

## FACTORES CLIMATICOS INFLUYENTES EN LA ABUNDANCIA RELATIVA Y ACTIVIDAD DE ANUROS DE LA RESERVA NACIONAL TAMBOPATA - PERU

Jhazel Arnold Quispe Coila

### RESUMEN

El estudio, "Factores climáticos influyentes en la abundancia relativa y actividad de anuros de la Reserva Nacional Tambopata – Perú"; se realizó en tres temporadas diferentes en el transcurso de un año. Objetivos, metodología y resultados fueron: 1) Identificación e inventario de la diversidad de anuros, se utilizó el método de REV's (registro de encuentro visual) diurnos entre las 09-12:00 hrs y nocturnos entre las 21-24:00 hrs, asignando transectos en línea recta para cada localidad (TRC, La TORRE y SANDOVAL) estando estas tres en la zona de Reserva propiamente dicha, se tomó registros de cada individuo como la temperatura, humedad relativa y radiación U.V. donde se encontraba y la precipitación que se obtuvo fue de un registro diario, se evaluó un total 122 transectos. Se identificó 34 especies en 9 familias dentro del orden Anura y 5 individuos no se logró la identificación; la mayor cantidad de especies se registró en la segunda temporada (25 especies), sin embargo el mas alto índice de diversidad de Shannon se dio a la primera temporada ( $H'$ , 2,87), estadísticamente se encontró diferencia entre el número de especies de muestreo diurno (ANOVA,  $P=0.011$ ) y nocturno (ANOVA,  $P=0.003$ ) encontradas de cada temporada, se obtuvo el más alto grado de asociación de diversidad con el factor precipitación en la prueba de correlación (Pearson=0.75%) y el más bajo fue la asociación negativa con temperatura (Pearson=22%). 2) Abundancia relativa de anuros, se realizó un esfuerzo total de 122 hrs/hombre registrando un total de 163 individuos, obteniendo una abundancia relativa de 1,34 ind/hora/hombre para la Reserva Nacional Tambopata, la mas alta abundancia relativa se registró en la segunda temporada (1,84 individuos/hora/hombre), estadísticamente no se encontró diferencia entre el número de individuos para cada temporada ( $H=3.82$ ,  $GL=2$ ,  $P=0.148$ ), en cuanto a la influencia de los factores climáticos se manifestó de forma diferente al de la diversidad, teniendo al más alto grado de asociación al factor radiacion u.v. (Pearson=59%) y el más bajo fue la asociación negativa con temperatura (Pearson=26%). 3) Actividad de anuros, se registró la actividad que realizaba cada individuo al momento de la captura, se obtuvo un alto registro para la actividad nocturna (122 individuos=74.85%), comparado a la actividad diurna que fue baja (41 individuos=25.15%) dando a conocer que los anuros son altamente más nocturnos que diurnos, la actividad que se registraron más altas fueron: Perchado, saltando y saltando para la 1ra, 2da y 3ra temporada consecutivamente, se obtuvo un único registro para la actividad nadando en la 2da temporada de muestreo esto pudiendo deberse a que en esta temporada se caracterizó por tener los picos más altos de lluvia habiendo inundaciones. Los resultados obtenidos permiten señalar que el factor precipitación es altamente influyente en la diversidad y abundancia de anuros.

**Palabras clave:** Anura, precipitación, humedad relativa, temperatura, radiación u.v., diversidad, abundancia relativa, actividad, Reserva Nacional Tambopata.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	3
CAPITULO III. MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	10
3.1 Marco Teórico.....	10
3.2 Marco Conceptual.....	26
CAPITULO IV. METODOLOGIA.....	29
4.1 Método de recolección de datos.....	29
4.2 Análisis de datos.....	33
4.3 Determinación de Puntos de muestreo.....	35
CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
5.1. Identificación e inventario de la diversidad de anuros.....	37
5.1.1 Diversidad de Anuros en la Reserva Nacional Tambopata.....	37
5.1.2 Influencia de factores climáticos en la diversidad de Anuros.....	44
5.2. Determinación de la abundancia relativa de anuros.....	56
5.2.1 Abundancia de Anuros en la Reserva Nacional Tambopata.....	56
5.2.2. Influencia de factores climáticos en la abundancia relativa.....	59
5.3. Determinación de la actividad de anuros.....	70
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	76
ANEXOS.....	81

## CAPITULO I. INTRODUCCION

Actualmente muchas de las poblaciones de anfibios han ido desapareciendo o disminuyendo, siendo considerada como parte de la “crisis de la biodiversidad” general, este se manifiesta como un evento global, cuyos declives han sido reportados en Australia, África, América del Sur, América Central, América del Norte, Asia y el Caribe (de Sá, 2005). En la primera reunión en Inglaterra (1989), en el Primer Congreso Mundial de Herpetología se dió la primera alarma hacia la aparente disminución mundial de las poblaciones de anfibios, como una potencial crisis ambiental, los datos históricos reportaron que la disminución se inició en la década de los 70s en Estados Unidos de Norteamérica, Puerto Rico y al noroeste de Australia, reportes siguientes revelaron la gravedad de las disminuciones, en Costa Rica 40% de la fauna de anfibios desapareció en un corto periodo a finales de la década de los 80s, repentinas desapariciones siguieron en Ecuador y Venezuela (Simón *et al.*, 2006).

Los anuros presentan una alta permeabilidad en su piel y sus huevos, debido a su ciclo de vida bifásica envolviéndolos y dependiendo de ambos tipos de hábitats acuáticos y terrestres, lo que sugiere que son especialmente sensibles a la contaminación del agua, aire y tierra, también son vulnerables a los cambios de temperatura y las condiciones de humedad (Donnelly y Crumb 1998), es por eso que los anuros evitan las temperaturas extremas, haciéndolos más abundantes en climas benignos y húmedos (Young *et al.*, 2004). Se considera una de las causas más importantes del declive de anfibios, los cambios globales en el clima (en particular temperatura y precipitación), este puede ser generado por la actividad humana, una reducción en la humedad ambiental a raíz de la deforestación que a su vez disminuye las lluvias en regiones tropicales (Angulo 2002) alterando los microclimas y como respuesta sinérgica la incidencia de radiación ultravioleta (RUV) que reduce el nivel de agua en los humedales, provocando una mayor exposición y daño a las puestas o huevos (Lorente *et al.*, 2004).

Veinte especies de anfibios han desaparecido desde 1987; el cambio climático puede haber sido un factor importante en la desaparición de 3 especies de anuros en la reserva forestal de Monteverde, en Costa Rica, una especie de rana arlequín *Atelopus varius*, la rana verde *Rana vibicaria* y el sapo dorado *Bufo periglenes* (Mattoon 2000), debido a que esta es una reserva y no podía estar relacionado con actividades humanas; estos eventos de disminución ocurrió durante un inusual periodo de sequía durante los cuales no se registró el típico período de niebla donde habitaban, de misma manera hubo desapariciones de Anuros en el Ecuador y Brasil, este tipo de sequias también enfrenta toda la Cuenca de la Amazonia y por tanto en la Reserva Nacional de Tambopata, los

mejores ejemplos son de los años 1998 y 2005, en Madre de Dios se presentó incendio de Pacales (Bustamante 2010); el Cambio Climático también nos trae friajes o heladas que se presentan debido a corrientes de aire procedentes del ártico el cual ingresa a Madre de Dios y también presente en la Reserva Nacional de Tambopata, teniendo como mejor ejemplo el friaje del 2010 donde se registró como temperatura mínima de 9°C (Luna 2010) y se van registrando en casi todo el trascurso del año, siendo todos estos problemas principales para la disminución de anfibios.

Es por eso que esta investigación analizará periódicamente los cambios de factores Climáticos de mayor importancia con respecto a los anuros (precipitación, temperatura y humedad relativa), que conforme a investigaciones recientes han estado en constante cambio, pudiendo ser estos factores principales para que exista desapariciones y/o extinciones de diferentes especies registrados en la Reserva Nacional Tambopata, catalogada con la más alta riqueza de herpetofauna global de cualquier otra región (Doan y Arizabal, 2002). Toda la información servirá como antecedentes para poder planificar planes de monitoreo, conservación y recuperación de anuros que presenten o podrían presentar un cuadro de disminución en su población.

**Objetivos de la Investigación:**

- a) Identificar las especies y realizar un inventario de la diversidad de Anuros con respecto a cambios de factores climáticos (precipitación, temperatura y humedad relativa).
- b) Estimar la abundancia relativa de Anuros con respecto a los factores climáticos (precipitación, temperatura y humedad relativa).
- c) Determinar si los cambios de factores climáticos (precipitación, temperatura y humedad relativa) influirán con la actividad de Anuros.

## CAPITULO II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

### **Análisis de riqueza y abundancia de anuros en el Perú y el Mundo.**

UICN (2008) indica que existen 6260 especies de anfibios a nivel mundial, siendo 5532 especies del orden Anura, en América del Sur encontramos la mayor variedad de especies que existe en el mundo con alrededor de 2065 especies de anfibios, el Perú se encuentra dentro de los primeros 4 países con mayor diversidad de anfibios de todo el mundo con 461 especies de los cuales 217 son especies endémicas; Perú está probado que es particular relativamente pobremente y es casi cierto que puede subir muy substancialmente en su total de especies, y puede predecirse que pasara el nivel de Ecuador (467 especies de anfibios). La diversidad en Ecuador es, sin embargo notable para un país pequeño.

Morales (2010) indica que en la actualidad hubo grandes cambios en la sistemática y taxonomía de la mayoría de grupos de anfibios, utilizando a Frost, 2007 vía web extrae 481 especies de anfibios; creando una lista de anfibios vivientes en el Perú, donde los organiza de la siguiente forma: Anura, 27 familias, 57 géneros, 457 especies. Caudata, 1 familia, 1 genero, 3 especies. Gymnophiona, 2 familias, 9 géneros, 21 especies. Teniendo como conclusión que desde 1995 hasta el 2007 (12 años) ha habido un incremento de 165 especies, lo que daría un promedio anual de 13 especies descritas.

Aguilar *et al* (2010) actualizaron la lista de las especies de anfibios presentes en el territorio peruano utilizando a Frost 2010 y Perez-Peña *et al.* 2010. No incluyeron aquellas especies cuya distribución en Perú es considerada como “probable” según la página web del “Amphibian Species of the World” (ASW) (Frost 2010), publicando el último recuento de especies de anfibios para el Perú; con un total de 538 especies, de las cuales 110 fueron descritas después del año 2003, desde el 2003 hasta el presente, la riqueza de especies de anfibios del Perú se ha incrementado a una tasa de una especie nueva descrita por mes. Agrupados de la siguiente forma: Anura, 27 familias, 57 géneros, 517 especies. Caudata, 1 familia, 1 genero, 3 especies. Gymnophiona, 2 familias, 9 géneros, 18 especies.

Perez *et al* (2007) evaluaron el interfluvio Yavari – Tahuayo ubicado en la cuenca del Amazonas, región Loreto-Perú, registrando un total de 71 especies de anuros durante 200 días/hombre, distribuyéndolos de la siguiente forma de acuerdo a las familias registradas: Allophrynidae (1), Bufonidae (8), Centrolenidae (1), Dendrobatidae (12) Hylidae (19), Leptodactylidae (26), Microhylidae (3) y Pipidae (1); estando dominados

por las familias Leptodactylidae e Hylidae, resaltando los géneros con mayor riqueza en ranas *Eleutherodactylus* (12 especies), *Hyla* (10), *Bufo* (6) y *Colostethus* (5); adicionando 18 especies de anuros al registro de especies en el Perú, dentro de esta se adiciono 5 especies nuevas para la ciencia, *Allophryne sp.*, *Bufo sp.*, *Dendrobates sp.*, *Hyalinobatrachium sp.* y *Syncope sp.*

Blaustein *et al* (1994) menciona que el sapo dorado *Bufo periglenes* es una especie sexualmente dimorfo endémica de Cosa Rica, los machos son anaranjados brillantes y las hembras son moderadamente brillantes. Cada año cercano a los 70s hasta 1987, los sapos emergen de la tierra en la primavera, en 1987 más de 1500 individuos fueron observados por Crump, de 1988 a 1990, solo 11 sapos adultos fueron encontrados. Esto hacia parecer que el sapo dorado había desaparecido drásticamente, siendo posible que el adulto este invernando debajo de la tierra en respuesta a las condiciones climáticas infavorables (ausencia de precipitación), quizá vuelvan a emerger cuando las condiciones favorables regresen.

