pacheco, S.J. 2007. Descripción de las larvas de dos Centrolénidos (Anura: Centrolenidae) del noroccidente de la Cordillera Oriental, Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 47: 259–272.
- Ramírez, S. J., Meza-Ramos, P., Yáñez-Muñoz, M. y Reyes, J. 2009.

Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Serie Zoológica* 4-5: 35-49.

- Restrepo, J. y Naranjo, L. 1999. Ecología reproductiva de una población de *Cochranella ignota* (Anura:Centrolenidae). *Revista de la Academia de Ciencias Naturales de Colombia*. 86:49.
- Ryan, M.J., M. D. Tuttle y A. S. Rand. 1982. Bat predation and sexual advertisement in a neotropical anuran. *American Naturalist* 119: 136-139.
- Rodríguez, J. P. y Rojas-Suárez, F. (Eds.) 2008 Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera edición. Provita y Shell Venezuela, S. A., Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rueda, J.V; Castro, F.; Cortez, C.2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. En: Angulo, A; Rueda-Almonacid, J.V; Rodríguez-Mahecha, J.V; La Marca, E. (eds.). Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional: Serie Manuales de Campo. Bogotá-Colombia.
- Rueda-Almonacid, J. V. 1994. Estudio anatómico y relaciones sistemáticas de *Centrolene gekoideum* (Salientia: Anura: Centrolenidae). *Trianea*, 5:133-187.
- Runemark, A., Perera, F., Carrero, J. C., Camacho Aguero, L. A., Medina, R., Jimenez, R., Hernandez, V., De Los Llanos, V. & Urrutia Guada, V. (2005): Proyecto para el establecimiento de la Reserva Natural La Guáquira en el Cerro Zapatero, Estado Yaracuy. Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, 30 pp.

- Restrepo, J; Naranjo, L. 1999. Ecología reproductiva de una población de *Cochranella ignota* (Anura:Centrolenidae). *Revista de la Academia de Ciencias Naturales de Colombia*. 86:49
- Señaris, J. C; Ayarzagüena, J. 2005. Revisión taxonómica de la familia Centrolenidae (Amphibia: Anura) de Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa Hombre y Biosfera – Red IberoMab de la UNESCO, Sevilla, España.
- Señaris, 2009. Estado del Conocimiento, Introducción, Págs.23-25 en: Molina C., Señaris J.C., Lampo M., Rial A. 2009. Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación, Gold Reserve, Caracas.
- Siegel, S., and Castellan, N.J. 1988. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Stuart, S; Chanson, J; Coxl, N y Young, B. 2006. El estado global de los anfibios. Págs, 19-41, en: Angulo, A; Rueda-Almonacid, J.V; Rodríguez-Mahecha, J.V; La Marca, E. 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional: Serie Manuales de Campo. Bogotá-Colombia.
- Tarano, Z. 2009. Structure of transient vocal assemblages of *Physalaemus fisheri* (Anura, Leiuperidae): calling site fidelity and spatial distribution of male. *South American Journal of Herpetology*. **4** (1), 43-50.
- Vockenhuber, E., Hodl, W. y Amezcuita, A. 2009. Glassy Fathers Do Matter: Egg Attendance Enhances Embryonic Survivorship in the Glass Frog *Hyalinobatrachium valerioi*. *Journal of Herpetology*, Vol. 43, No. 2, pp. 340–344.

- Vockenhuber, E., Hodl, W. y Karpfen, U. 2008. Reproductive behaviour of the glass frog *Hyalinobatrachium valeroi* (Anura: Centrolenidae) at the tropical stream Quebrada Negra (Gamba, Costa Rica). *Stapfia* 88: 335-348.
- Wells, K. D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behavior*, 25:666-693.
- Wells, K. y Schwartz, J. 1982. The effect of vegetation on the propagation of calls in the Neotropical frog *Centrolenella fleischmanni*. *Herpetologica*. 38:449-455.
- Young, B. E., S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox y T. M. Boucher. 2004. *Joyas Que Están Desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo*. NatureServe, Arlington, Virginia
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey.

## Consultas en Línea

- AmphibiaWeb: Información de la biología y conservación de los anfibios. [Aplicación Web]. 2011. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Disponible en: <http://amphibiaweb.org/>. (Revisada: 22 de Abril, 2011).
- <http://www.mucubaji.com/guaquira>: Página de la Hacienda “La Guáquira”. (Consultada 22 de Abril 2011).

## Anexos



Foto 1. Especie *Vitreorana antisthenesi*



Foto 2. Juveniles *V. antisthenesi*

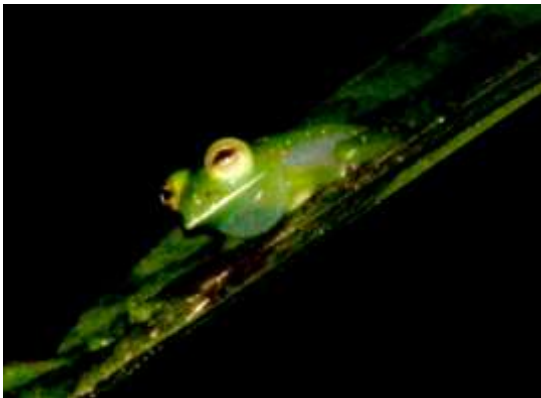


Foto 3. Macho vocalizando



Figura 4. Individuo sobre planta del género *Cyclanthus*



Foto 5 Comportamiento  
vocalización (1/3)



Foto 6 Comportamiento  
vocalización (2/3)



Foto 7 Comportamiento  
vocalización (3/3)



Foto 8. Nidada Vitreorana antisthenesi

Foto 9. Nidada de V. antisthenesi  
siendo depredada