Cortez (2006), estudia la variación altitudinal de riqueza y abundancia de anuros en Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata departamento de La Paz-Bolivia, indicando que la riqueza de anuros se incrementa conforme se desciende altitudinalmente, hace referencia que este descenso de la riqueza de especies puede deberse a diferentes factores, siendo los más importantes para anfibios la variación de la temperatura y de la humedad, las cuales varían incluso en cortas distancias; registró dos especies de la familia Leptodactylidae en el piso sub nival, tres especies de la familia Leptodactylidae en el altoandino, seis especies en el páramo (1 Hylidae y 5 Leptodactylidae), siete especies en el bosque nublado (1 Bufonidae, 2 Hylidae y 4 Leptodactylidae) y 17 especies en el piso del bosque montano de Yungas (4 Bufonidae, 1 Centrolenidae, 4 Hylidae y 8 Leptodactylidae) la mayor riqueza es para los leptodactílicos, como ocurre en ambientes tropicales de Sud América. En cuanto a la abundancia relativa de las especies se incrementa al ascender por el gradiente altitudinal, inversamente a lo observado con la riqueza, las especies de los pisos altitudinales más elevados presentan abundancia relativa por encima de los 50 individuos, mientras que los pisos altitudinales submontanos en su mayoría presentan especies con abundancia relativa por debajo de los 50 individuos.

Doan y Arizabal (2002) investigaron si la composición de especies varia micro geográficamente. La investigación fue realizada en la Provincia de Tambopata, al sureste del Perú. Las cinco localidades (EA = Eco Amazonia; CA = Cusco Amazónico;

El = Explorer's Inn; SC = Sachavacayoc Centre y TRC = Tambopata Research Center), se censaron intensivamente durante un periodo de dos años, obteniendo la herpetofauna de la región consistente de 210 especies, la más alta diversidad de anfibios se encontró en TRC(78), seguido por El(77), CA(58), SC(55) y como mínimo en EA(53), las localidades se compararon con el coeficiente de semejanza biogeográfica, resultando coeficientes similares entre todas las localidades, en cuanto a la diversidad de especies y la abundancia de individuos no varía significativamente con relación a los micro hábitats utilizados.

### **Influencia de los factores climáticos en los anuros.**

Rodriguez *et al* (2003), investigaron las similitudes y diferencias florísticas y faunísticas entre áreas en cinco zonas de la selva baja peruana (Andoas, Iquitos, Pampa Hermosa, Ñapari y Tambopata), utilizando tres grupos de plantas (helechos, melastomatáceas y palmeras), y tres grupos de animales (aves, anuros y hormigas), explicaron que los anuros tienen la desventaja de que la mayoría de las especies están activas principalmente durante períodos específicos del año, y solamente bajo ciertas condiciones climáticas. Esta característica definitivamente dificulta los inventarios de los anuros, también indica que el inventario de anuros en la investigación realizada no fue adecuado debido a desfavorables condiciones ambientales (época extremadamente seca), dando como resultado 57 especies de anuros solo en la zona de Andoas e Iquitos; los cual no se pudo comparar con las demás zonas establecidas.

Martinez *et al* (2011), en el departamento del Magdalena, Colombia en la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo se estudió a la rana *Geobatrachus walker*, obtuvieron como resultado el mayor número de individuos durante la época lluviosa con 224 individuos, en cuanto a la abundancia relativa promedio calculada en el área de estudio y en ambas épocas climáticas fue de 4.36 individuos registrados durante 2h por 2 personas por cada cuadrante. Al analizar los datos obtenidos para cada ambiente se encontraron diferencias marcadas en cuanto a la abundancia relativa de la especie, también indica que el tamaño corporal cambia significativamente entre estaciones, así como la interacción entre el tipo de hábitat y la estación de lluvias, también hacen notar el comportamiento de *Geobatrachus walkeri*, que en meses de lluvias, se escucharon cantar durante todas las jornadas de muestreo mientras que en diciembre y enero, meses secos, sólo se escucharon hasta tres individuos por jornada y en algunas jornadas no se escucharon cantando.

Tovar *et al* (2009), Realizaron el estudio de abundancia y disposición vertical en *Hypsiboas lanciformis*, en el estado de Táchira, al suroeste de los Andes de Venezuela

encontrándolas dispuestas en distintos estratos entre el nivel del suelo y 3 m de altura, ya sea sobre la hojarasca húmeda en la que se pudieron observar hembras y machos, cerca del 90% eran machos que se encontraban en plena actividad de vocalización entre 1,50 a 2 m, y en remotas ocasiones algunos individuos pudieron alcanzar los 3 m de disposición vertical. También indican como resultado, que la abundancia disminuye con el paso de la sequía, que la conformación y el número de grupos que vocalizan juntos disminuyó a medida que avanzaban los meses de lluvia, aumentando entonces, el número de ejemplares solitarios vocalizando, conservando siempre su disposición espacial. Gráficamente observaron que la abundancia de la población presenta un patrón proporcionalmente favorecido por las lluvias, registraron como máximo de abundancia relativa 96.77 ind/hrs/hombre en el mes de Octubre (penúltimo mes de época lluviosa) y como mínimo de abundancia relativa 12.5 ind/hrs/hombre en el mes de febrero (penúltimo mes de época seca). Sin embargo estadísticamente, no presenta diferencias significativas entre ambas épocas.

Cortez (2009), registró 17 especies de anfibios para el Valle de Zongo, Bolivia; con un esfuerzo de colección de 896 horas/hombre entre dos personas; al observar la curva de acumulación de especies la asíntota no llega a estabilizarse, por lo que es de esperar que la riqueza sea mayor a la encontrada. Existió un periodo estacionario (entre las 16 y 430 horas/hombre aproximadamente) que corresponde a la época seca, cuando no se registró ninguna especie nueva. Se esperaba que la curva incrementaría rápidamente durante los primeros meses de trabajo, en junio, julio y agosto pero se registraron las mismas especies, y no fue hasta que comenzaron las lluvias (octubre) cuando nuevamente empezó a crecer la curva. En cuanto a la abundancia cuantitativa por mes registrada en las parcelas para *Telmatobius marmoratus* y en las transectas para *Psychrophrynella chacaltaya*. Para ambas especies es claro que durante la época seca es cuando se detecta el menor número de individuos, tanto por época como por meses; mientras que en la época de lluvia se incrementa, siendo julio y agosto para *Psychrophrynella chacaltaya* los meses con menor número de individuos registrados por área (0 individuos) y enero el que presenta el mayor registro (10 individuos). En el caso de *Telmatobius marmoratus* los valores se han mantenido relativamente constantes; enero es el mes con menor número de individuos observados (9) y agosto el que mostró mayor registro (27).

Cáceres y Urbina (2009) evaluaron anuros en tres zona con gradiente de perturbación antropogenica (potreros, cultivos y bosques) en el departamento de la Meta en Colombia, registraron que la riqueza de anuros tendió a aumentar en las tres áreas de estudio, durante la época de lluvias. La riqueza y abundancia fue mayor durante la época

de lluvias en las tres áreas, también determinó que la humedad relativa es la variable que influencia la distribución del 44% de los anuros en los microhábitats del mosaico de hábitats, seguida por la distancia a cuerpos de agua y la cobertura de dosel, las cuales influyen la distribución del 31% y 25% de las especies respectivamente. Dada la estrecha relación entre el modo reproductivo de las especies de tierras bajas y la cercanía al agua, es probable que en época seca, los anuros de potrero se desplacen a los cultivos (*Hypsiboia crepitans*, *Hypsiboas punctatus*, *Dendropsophus mathiassoni* y *Scinax ruber*) en busca de microhábitats más húmedos y por ende menos expuestos a las elevadas temperaturas que se pueden dar en esta época. Así mismo, otras especies pueden optar por enterrarse, en época de sequía, como método de protección a la desecación (*Elachistocleis ovalis*). Esto se explica con el caso específico de *Dendropsophu mathiassoni* que, a pesar de ser generalista, cambia abruptamente su abundancia entre lluvias y sequía, en potreros y cultivos, mientras que en el bosque permanece constante.

García *et al* (2005) estudiaron la altura o posición vertical de anuros en el sector La Romelia del Parque Nacional Natural Munchique, departamento del Cauca, Colombia, registraron un total de ocho especies de ranas del género *Eleutherodactylus*, la mayor parte de las capturas fueron realizadas durante los muestreos nocturnos (95.5%) y sólo un 4.5% se obtuvieron durante el día siendo significativamente diferentes ( $F = 7.13$ ;  $p = 0.018$ ). El número de individuos capturados durante los meses de muestreo no presentó una variación positiva con respecto a la precipitación (Spearman  $R = 0.39$ ;  $p = 0.33$ ). Aunque fue observada una tendencia en el comportamiento del número de individuos y la precipitación en los meses monitoreados, encontrándose el menor número de registros ( $N = 21$ ) en el mes de agosto, durante el cual la precipitación fue de sólo 9.2 mm, contrario a los meses de abril y mayo donde se registró 201.7 mm y 364.3 mm y en los cuales se obtuvieron 36 capturas en cada uno, también indican que el análisis de factores descarta la temperatura del aire, suelo y humedad relativa como variables importantes que determinan la variabilidad en distribución y abundancia de las ocho especies de ranas, debido a que los registros de estas variables ambientales no presentaron mayor diferencia entre los sitios de estudio donde estuvieron presentes (bosque maduro y bosque secundario).

García *et al* (2007) examinaron los parámetros físicos con respecto a la diversidad de anuros en el Valle del Cuca Colombia, registraron 63 individuos pertenecientes a seis especies, cinco incluidas en el género *Pristimantis* y una en el género *Eleutherodactylus*, el 60% de los individuos entre las especies *E. mantipus*, *P. calcaratus* y *P. thectopternus* se localizaron en la distancia vertical I (0-40 cm) y el 20% en alturas mayores a la

distancia vertical III, es decir a más de 120 cm., las especies restantes *P. brevifrons*, *P. erythropleura* y *P. palmeri* solamente se halló el 10% de los individuos en la distancia vertical I (0-40 cm) y aproximadamente el 65% a distancias mayores de 120 cm., en cuanto al comportamiento de los individuos en el momento de su captura, el 74.6% fueron hallados perchados, mientras un 12.7% fueron registrados vocalizando, 3.2% en amplexo y 9.5% saltando, al analizar la abundancia con las variables climáticas se encuentra que para Bosque Secundario existe una correlación lineal negativa altamente significativa, indicando que a mayor temperatura del suelo hay una menor abundancia de individuos. En bosque secundario Temprano y Matorral existe una tendencia lineal que indica que a mayor humedad relativa mayor abundancia de individuos, esto podría indicar que la humedad relativa es un factor limitante para *P. erythropleura*. La especie *P. palmeri*, reveló una mayor abundancia en función a una mayor temperatura ambiente y humedad relativa. El 60% de los individuos (38/63) se capturaron cuando la temperatura sólo varió entre 16.2 y 16.9°C y un Humedad relativa variaron entre 84 y 100%, el 46% (22/48) de todos los individuos a una temperatura del aire máxima de 16.7°C y una humedad relativa máxima de 94.6%.

Doan (2004) investigó la distribución vertical de los anuros con respecto a los eventos de climas extremos al sur de la amazonia peruana departamento de Madre de Dios, región Tambopata, se registró 9 friajes nocturnos en dos años, pero solo se consideró 8 y se compararon con otros 8 noches sin friajes, se escogió el grupo de hylidos para compararlos debido a que son principalmente arbóreos y también porque algunos hylidos representan ser únicos en Tambopata, obteniendo como resultado que la diversidad y riqueza de especies de anuros durante el friaje fueron mayores y es altamente significativa a las noches sin friaje, en cuanto a la diversidad y riqueza de especies de hylidos no es significativa, en cuanto a la abundancia de individuos de anuros no varía significativamente en noches con y sin friaje, caso contrario en relación a abundancia de hylidos fue mayor variando significativamente en las noches de friaje. Friajes afectan las distribuciones verticales porque las ranas aborícolas tienen que bajar para evitar las temperaturas bajas y vientos bruscos.

Mendoza (2011) estudio el declive poblacional de *Bufo spinulosus* en el área circunlacustre del Lago Titicaca provincia de Puno, realizando una prueba de Correlación de Pearson entre la población estimada y la temperatura media, obteniendo como resultado un nivel de influencia de 28.2%; determinando que la temperatura es un factor importante para el desarrollo del *Bufo spinulosus*, utilizando la misma prueba determino la relación de población estimada y precipitación total obteniendo un nivel de

influencia de 12.4%, determinando que la precipitación es un factor que en cierta medida determina el desarrollo y fluctuación de las poblaciones de este anfibio.

## CAPITULO III. MARCO TEORICO y MARCO CONCEPTUAL

### 3.1. MARCO TEORICO

#### 3.1.1. Clase Amphibia

Amphi= doble + bios= vida, que significa “ambas vidas” o “en ambos medios”, son una clase de vertebrados tetrápodos, ectodérmicos, con respiración branquial en la fase larvaria y pulmonar en estado adulto. Piel liza, húmeda y permeable con glándulas y sin escamas. Los anfibios fueron los primeros vertebrados en adaptarse a una vida semiterrestre (Duellman *et al.*, 1994 citado por Mendoza, 2011).

“Anfibio” es una construcción griega que significa “vida doble”, una referencia al hecho de que su ciclo de vida típico es en parte acuático y en parte terrestre. Los anfibios existen desde hace unos 350 millones de años, y son la clase de vertebrados terrestres más vieja del mundo (Mattoon, 2000).

Los anfibios representan una etapa evolutiva importante: La transición de la forma de vida acuática a la terrestre. Por esta razón se les llama anfibios, término que proviene de dos palabras griegas que significa “seres de doble vida” (acuática-terrestre). Se distribuyen en casi todas las regiones del mundo, y ocupan los más variados hábitats acuáticos, terrestres y arbóreos (Morell, 2001 citado por Piñero, 2003).

#### Sistemática

Se estima que hoy en día viven unas 6771 especies de anfibios repartidas en 49 familias. La sistemática de los anfibios, si se toma en consideraciones las formas fósiles es intrincada y varía según los autores. Todos los anfibios está compuesta por tres órdenes organizados según el tipo de estructura vertebral y de extremidades (Frost, 2011).

Entre estas tres órdenes encontramos: Orden Anura: las ranas y los sapos; Orden caudata: las salamandras y los tritones; Orden Gymnophiona: los apodos o cecilias (Young *et al.*, 2004; Angulo *et al.*, 2006; Zardoya *et al.*, 2001 citado por Mendoza, 2011).

#### 3.1.2. Orden Anura

Fusión o unión de palabras griegas an= sin + oura= cola, que significa “sin cola”, también referido en otros autores como Orden “Salientia” que significa “saltos”; el nombre del orden anuro se refiere a una característica obvia del grupo, la ausencia de cola en los adultos siendo un grupo antiguo conocido desde el triásico, hace 250 millones de años. Aunque todos pasan a través de un estado larvario con cola durante su desarrollo,

solamente las especies del genero *ascaphus* tiene cola en estado adulto. Las ranas y los sapos están altamente especializados para un tipo de locomoción a saltos, como sugiere el nombre alternativo de salientia que se ha dado al orden (Hickman *et al.*, 2009).

### **a) Sistemática**

REINO: ANIMALIA

SUBREINO: EUMETAZOA

FILO: CHORDATA

SUBFILO: VERTEBRATA

CLASE: AMPHIBIA

SUBCLASE: LISSAMPHIBIA

ORDEN: ANURA (Hickman *et al.*, 2009).

FAMILIA: AROMOBATIDAE

BUFONIDAE

DENDROBATIDAE

HYLIDAE

LEIUPERIDAE

LEPTODACTYLIDAE

MICROHYLIDAE

PIPIDAE

STRABOMANTIDAE

Las familias son las registradas en la investigación.

## **b) Hábitat y distribución**

Se encuentran normalmente cerca del agua, aunque algunas pasan la mayor parte de su tiempo en los húmedos suelo forestales volviendo a las charcas solo para reproducirse a principios de la primavera, otras tienen una variedad de hábitat más amplio. Las especies de ranas a menudo tienen una distribución discontinua quedando restringidas a ciertos riachuelos o charcos, o pueden ser escasos, faltando por completo en lugares con condiciones de vida idénticas a otras en donde son abundantes. Estudios recientes han demostrado que muchas poblaciones de ranas de todo el mundo pueden sufrir descensos en su número y adoptar distribuciones más aisladas de lo habitual, la mayor parte de ranas de mayor tamaño son de hábitos solitarios, excepto durante la estación de cría, normalmente cada macho toma posesión de una zona particular donde puede permanecer durante horas o incluso días, tratando de atraer alguna hembra (Hickman *et al.*, 2009).

Las ranas prefieren hábitats más estables, comparando con los hábitats de zonas inundables. La presencia y diversidad de ranas de hojarasca es dependiente del volumen y humedad de la misma, sin embargo las poblaciones de anuros pudieran no estar distribuidos homogéneamente en el piso del bosque (Perez *et al.*, 2007).

## **c) Dinámica y actividad**

En latitudes templadas, durante los meses más fríos las ranas y sapos optan por hibernar para ello se refugian en lugares donde que les protejan de las bajas temperaturas y reducen al mínimo los mecanismos fisiológicos, entrando en un estado de soporte, al llegar la primavera, aumentar las lluvias y subir las temperaturas comienzan poco a poco a activarse y dispersarse así las áreas de reproducción, por lo general, tienen una vida crepuscular o nocturna, ocultándose durante el día del calor intenso para evitar pérdida de agua por desecación, salvo algunas ranas venenosas como por ejemplo los *dendrobatidos* sudamericanos, el resto de anuros empieza su actividad al ponerse el sol. (Mayoral *et al.*, 2010).

La mayoría de anuros pasan los meses de invierno en los fangos blandos de los fondos de charcas y cursos de agua, su actividad vital se encuentra disminuida durante el periodo de hibernación, las ranas más terrestres, como las arborícolas se entierran en el humus forestal durante el invierno, toleran bajas temperaturas y muchas pueden sobrevivir a la congelación de los fluidos extra celulares (Hickman *et al.*, 2009).

En tierra corren o saltan con la ayuda de sus potentes patas traseras, otros son arborícolas y tienen capacidad de trepar a las plantas y adherirse a las hojas

ayudándose de las almohadillas pegajosas que tienen en la punta de sus dedos (Mayoral *et al.*, 2010).

Ranas y sapos son los únicos anfibios capaces de emitir sonidos, siéndonos muy familiar el canto o croar de los machos junto a las masas de agua durante la época de celo con el fin de atraer a las hembras y delimitar sus territorios, de este modo la voz constituye un importante medio de comunicación durante la época de reproducción (Mayoral *et al.*, 2010).

La mayoría de las veces las ranas se perchan sin hacer nada, en un comportamiento sedentario típico de predadores de sentarse y esperar, aunque los machos de algunas especies también vocalizan (Lynch & Duellman, 1997 citado por García *et al.*, 2007).

#### **d) Reproducción, desarrollo y alimentación**

En primavera los machos croan para llamar a sus hembras cuando sus huevos han madurado, las hembras entran al agua y son agarradas por los ancos por un proceso que se denomina amplexus, a medida que la hembra va poniendo los huevos, el macho descarga el fluido seminal sobre los huevos y de esta forma los fecunda, tras la fecundación las capas gelatinosas absorben agua y se hinchan. Los huevos se ponen en grandes masas, muchas veces pegadas a la vegetación (Hickman *et al.*, 2009).

Presentan fecundación interna y externa, siendo en su mayor parte ovíparos. La puesta al no estar los huevos resguardados contra la desecación, se efectúa normalmente en agua dulce y está conformada por una multitud de pequeños huevecillos unidos por una sustancia gelatinosa, estando, a su vez, cubiertos por una o más membranas que los protegen de los golpes, de organismos patógenos y depredadores (Duellman *et al.*, 1994 citado por Mendoza, 2010).

Tras 2 a 21 días en el momento de la eclosión llega el estadio larval, el renacuajo tiene una cabeza y un cuerpo diferenciados y una cola comprimida, aparecen tres pares de branquias externas, que después serán reemplazadas por tres pares internos, en el estadio metamórfico las patas posteriores aparecen primero mientras que las anteriores durante un tiempo, en el estadio juvenil la cola es reabsorbida, el intestino se acorta y la boca sufre una transformación hasta su estructura adulta, se desarrollan pulmones y se reabsorben las branquias llegando al estadio adulto. Los anuros completan su metamorfosis en un periodo que puede llegar de 3 meses hasta 3 años para completar el proceso. Este ciclo vital es típico de la mayoría de anuros de las regiones templadas (Hickman *et al.*, 2009).

Con respecto a la alimentación los adultos son estrictamente carnívoros aunque en algunas especies tropicales se ha observado un consumo esporádico de materia vegetal, básicamente casan invertebrados artrópodos, anélidos, moluscos, aunque también puede depredar sobre vertebrados aquellas especies que alcancen un tamaño considerable (Mayoral *et al.*, 2010).

Los anuros son carnívoros como la mayor parte de anfibios y se alimentan de insectos, arañas, lombrices, caracoles, ciempiés o prácticamente cualquier cosa que se mueva y sea lo suficientemente pequeña para ser engullida entera. Atrapan presas en movimiento con su lengua extensible que se ancla en el borde anterior de la boca y tiene su extensión posterior libre. El borde libre de la lengua es altamente glandular y produce una secreción viscosa que se adhiere a la presa. Cuando existen dientes sobre los premaxilares, maxilares superiores y vómeres son utilizados para evitar que la presa escape, no para poder masticar. En estados larvarios de los anuros (renacuajos), suelen ser normalmente herbívoros, se alimentan de algas, detritus y otras materias vegetales (Hickman *et al.*, 2009).

### **3.1.3. Problemática Global de los anfibios**

Hace poco más de una década se comenzó a sospechar que había algo que no andaba bien con las poblaciones de los anfibios en partes tan diversas del mundo como Australia, Norte América, Europa, Sur y Centro América. Coincidentemente, alrededor de la misma época, se iría a realizar el Primer Congreso Mundial de Herpetología en Canterbury, Inglaterra, en 1989, investigadores de todo el planeta comenzaron a intercambiar experiencias con otros colegas acerca de sus grupos de estudio. Si bien estas narraciones eran de naturaleza anecdótica y de la experiencia personal de cada investigador más que de un estudio propiamente dicho, había un consenso bastante generalizado: poblaciones de anfibios que anteriormente habían sido abundantes en ciertas áreas ahora se encontraban con gran esfuerzo y dificultad (Angulo, 2002).

A partir del Primer Congreso de Herpetología en 1989, la comunidad científica intensificó los esfuerzos para verificar las observaciones reportadas, Durante los 90s se iniciaron la mayoría de monitoreo que hoy son el centro de datos para entender y explicar el actual declive y extinción de poblaciones de especies, por otro lado en los 90s se incrementaron en forma alarmante, los reportes de desapariciones de anfibios (de Sá, 2005).

En algunas regiones, muchas de las disminuciones se dieron en hábitats aparentemente prístinos. Estos reportes fueron inicialmente recibidos con cierto escepticismo, ya que

las poblaciones de anfibios pueden fluctuar ampliamente, pero pruebas con modelos nulos probabilísticos demostraron que las disminuciones eran mucho más extendidas y severas de lo que se hubiese esperado bajo variación demográfica normal. Este descubrimiento, en conjunto con muchos reportes de disminuciones en los años 90, fue clave para convencer a la mayoría de herpetólogos de que las disminuciones de anfibios son eventos unidireccionales y no al azar (Angulo, 2006).

### **3.1.4. Estado Actual de las Poblaciones de Anfibios**

#### **a) Estado global de anfibios**

Los científicos han registrado 5743 especies de anfibios en el mundo, aproximadamente el mismo número que de mamíferos y más de la mitad que el de las aves existentes. A pesar de esto, esperamos descubrir muchas más especies de anfibios que de aves y mamíferos, especialmente en las Guayanas y en Perú donde son particularmente poco conocidas (Young *et al.*, 2004).

Actualmente un tercio (32%) de las especies de anfibios en el mundo están amenazadas, aproximadamente 122 se han extinguido desde 1980, y por lo menos un 43% de las especies pasando eventos de declive poblacional. Recordemos que la extinción de especies es para siempre; es la desaparición de una línea evolutiva que ha estado presente y compartiendo nuestro medio natural y ya nunca estará (de Sá, 2005).

Se estima que existe 6347 especies de anfibios en el mundo, 99% de estas se ha evaluado, y de éstos, casi un tercio (32.4%) están globalmente amenazados bajo alguna categoría de amenaza o extintos o Extinto, representando 2,030 especies (Extinto, Extinct= EX; Extinto en la naturaleza, Extinct in the Wild= EW; En Peligro Crítico, Critically Endangered= CR; En Peligro, Endangered= EN; Vulnerable, Vulnerable= VU) (Figura 1). Se considera que 38 especies están Extintos (EX), y uno Extinto en la naturaleza (EW). Otras 2,697 especies no están consideradas amenazadas en la actualidad, con 381 siendo listado como Casi Amenazado (Near Threatened= NT) y 2,316 listaron como la Preocupación Menor (LC= Least Concern), mientras que la suficiente información no estaba disponible para evaluar el estado de un 1,533 especies adicionales (Datos insuficientes (Data Deficient= DD)). Prediciendo que una proporción significativa de estos sean especies amenazadas globalmente (UICN, 2008).

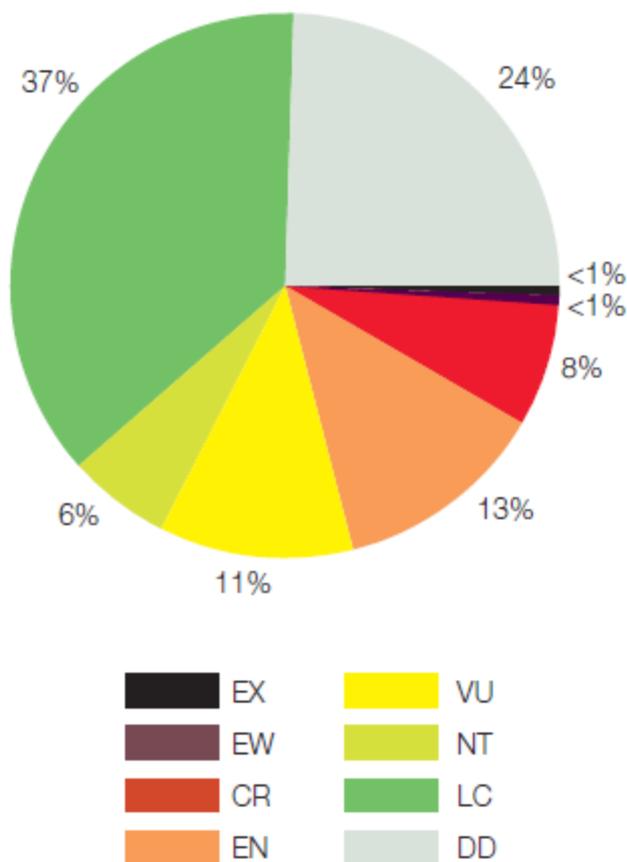


Figura 1. Lista roja evaluada para 6 260 especies de anfibios (fuente: UICN 2008)

El Orden: Anura; se estima que existe alrededor de 5 532 especies de los cuales 1 626 especies se encuentran en amenazados (Categorías EX, EW, CR, EN, VU); teniendo 36 especies extintas y una especies extinta en la naturaleza, también se tiene 1 403 especies con datos insuficientes (UICN, 2008).

**b) Estado de anfibios en el Perú**

La mayor diversidad de anfibios de la Tierra se encuentra en la cuenca superior del Amazonas y en el bosque Atlántico del Brasil oriental (Figura 2). La diversidad de anfibios es mayor en las zonas lluviosas de tierras altas tropicales y menor en las tierras bajas secas, y de clima templado del sudeste de Bolivia y hacia el sur a lo largo de Argentina (Young *et al.*, 2004).



Figura 2. Distribución de riqueza de especies en América del sur (fuente: Young *et al.*, 2004).

Se estima que el Perú tenga 398 especies de anfibios ubicándolo en el 4to país con mayor número de especies en el mundo detrás de Ecuador (447); las 398 especies cuales están distribuidas de la siguiente manera: 19 especies de anfibios se encuentran en Peligro Critico (CR), 31 especies en Peligro (EN), 28 especies como Vulnerable (VU), haciendo el 20% del total considerado bajo amenaza; 11 especies en Casi Amenazado (NT), 213 en Preocupación Menor (LC) y 96 anfibios con Datos Insuficientes (DD) (Young *et al.*, 2004)

El Perú presenta 461 especies de anfibios separándolo de Ecuador por 6 especies de anfibios, pudiendo subir de nivel muy pronto, presenta 96 especies de anfibios bajo amenaza (Categorías EX, EW, CR, EN, VU) (Figura 3) de los cuales 69 son especies endémicas; siendo esta la mayor clase que contiene especies amenazadas, en las aves se encuentra 93 especies bajo amenazas, seguido por los mamíferos que tienen 53 (UICN, 2008).

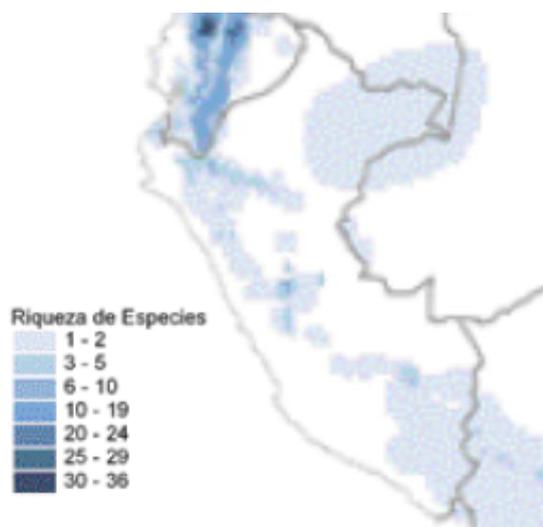


Figura 3. Distribución de especies amenazadas en el Perú (fuente: Young *et al.*, 2004).

### 3.1.5. Cambio Climático

Cambios en el clima de la tierra, posiblemente por cambios causados por el calentamiento global producidos por los gases de efecto invernadero que afecta primordialmente a la capa de ozono que es la que capta la mayor parte de la radiación ultravioleta (Miller, 2002).

En los últimos años se ha detectado un cambio en las variables climáticas motivado por factores biofísicos y humanos. La respuesta de los sistemas biológicos a los vectores de cambio (aumento de la temperatura media y concentración de CO<sub>2</sub>, cambio de los

patrones de precipitación y aumento de la severidad y frecuencia de eventos extremos) ha sido experimentada por los distintos niveles de organización -ecosistema y comunidad, población e individuo- de los sistemas biológicos de ambientes acuáticos y terrestres. También los procesos ecológicos son influidos por el cambio climático y determinan, junto a la capacidad de adaptación, los efectos que los cambios generan sobre la estructura y función de los sistemas biológicos (Lorente *et al.*, 2004).

Es indudable que está en curso un proceso de calentamiento de la atmósfera y de los océanos. Durante el Siglo pasado la temperatura promedio global se ha incrementado en 0.75° C y se proyecta para el Siglo XXI un aumento entre 1.8° C a 4.0° C. La variación de la temperatura y la alteración en la intensidad y estacionalidad de las precipitaciones, cambian la composición y la dinámica de los ecosistemas, afectan la biodiversidad territorial y el ciclo de crecimiento de las plantas modificando la biomasa marina y su disponibilidad; también intensificará las catástrofes naturales, tales como los huracanes, las inundaciones, los huaycos, las sequías, las heladas y friajes, entre otros fenómenos naturales (Bustamante, 2010).

#### **a) Cambio Climático en la Amazonia peruana**

En la Amazonía existe una tendencia positiva o aumento de la temperatura del aire de + 0.63°C en los últimos 100 años hasta 1997, el que ha sido actualizado a + 0.81 °C hasta el 2002. El incremento de temperatura del aire afecta el balance del agua superficial disminuyendo el almacenamiento de humedad en el suelo, incrementando la probabilidad de fuegos forestales. Los mejores ejemplos son la sequía del Amazonas durante El Niño 1998 y la reciente del 2005 (Bustamante, 2010).

El ligero calentamiento del mar que dejó el fenómeno del El niño durante el último verano (2010) generó, según el SENAMHI la llegada de viento fríos provenientes del polo sur; ingresando por la selva sur (Madre de Dios), sin embargo la frecuencia e intensidad de estos eventos se incrementa por el cambio climático. (Luna, 2010).

##### **a.1. Friajes**

Un frente frío procedente de los territorios Argentinos que afecta la temperatura de la cuenca amazónica, trayendo temperaturas realmente extremas (e.g.: de 25°C se baja a 11°C en un par de horas) de acuerdo al comportamiento del invierno austral (Sarmiento, 2000).

Es la incursión de masas de aire polar (Figura 4) que se caracteriza por el incremento de nubosidad, vientos fuertes y descenso de la temperatura ambiental. Siendo un

fenómeno atmosférico que tiene su origen en el anticiclón del pacífico sur. Ocurre todo el año y es más notorio entre Julio y Agosto para Puerto Maldonado (Antonio Tarazona, 2010 citado por Luna, 2010)

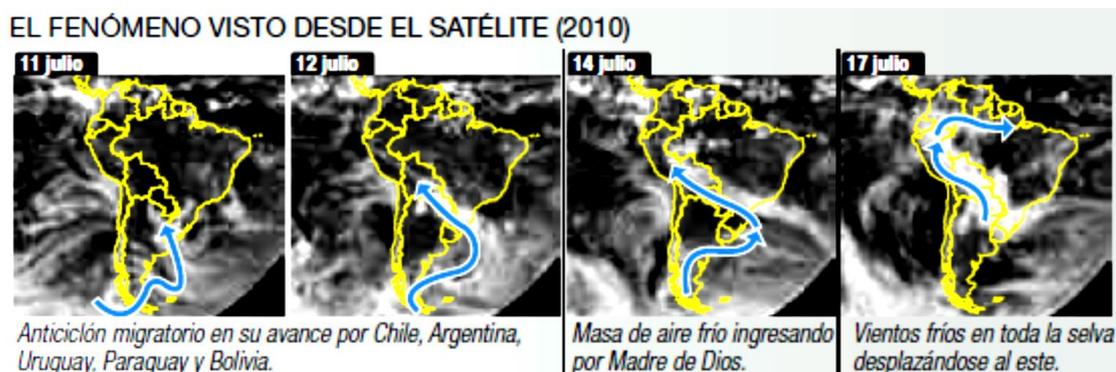


Figura 4. Traslado de vientos fríos por América del Sur (fuente: SENAMHI 2010).

El patrón de incursión de aire frío a la Amazonía peruana se inicia por la selva sur, lugar que es afectado en mayor intensidad en descenso térmico en invierno; mientras que, en la estación de verano este descenso es de menor intensidad, siendo más notoria la ocurrencia de bandas de nubosidad con ocurrencia de precipitaciones y tormentas eléctricas de fuerte intensidad a lo largo de la línea inestable provocado por la incursión de la alta migratoria de verano. Otro patrón característico es el descenso de la temperatura máxima, persistencia de viento del sur, descenso de la humedad y la presencia de humedad estratiforme (Quispe, 2001).

## a.2. Sequías

Condiciones meteorológicas generalizadas de escasez de agua, tanto de lluvia, de humedad relativa o de agua freática, que genera un clima árido, seco. La deforestación masiva de los bosques naturales tiende a la sequía (Sarmiento, 2000).

El Incremento de las temperaturas máximas (actual: +0,25 a +0,42°C/década y futuro: +1,0 a +1,2°C), mínimas (actual: + 0,22 a +0,48°C/década y futuro: +0,30 a 0,70 °C). Repercute en la velocidad y tasa de evapotranspiración (aprox. 1,5 veces en períodos de temperaturas máximas y fuertes vientos) de la flora y/o cobertura vegetal, suscitando estrés hídrico y sequía de algunas especies (Bustamante, 2010).

Las sequías en la amazonia se manifiestan con la variación del régimen, intensidad y duración de lluvias, con ausencia y/o mínimas precipitaciones en las estaciones de invierno y verano (200 y 400 mm). Disminución del volumen de agua anual en 10,5%, durante el período de ausencia de lluvias estacionales en invierno y primavera (Bustamante, 2010).

## **b) Cambio Climático como causa del declive Anfibio**

Los cambios en el clima pueden afectar supervivencia, crecimiento, reproducción y capacidades de dispersión. Es más, el cambio del clima puede alterar los hábitats anfibios incluso la vegetación, tierra, e hidrología. El cambio del clima puede influir en la disponibilidad de comida, relaciones de la rapaz-presa e interacciones competitivas que pueden alterar la estructura de la comunidad. El cambio del clima también puede alterar la dinámica del patógeno-hospedador y grandemente la influencia cómo se manifiestan las enfermedades. Los cambios en el clima pueden actuar recíprocamente con otro factor como la radiación de UV-B y contaminantes. Las interacciones entre todos estos factores son complejas y están a cargo de un poco de declives de la población anfibios y extinciones probablemente (Blaustein *et al.*, 2010).

Los cambios en el clima global pueden causar cambios en los rangos geográficos de plantas y animales, recientes cambios climáticos ya han producido que exista este cambio. Los cambios más extremos en el clima proyectado durante el próximo siglo producirán cambios aún más grandes probablemente en las distribuciones de la especie, los impactos de estos cambios pueden tener efectos profundos en la estructura de la comunidad y el funcionamiento de ecosistemas, usando modelos de Bioclimáticos definen la distribución actual de una especie como una función de clima actual y entonces proyecta los rangos potenciales futuros basaron en los datos del clima futuros proyectados, se evaluó la vulnerabilidad relativa de anfibios al cambio del clima (Figura 5) mostrando que algunos de los más grandes impactos a las poblaciones anfibias ocurrirán en varias áreas que tienen concentraciones altas de especies de rango restringido y se proyectan ponerse más caliente y más seco (Lawler *et al.* 2006 citado por Blaustein *et al.*, 2010).

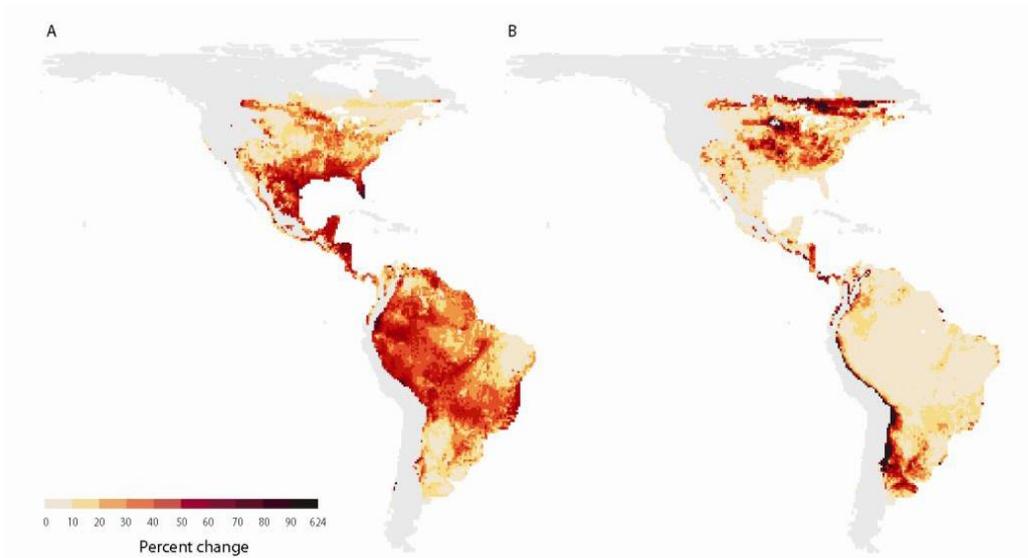


Figura 5. Predicciones de pérdida (A) y ganancia (B) de especies de anfibios como resultado de cambios de clima-manejados en la distribución de especies.

Una serie de estudios en los trópicos han encontrado una relación causal entre irregularidades climáticas y declives poblacionales. En Brasil se ha registrado la extinción de 5 especies de sapos en consecuencia a una serie de heladas. También en Brasil, se han detectado declives en las poblaciones de anfibios relacionados con inviernos más secos. En Puerto Rico se han relacionado los dramáticos declives en la población de *Eleutherodactylus coqui* se correspondían con el creciente número de extensos periodos secos (Kiesecker *et al.*, 2001 citado por Mendoza 2011).

El cambio del clima se ha implicado en los declives de algunos anfibios Neotropicales, los anfibios documentaron cambios ascendentes de nueve especies ecuatorianas en los últimos 20 años. La temperatura medioambiental y humedad los modelos pueden influir en ecología anfibia, fisiología, y conducta porque los anfibios deben mantener la piel húmeda para el intercambio de oxígeno. Como resultado, científicos han enfocado en los efectos de medioambiental los factores en los declives de la población (Lips *et al.*, 2005).

Las erupciones de las enfermedades para los anfibios han ocurrido simultáneamente, sugiriendo que ellos pueden relacionarse a los cambios ambientales. Se ha sugerido que el evento El Niño pueda estar aumentando su frecuencia e intensidad como resultado del cambio del clima global. La frecuencia aumentada de los eventos de El Niño también pueden aumentar el la incidencia de alta mortalidad embrionaria experimentada por cierto los anfibios en el Noroeste de Pacifico. Si la mortalidad alta de los embriones ocurre con mayor regularidad e intensidad, ellos pueden producir los declives de la población. Se piensa en una serie compleja de interacciones los cambios

involucrando en medios físicos (la profundidad de agua y exposición de UV-B) y bióticos (las erupciones de la enfermedad) factores que alteran los modelos de mortalidad (Kiesecker *et al.*, 2001).

### **3.1.6. Estado de conservación de los Anfibios en el Perú**

De las 110 especies descritas desde el 2003, 77 fueron andinas y 64% de éstas se encuentran fuera del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) o alguna Área Natural Protegida (ANP). En total son reconocidas 235 especies andinas, el 80% son endémicas de Perú y 58% de éstas se encuentran fuera del SINANPE. 91 especies andinas están en categorías de amenaza y en la categoría de Casi Amenazado, y 53% de éstas se encuentran fuera del SINANPE. Los géneros *Telmatobius* y *Atelopus*, así como las familias Centrolenidae y Strabomantidae, presentan los porcentajes más altos de especies andinas con categorías de amenaza y Casi Amenazado. Para 83 (36%) especies de anfibios andinos presentes en Perú (Aguilar *et al.*, 2010).

Se inspeccionaron un total de 83 especies de anfibios, 80 pertenecientes al orden: Anura y 3 del orden: Cecilia; 44 especies de las 83 especies, están reconocidas como amenazadas por la UICN y/o el gobierno peruano. Las otras 39 especies deberían ser re-evaluadas debido a que enfrentan varias amenazas. Casi 40% de especies amenazadas (17 especies) se encuentran fuera de las áreas naturales protegidas en el Perú. Permaneciendo 27 especies dentro de las áreas naturales protegidas. Una re-evaluación es necesaria debido a que el gobierno reconoce sólo 8% de las especies de anfibios en Perú como amenazadas. En cambio, el estimado global reconoce como amenazadas al 32% de especies de anfibios del planeta. Además de usar criterios de UICN, esta re-evaluación debería incluir estándares usados en Perú y otros países. Debido a que el hábitat de casi 40% de las especies amenazadas reportadas aquí no tiene ninguna protección, y debido a que no existen datos suficientes (von May *et al.*, 2008).

### **3.1.7. Área Natural Protegida (ANP)**

Son espacios continentales y/o marinos del territorio nacional reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado como tales, debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. Según en Artículo 68° de la Constitución Política del Perú “El Estado está obligado a

promover la conservación de la diversidad biológica y de las Áreas Naturales Protegidas” (SERNANP, 2012).

En el Perú se han establecido: 75 ANP de administración nacional, que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SINANPE; 15 ANP de conservación regional y 50 ANP de conservación privada (SERNANP, 2012).

### **Reserva Nacional Tambopata**

En el año 1977, por resolución ministerial N° 0001-77-AG/DGFF, se creó la Zona Reservada Tambopata (ZRT) alrededor del albergue Explorer’s Inn, que lo incluye, ocupando el territorio comprendido entre los ríos La Torre y Tambopata y la quebrada Infierno sobre un área de 5 500 ha (SERNANP, 2011).

En 1990, sobre una extensión de 4 478 942,45 ha (que incluye a la Zona Reservada Tambopata), la Resolución Ministerial N° 032-90-AG/DGFF crea la Zona Reservada Tambopata-Candamo, ubicada entre los 12°20’ y 14°36’ de latitud sur, y entre los 68°30’ y 70°27’ de longitud oeste, ocupando parte del territorio de los departamentos de Madre de Dios y Puno (SERNANP, 2011).

La Zona Reservada Tambopata-Candamo mantuvo esta categoría transitoria hasta que en, 1996, mediante Decreto Supremo N° 012-96-AG, parte de su superficie es anexada al Santuario Nacional Pampas del Heath para conformar el Parque Nacional Bahuaja-Sonene; el área restante quedó en espera de categorización. En el año 2000, el Decreto Supremo N° 048-2000-AG, destina una parte de este territorio a la ampliación del Parque Nacional Bahuaja-Sonene y otra crea la Reserva Nacional Tambopata quedando 262 315 ha excluidas para formar parte de la zona de amortiguamiento de las dos áreas naturales protegidas. La Reserva Nacional Tambopata quedó, entonces, establecida sobre una superficie de 274 690 ha, ubicada en la provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios (SERNANP, 2011).

### **Ubicación y Extensión:**

La Reserva Nacional Tambopata se encuentra ubicada al sur del río Madre de Dios en los distritos de Tambopata e Inambari de la provincia de Tambopata, sobre una superficie de 278 284 ha. La Reserva limita por el norte con la provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios; por el este con Bolivia; por el sur con el Parque Nacional Bahuaja Sonene; y por el oeste con la comunidad nativa de Kotsimba (SERNANP, 2011).

La zona de amortiguamiento, de la Reserva en la zona norte se extiende desde la comunidad nativa de Kotsimba hasta el río Heath y con una área de 186 450 ha (SERNANP, 2011).

### **Factores Climáticos**

La temperatura media anual de 26°C, fluctuando entre los 10°C y los 38°C. Las temperaturas bajas están asociadas a la presencia de vientos fríos que llegan del antártico a través de los Andes. La presencia de vientos fríos determina la ocurrencia de lo que se denomina en Madre de Dios como "friaje" que es el descenso de la temperatura con días de cielo cubierto asociados a lloviznas persistentes, el friaje tiene una duración de dos a tres días aunque, ocasionalmente, estos eventos ocurren con mayor intensidad y frecuencia en los meses de junio y julio. Las temperaturas máximas llegan a los 38°C y se presentan regularmente en los meses de setiembre a octubre (SERNANP, 2011).

La precipitación anual oscila entre 1 600 a 2 400 mm, La precipitación mensual presenta variación a lo largo del año, presentándose meses de lluvias máximas (diciembre a marzo), meses de transición (abril, mayo y octubre, noviembre) y meses de estiaje (junio, julio, agosto y setiembre). (SERNANP, 2011).

### **Gradiente Altitudinal**

La Reserva Nacional Tambopata se halla ubicada sobre una altitud promedio de 300 msnm, con un rango altitudinal entre los 200 y 400 msnm y una fisiografía poco accidentada con pendientes que oscilan entre el terreno llano y 35 % de inclinación. La zona de amortiguamiento tiene similares características. El extremo noroccidental de la reserva y su zona de amortiguamiento son las áreas de mayor pendiente (hasta 35 %) y hacen parte de la cabecera de la cuenca del río Malinowsky mientras que el resto del área presenta pendientes más suaves a terreno llano (SERNANP, 2011).

### **Hidrografía**

La Reserva Nacional Tambopata, el Parque Nacional Bahuaja Sonene y sus zonas de amortiguamiento albergan, aunque no en su totalidad, a las cuencas de los ríos Tambopata y Heath, conformadas por quebradas grandes, medianas y pequeñas que hacen accesible a la mayoría de los espacios durante la época de creciente (SERNANP, 2011).

El río Tambopata nace en las alturas del departamento de Puno, fuera de los límites del Parque Nacional Bahuaja Sonene y tiene como principales afluentes a los ríos Távara

en el Parque Nacional Bahuaja Sonene y Malinowsky, por la margen derecha; y al río La Torre por la margen izquierda en la Reserva Nacional Tambopata. El río Tambopata casi no forma meandros y la formación de cochas es escasa predominando los tramos rectos que bordean terrazas y colinas a ambos lados de la orilla. La densidad de cochas desde su desembocadura hasta su confluencia con el río Malinowsky es de cuatro cochas por 100 km de río. El ancho del río es variable, alcanzando, aproximadamente, 250 metros en su curso inferior y puede llegar a medir el doble en el curso medio, cuando se extiende en un lecho plano (SERNANP, 2011).

### **Zonas de Vida**

Según el mapa ecológico del Perú de INRENA en el 1994, la Reserva y su zona de amortiguamiento presentan tres zonas de vida comunes a ambas áreas (bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical transicional a bosque pluvial subtropical, y bosque muy húmedo subtropical)

La zona de la reserva presenta las siguientes zonas de vida:

- Bosque húmedo subtropical (bh-S) tiene 160 168 ha con 57,56% del total de superficie.
- Bosque muy húmedo subtropical (transicional a bp-S) (bmh-S/bp-S) tiene 2 709 ha con 0,97% del total de superficie.
- Bosque muy húmedo subtropical (bmh-S) tiene 115 406 ha con 41,47% del total de la superficie.

Haciendo un total la zona de la reserva de 278 284 ha.

La zona de amortiguamiento presenta las siguientes zonas de vida:

- Bosque húmedo subtropical (bh-S) tiene 99 158 ha con 53,18% del total de la superficie.
- Bosque muy húmedo subtropical (transicional a bp-S) (bmh-S/bp-S) tiene 21 683 ha con 11,63% del total de la superficie.
- Bosque muy húmedo subtropical (bmh-S) tiene 65 609 ha con 35,19% del total de la superficie.

Haciendo un total la zona de amortiguamiento de 186 450 ha (SERNANP, 2011).

### **3.2. MARCO CONCEPTUAL:**

#### **Abundancia**

Indica el número de individuos presentes en un hábitat determinado. Se relaciona con los términos de densidad y dominancia, puesto que ocupa el primer nivel de clasificación no paramétrica en la escala de frecuencias (Sarmiento, 2000).

Es la representación proporcional de una especie en una comunidad, las especies que alcanzan alta abundancia son las dominantes. La abundancia de especies refleja la variedad y la abundancia de recursos disponibles para cada población (Ricklefs, 2001).

#### **Amplexo**

Abrazo nupcial de anuros donde el macho se sube a la espalda de la hembra y la agarra con firmeza normalmente por las axilas o bien a la altura de la zona inguinal, este estimula a la hembra, que empieza a liberar los huevos en el agua, que son fertilizados por el macho cuyo líquido seminal es liberado gradualmente (Mayoral *et al.*, 2010).

#### **Clima**

Estado medio de los procesos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico amplio durante un periodo largo de tiempo (Sarmiento, 2000).

#### **Dimorfismo Sexual**

Diferencia extrema que manifiesta un macho y una hembra de la misma especie sea en tamaño, forma, color, etc. (Sarmiento, 2000).

El dimorfismo sexual no suele ser tan marcado en los anuros, sin embargo los machos en general, son más pequeños y en la estación de cría tienen almohadillas nupciales prominentes, teñidas de negro, en sus dedos pulgares, lo que les permite sujetar con firmeza a la hembra durante el amplexo (Mayoral *et al.*, 2010).

#### **Diversidad**

Se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos; también se entiende como la riqueza, cantidad y gran variedad de seres vivos que existen en un área determinada. Incluye el número de especies y número de individuos que existen en el suelo, agua y bosques (Canales, 2004).

#### **Elementos Climáticos**

Factores de incidencia ecológica restringida especialmente al medio físico y meteorológico (insolación, fotoperiodo, precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa, presión barométrica, etc.) (Sarmiento, 2000).

### **Factor**

Una variable que se piensa puede influenciar la variable que se estudia, o el conjunto de variables a las que se les atribuye relevancia (Sarmiento, 2000).

### **Humedad Relativa:**

Indica la relación, expresada en porcentajes (%), entre la cantidad de vapor de agua existente en la atmosfera y la que podría contener a la misma temperatura (Cuadrat y Pita, 1997).

Relación entre el vapor de agua existente en el aire y la cantidad que saturaría este aire a una temperatura dada (Sarmiento, 2000).

### **Metamorfosis**

Transformaciones que realizan muchos organismos, en el curso de su desarrollo, desde que nace hasta adquirir las características de adulto (Sarmiento 2000).

### **Precipitación Pluvial:**

Es la caída directa al suelo de humedad en estado líquido, es la forma más común de precipitación. La forma de gotas líquidas de diámetro variable entre 1 y 2 mm pudiendo alcanzar un máximo de 7 mm, cuando las gotas de agua alcanzan un tamaño inferior a 0.5mm entonces se habla de llovizna, teniendo como fuente principal las nubes, esta cae al suelo y se convierte en la mayor fuente de agua dulce del planeta, de la que depende una buena parte el paisaje vegetal y la actividad humana (Cuadrat y Pita, 1997).

### **Riqueza**

Es una medida del número de especies en una comunidad (Canales, 2004)

Recuento simple de número de especies en los bosques, pastizales, parques, paramos y sistemas acuáticos donde se encuentran los genes, especies y ecosistemas que constituyen sus biodiversidad son fuentes esenciales de riqueza biológica (Miller, 2002).

### **Temperatura:**

La temperatura no es una forma de energía y, aunque su definición precisa resulta muy compleja, se puede definir como la cualidad que determina la dirección del flujo calorífico entre dos cuerpos. Así, cuando se ponen en contacto dos cuerpos con temperaturas diferentes, el más caliente cede calor al más frío hasta que se igualen sus temperaturas, momento a partir del cual estas permanecen constantes y se interrumpe el intercambio de calor, habiéndose alcanzado el equilibrio térmico entre ambos cuerpos. En consecuencia, la temperatura no se mide en unidades energéticas, sino en unidades específicas para esa magnitud, tales como los grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Cuadrat y Pita, 1997).

## CAPITULO IV. METODOLOGIA

El estudio realizado es Descriptiva, la investigación se realizó en La Reserva Nacional Tambopata, en la Zona de Reserva propiamente dicha, estando las tres localidades (Tambopata Research Center (TRC), La Torre (LAT) y Sandoval (SAN)) evaluadas dentro de esta.

### 4.1. Método de Recolección de Datos

#### 4.1.1. Registro de Encuentro Visuales (REV) o Visual Encounter Survey (VES).

Se escogió este método debido a que registra más número de especies y abundancia de anfibios, también el registro de especies únicas comparado a otros métodos (Doan, 2003).

Este método consiste en transectos de línea recta a una velocidad constante y durante las cuales se intenta detectar presencia de individuos (Rueda *et al* 2006), donde se revisó de manera minuciosa cada microhábitat disponible (debajo de troncos, hojas, ramas, piedras, hojarasca, etc.), pero sin destruir o alterar cada microhabitat; con un ancho de banda de 2 m. a cada lado (Young, 1999), la velocidad de caminata aproximada fue de 1.6 m/min, teniendo como meta llegar a una longitud total de 100 m; con un tiempo estimado de 1 hora aproximadamente. Cada transecto se realizó con dos personas y con ayuda de un GPS (Garmin Etrex Vista) se georeferenció todo el recorrido, estableciendo el punto de inicio y final, también se marcó el punto de inicio y final de manera permanentemente con cintas reflectantes donde se puso el número de transecto; con la finalidad de poder volver a evaluar el mismo transecto en las siguientes temporadas. Una persona procedió a capturar al individuo manualmente o con ayuda de una red entomológica, el llenado de la ficha de campo (anexo 1) por otra persona, en el cual se registró los datos de cada individuo (temperatura, humedad relativa y radiación U.V. y actividad); también con una cámara se realizó dos tomas fotográficas de cada individuo tanto dorsal como ventralmente, la retención de cada individuo fue lo más corta posible para luego ser liberado en el mismo lugar y de la misma manera donde se halló; los muestreos se realizaron en dos tiempos (noche y día) durante un día con el mismo método descrito, como a continuación se describe.

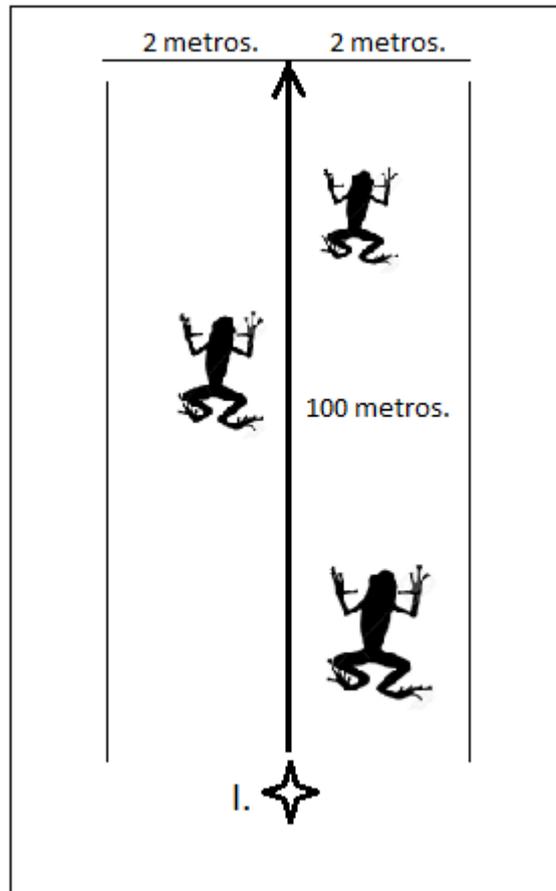


Figura 6. Expresión gráfica del método utilizado (REV), donde demuestra un transecto lineal. Donde I = investigador.

**REV diurnos**, entre las 9.00 horas y las 12.00 horas debido a que la mayor parte de los dendrobátidos, algunos bufónidos, ciertos leptodactílidos son muy activos durante las mañanas soleadas (Rueda *et al.*, 2006), por cada día se realizó el muestreo de dos transectos.

**REV nocturnos**, entre las 20.00 horas y las 23.00 horas debido a que la mayoría de anfibios tienen actividad nocturna siendo mayor antes de la media noche que después de media noche (Schlüter *et al.*, 2004; Rueda *et al.*, 2006; Doan, 2002; Mayoral *et al.*, 2010; INRENA, 2005); también para estas horas se utilizó dos linternas por persona, en cada noche se realizó dos transectos.

#### 4.1.2 Toma de datos de factores climáticos

Se realizó la toma de cuatro factores climáticos (precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa y radiación U.V.) (anexo 2); debido a que los anuros son más susceptibles al cambio de estos factores y a que la zona de estudio es una ANP no involucrando a factores antropogénicos.

**Precipitación pluvial**, estos datos se obtuvieron con la ayuda de un equipo pluviómetro OREGON científico, con la que se pudo registrar la precipitación pluvial por día.

**Temperatura**, La toma de temperatura se realizó con ayuda de un termómetro ambiental tipo lapicero de marca Ambient weather; se registró el punto de inicio y final de cada transecto, y a una altura de 2 m. expresada en grados Celsius (°C). Igualmente se tomó un dato de temperatura en el punto exacto donde se encontró a cada individuo.

**Humedad Relativa**, Los datos de Humedad relativa se tomaron con ayuda de un higrómetro tipo lapicero de marca Ambient weather, al igual que la temperatura a 2 m de altura en el caso del punto de inicio y final para cada transecto, también se registró un dato de humedad relativa en el punto exacto donde se encontró cada individuo.

**Radiación U.V.**, La toma de datos de la radiación solo se realizó durante los muestreos diurnos, con la ayuda de un medidor de U.V.B y U.V.A de marca General, expresada en uW/cm<sup>2</sup>. Se registró en el punto de inicio y final de cada transecto y también en el punto exacto donde se encontró cada individuo.

#### **4.1.3 Protocolo de Bioseguridad**

La manipulación hecha en el campo es una fuente de estrés que puede inducir un estado de inmunodepresión en los individuos y, potencialmente, aumentar la susceptibilidad de la población (Aguirre y Lampo 2006); el objetivo principal de este protocolo fue de prevenir y minimizar las oportunidades de introducir enfermedades cuando se esté trabajando con los Anuros.

Se han identificado varias enfermedades en anfibios que pueden ser devastadoras, al grado de causar disminuciones locales, globales y, en casos severos extinciones, si son introducidas inadvertidamente o intencionalmente en poblaciones que nunca han estado expuestas a estos patógenos. Dos enfermedades infecciosas emergentes de gran importancia a nivel global son la quitridiomycosis cutánea de anfibios, causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, y la infección por ranavirus. Aunque se necesitan muchas más investigaciones antes de comprobar si estas enfermedades fueron inducidas por cambios ocasionados por los humanos, es de suma importancia tomar las medidas preventivas para minimizar la posibilidad de introducir agentes infecciosos potencialmente patógenos, cuando se esté trabajando con anfibios silvestres o en cautiverio (Aguirre y Lampo, 2006).

Al manipular los anuros directamente con la mano se corre el mayor riesgo de contaminación, pues se entra en contacto directo con el medio donde crecen las

zoosporas. Para minimizar este riesgo es necesario desinfectar las manos después de manipular a cada animal con solución desinfectante para manos. En caso de encontrar Anuros muertos no se manipulara por ningún motivo, en caso de Anuros moribundos se manipulara estos con el uso de guantes desechables para cada individuo (Aguirre y Lampo, 2006).

Los equipos de campo como la red, botas, cubos plásticos, etc., primeramente se lavaron y luego desinfectaron con cloro (hipoclorito de sodio) al 4% (Aguirre y Lampo, 2006), los equipos necesitados se desinfectaron una vez para cada transecto (antes y después).

La desinfección del equipo se realizó en el mismo lugar de trabajo para evitar la dispersión del patógeno, pero no tan cerca de la charca o quebrada como para que el desinfectante drene hacia ésta.

#### 4.1.4. Periodicidad de la toma de datos.

Se establecieron tres temporadas de muestreo (cuadro 1), durante un periodo de nueve meses entre 2013 y 2014, que coincidieron con los periodos extremos en términos de precipitación y temperatura, a fin de poder entender los efectos de los factores climáticos. La primera temporada coincide con el inicio de la temporada de lluvias con temperaturas altas (23 de octubre 2013 al 5 de noviembre del 2013); la segunda temporada coincide con el periodo de lluvias fuertes y temperaturas intermedias (26 de febrero 2014 al 10 de marzo del 2014); y la tercera temporada de muestreo coincide con la temporada seca de menor precipitación y temperaturas relativamente bajas cuando también suelen presentar los fenómenos de *friajes*.

**Cuadro 1. Fechas de muestreo realizado para cada localidad y temporada, y número de transectos evaluados de noche y de día.**

	1ra Temporada			2da Temporada			3ra Temporada		
	TRC	TORRE	SANDOVAL	TRC	TORRE	SANDOVAL	TRC	TORRE	SANDOVAL
Fecha	23/10- 27/10 /2013	28/10- 31/10/2013	01/11- 05/11/2013	26/02- 01/03/2014	02/03- 06/03/2014	06/03- 10/03/2014	08/07- 12/07/2014	13/07- 17/07/2014	18/07- 22/07/2014
T-Noche		8	8	8	8	6	8	8	8
T-Día		6	6	6	6	6	6	6	6

Se estableció un esfuerzo de muestreo estándar para cada localidad y temporada, siendo ocho transectos nocturnos y seis diurnos, para un total planificada de 126 transectos. Debido a una noche de intensas lluvias en la localidad de La Torre en la segunda temporada, solo se logró muestrear seis transectos nocturnos en vez de los ocho planificados (ver Cuadro 1)

## 4.2. Análisis de datos

Para todos los análisis se emplearon el software “Excel 2010”, los programas estadísticos “SPSS Statistics 20”, “BioDap” y “MiniTab 15”

**a) Para la Identificación de las especies, realización de un inventario y determinar la diversidad de Anuros con respecto a cambios de factores climáticos.**

### Identificación de las Especies

La identificación se realizó al momento de la captura registrándolo en la ficha de campo y si no fue posible se hizo posteriormente con la ayuda de las tomas fotográficas, conjuntamente con la consulta de claves (Duellman, 1995) y también guías virtuales (Knell *et al.*, 2004), (von May *et al.*, 2010), (Guerrero *et al.*, 2011) y vía internet (Frost, 2011), además de la ayuda de especialistas como : Chris Kyrkbi – Director Fauna Forever, Brian Crnobrna – Herpetologo en Fauna Foerever, Irbin Llanqui – MUSA.

### Realización de un inventario

Se realizó un inventario o un listado de todas las especies agrupándolos en familia y género, también se tiene datos como el número de individuos por cada zona donde se registraron y la temporada de muestreo donde se registró.

### Realización de curvas de acumulación de especies.

Se estableció una curva de acumulación de especies de manera general y también para cada temporada, con el fin de saber si el número de muestras es representativa de la zona de muestreo, es decir si la curva de acumulación tiende a estabilizarse.

### Para determinar la diversidad de Anuros.

Se determinó el **Índice de Diversidad** para cada una de las temporadas como indica a continuación.

**Índice de Shannon-Winner:** El índice asume que los individuos son muestreados al azar a partir de una población infinita y que todas las especies se encuentran representadas en la muestra (Magurran, 1989 citado por Zorro, 2007).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde  $p_i$  es la proporción de individuos hallados en la especie  $i$ -ésima (Magurran, 1989 citado por Zorro, 2007).

Se realizó la prueba de **Homogeneidad de Varianza y Normalidad** de datos del número de especies de cada temporada para poder realizar la prueba **ANOVA (análisis de varianza)**, y determinar diferencia de número de especies en evaluación diurna en 200 metros de transecto y diferencia de especies en evaluación nocturna en 200 metros de transecto, entre las 3 temporadas de muestreo, de caso encontrar diferencia significativa con un nivel de significancia al 0.05, se realizó el contraste de Tukey.

El análisis de **ANOVA** se realizó por separado tanto para la diversidad diurna como para la diversidad nocturna.

### **Para determinar la diversidad de Anuros con respecto a cambio de factores climáticos**

Se utilizó el promedio de cada factor climático por captura y por transecto. Es decir, si en un transecto se capturo 4 individuos, se registró cuatro datos de factores climáticos y se utilizó el promedio de dichas para el análisis de correlación entre especies y factores climáticos.

Para determinar el grado de asociación entre cada factor climático evaluado con la diversidad obtenida se utilizó la prueba de **Correlación de Pearson**, se realizaron cuatro pruebas de correlación (número de especies con precipitación; número de especies con humedad relativa, número de especies con Temperatura y número de especies con R.U.V.); para determinar cuál de estos factores es más influyente a la diversidad de especies.

### **b) Para estimar la abundancia relativa de Anuros con respecto a los factores climáticos.**

**Abundancia relativa**, se estimó la abundancia de manera general por el tiempo (horas) invertido en total y el número de individuos de cada especie detectada, expresada como (individuos/hora/hombre).

**Prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis**, para determinar diferencia de número de individuos entre los 3 temporadas de muestreo, de caso encontrar diferencia significativa con un nivel de significancia al 0.05, se realizó el contraste de Tukey.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} (\sum (\sum R)^2 / n_i) - 3(N-1)$$

**Correlación de Pearson**, se realizó cuatro pruebas de correlación (abundancia relativa con precipitación; abundancia relativa con humedad relativa y abundancia relativa con

temperatura y abundancia relativa con R.U.V.); para poder determinar cuál de estos factores es el más influyente a la abundancia relativa.

### **c) Determinación de la influencia de los factores climáticos sobre la actividad de Anuros.**

#### **Actividad de Anuros**

Se recolectaron datos de la actividad realizada al momento de encontrar al individuo en los métodos de REVs (diurno, y nocturno), estando enmarcadas en las siguientes: Perchado, alimentándose, cantando, amplexo, ovoposición y saltando (Garcia *et al* 2007). Se analizaron los individuos registrados (diurnos y nocturnos) para poder determinar en cuál de las dos existe una mayor actividad. Se analizaron todas las actividades registradas en porcentajes para cada temporada y determinar que actividad tiene el mayor porcentaje.

#### **4.3. Determinación de puntos de muestreo.**

Las tres zonas de muestreo son representativas de todo el área de estudio, ubicadas en las dos zonas de vida más extensas, se determinó los transectos al criterio del investigador principal viendo las características geográficas y florísticas, así mismo zonas claras a oscuras. Obteniendo así 6 transectos diferentes en cada uno de estos aspectos para cada localidad evaluada.



## CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Identificación e inventario de la diversidad de anuros.

#### 5.1.1. Diversidad de Anuros en la Reserva Nacional Tambopata.

Cuadro 2. Inventario de las especies registradas en la Reserva Nacional Tambopata, indicando su localidad en cada temporada de muestreo. Donde: LT (La Torre), S (Sandoval) Fuente: Propia.

TAXON	1º tem			2º tem			3º tem		
	TRC	LT	S	TRC	LT	S	TRC	LT	S
<b>ANURA</b>									
<b>AROMOBATIDAE</b>									
<i>Allobates femoralis</i>		X							
<i>Allobates trilineatus</i>		X		X				X	
<b>BUFONIDAE</b>									
<i>Rhinella margaritifera</i>	X	X			X	X		X	
<i>Rhinella marina</i>			X			X			
<b>DENDROBATIDAE</b>									
<i>Ameerega hahneli</i>			X	X	X	X	X		
<i>Ameerega trivittata</i>				X					
<b>HYLIDAE</b>									
<i>Dendropsophus leali</i>		X			X				
<i>Dendropsophus parviceps</i>		X							
<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>		X			X				
<i>Hypsiboas fasciatus</i>	X			X			X	X	
<i>Hypsiboas geographicus</i>	X	X		X					
<i>Hypsiboas punctatus</i>	X					X			
<i>Osteocephalus castaneicola</i>		X							
<i>Osteocephalus taurinus</i>							X		
<i>Phyllomedusa palliata</i>		X			X				
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	X	X				X			
<i>Phyllomedusa vaillanti</i>				X					
<i>Scinax ictericus</i>		X			X			X	
<i>Scinax garbei</i>			X						
<i>Scinax ruber</i>					X				
<b>LEIUPERIDAE</b>									
<i>Edalorhina perezii</i>			X						
<i>Engystomops freibergi</i>	X			X	X		X	X	X
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>									
<i>Leptodactylus andreae</i>					X				
<i>Leptodactylus bolivianus</i>					X				
<i>Leptodactylus didymus</i>					X	X			
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>			X						
<i>Leptodactylus lineatus</i>						X			
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>					X				
<i>Leptodactylus sp.</i>		X	X	X	X	X			X
<b>MICROHYLIDAE</b>									
<i>Chiasmocleis ventrimaculata</i>	X								
<i>Hamptophryne boliviana</i>	X					X			
<b>PIPIDAE</b>									
<i>Pipa pipa</i>						X			
<b>STRABOMANTIDAE</b>									
<i>Oreobates cruralis</i>				X					
<i>Pristimantis divnae</i>	X								
<b>Total</b>	9	12	6	9	13	10	4	5	2
	23 (67.6%)			25 (73.5%)			8 (23.5%)		

Se registró un total de 34 especies, divididas entre 9 familias, durante el transcurso de los 124 transectos de muestreos (Cuadro 2). Asimismo, se capturaron individuos de 5 otras especies las cuales no pudieron ser identificadas, estas especies no identificadas no fueron consideradas en los análisis siguientes. El mayor número de especies se registró durante la segunda temporada de muestreo (25 especies) donde el rango entre localidades fue de 9-13 especies; seguido por la primera temporada (23 especies, rango 6-12 especies por localidad); y con el menor número en la tercera temporada (8 especies, rango 2-5 especies, Figura 8).

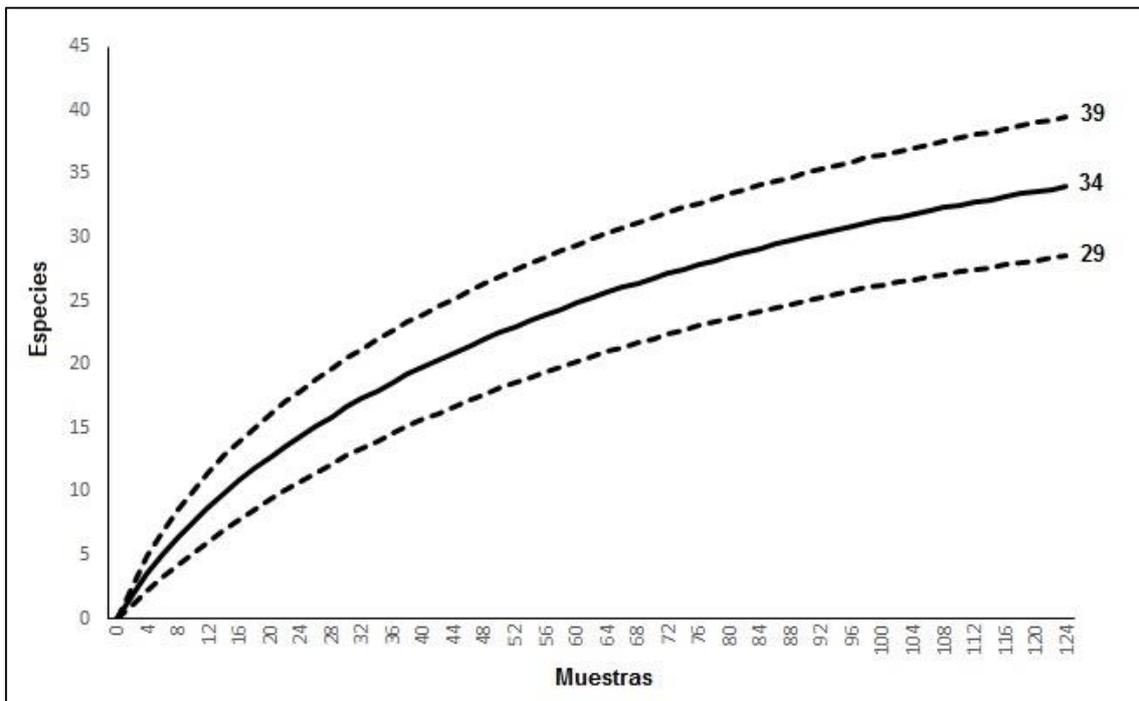


Figura 8. Curva de acumulación de especies general (línea entera), para todas las localidades y temporadas, donde cada muestra consiste en un transecto de 100 m tanto diurno como nocturno. El espacio entre las líneas entrecortadas es el intervalo de confianza 95%.

Al observar la curva de acumulación de especies general (Figura 8) muestra que la asíntota aun no llega a estabilizarse por lo que es de esperar que la riqueza sea aun mayor a la encontrada en la zona de estudio, también se puede observar que a partir de la muestra o transecto 100 al 124 la asíntota no tiende a subir de manera diferencial con respecto a las anteriores muestras, esto debido a que las ultimas muestras se registraron en temporada seca.

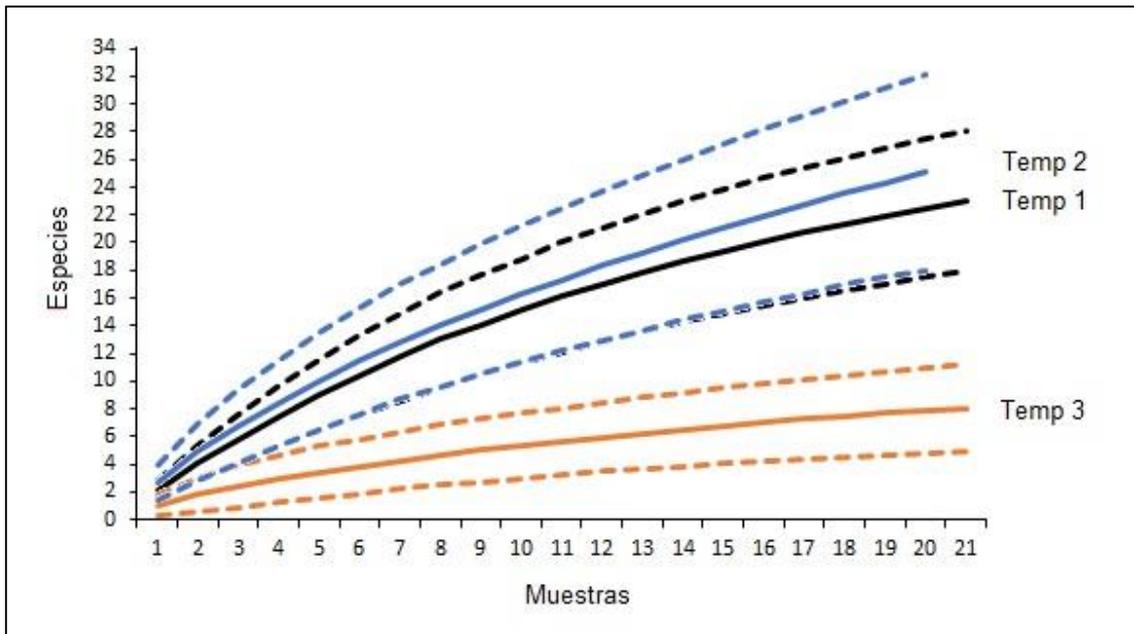


Figura 9. Curvas de acumulación de especies para cada temporada, donde cada muestra consiste en un transecto de 200 m tanto diurno como nocturno. Líneas negras = Temporada 1; líneas azules = Temporada 2; líneas marrones = Temporada 3. El espacio entre las líneas entrecortadas es el intervalo de confianza 95%.

Al observar las curvas de acumulación de especies (Figura 9) en las tres temporadas se puede apreciar diferencias significativas entre cada una de estas. En la temporada 1 (Línea negra) la asíntota no llega a estabilizarse por lo que se espera más especies en esta temporada, además de tener el 67.6% (Figura 10) de todas las especies registradas por lo que es la segunda temporada en tener más especies; en cuanto la temporada 2 (Línea azul) en su curva de acumulación se puede apreciar de manera más significativa que la asíntota no se estabiliza y tiende a una inclinación más pronunciada y por lo tanto se espera una mayor diversidad, aun mayor a la temporada 1, además de tener el más alto registro de todas las especies registradas 73.5%; en cuanto a la temporada 3 se aprecia que la asíntota llega a estabilizarse, pudiendo decir que se obtuvo el total de muestras representativas para la dicha temporada, solo se registro el 23.5% de todas las especies registradas por lo que se considera una diversidad significativamente baja con respecto a las demás temporadas.

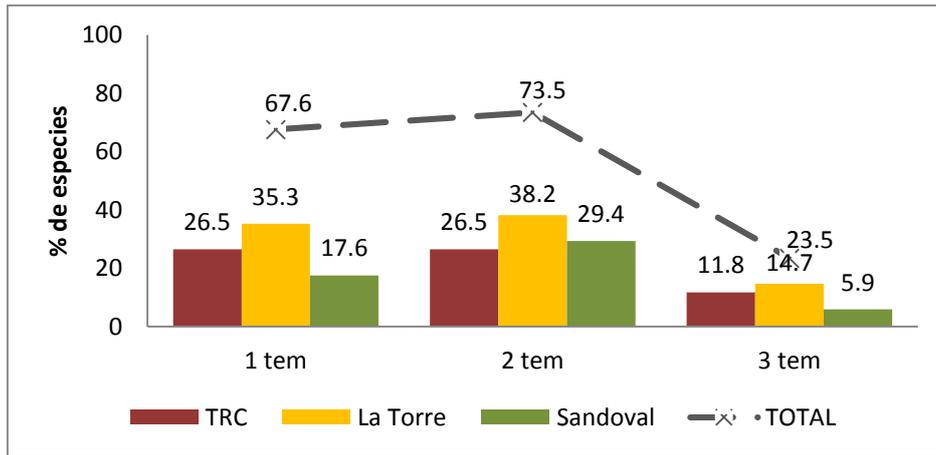


Figura 10. Fluctuación del número de especies en cada localidad de las tres temporadas evaluadas.

Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre temporadas, en términos del número de especies registradas por cada muestra de 200 m de transecto nocturno (ANOVA,  $F = 7.265$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0.003$ , Cuadro 4). La 3ra temporada presenta una diversidad significativamente menor a comparación con las otras temporadas (Figura 11), las cuales presentan una diversidad similar.

Cuadro 4. Prueba estadística ANOVA (SPSS 20) del número de especies de cada 200 metros de transecto nocturno evaluada en cada temporada.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.717	2	10.859	7.265	.003
Within Groups	47.826	32	1.495		
Total	69.543	34			

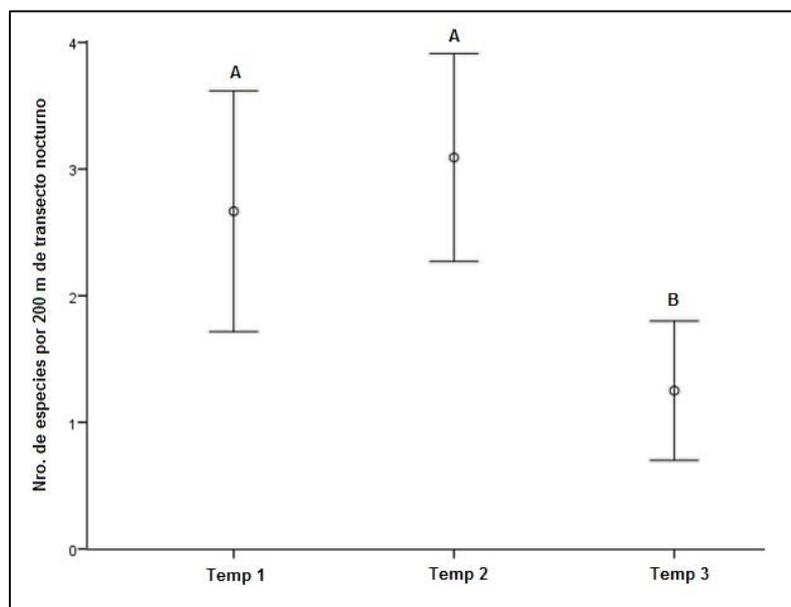


Figura 11. El número de especies registradas por cada muestra de 200 m de transecto nocturno en las tres temporadas de interés. Las temporadas que comparten la misma letra no son significativamente diferentes.

La temporada 3 se diferencia de la temporada 1 y 2 por que en esta se registra un mínimo casi nulo registro de precipitación, siendo esta un factor que influye en otros factores climáticos como la temperatura, humedad y radiación por la nubosidad que esta manifiesta, es por ese motivo que no se observó mas de 2 especies en 200 metros de transecto nocturno la cual consiste a una noche de evaluación, y la mayoría de veces en esta temporada no se tuvo ningún registro, esto debido a que los anuros dependen de pozos de agua para que su reproducción sea exitosa, pero se registró dos especies las cuales al parecer están acostumbradas al clima seco.

Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre temporadas, en términos del número de especies registradas por cada muestra de 200 m de transecto diurno (ANOVA,  $F = 5.431$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0.011$ , Cuadro 5). La 3ra temporada presenta una diversidad significativamente menor y estadísticamente diferente a la segunda temporada, pero similar a la primera temporada (Figura 12).

Cuadro 5. Prueba estadística ANOVA (SPSS 20) del número de especies de cada 200 metros de transecto diurno evaluada en cada temporada.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.963	2	5.481	5.431	.011
Within	24.222	24	1.009		
Total	35.185	26			

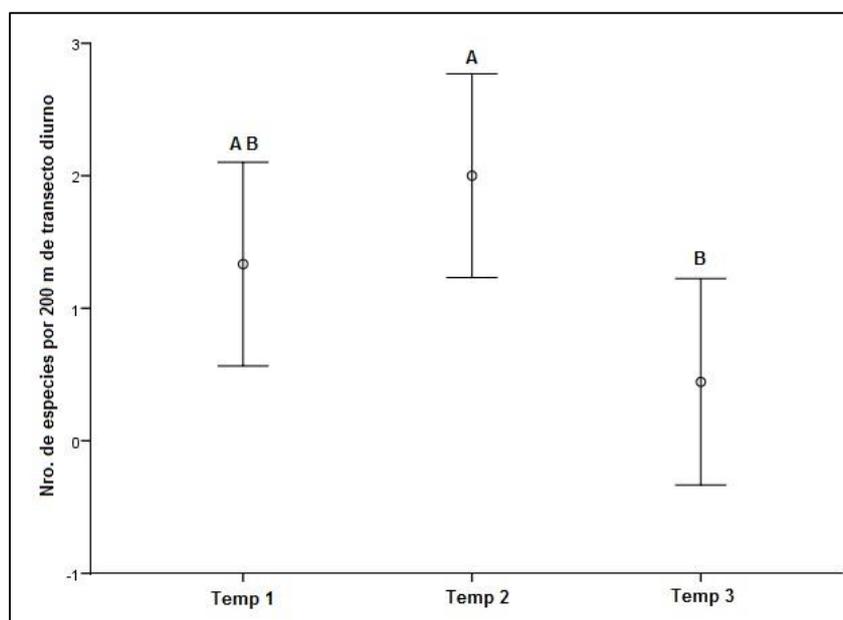


Figura 12. El promedio del número de especies registradas por cada muestra de 200 m de transecto diurno en las tres temporadas de interés. Las temporadas que comparten la misma letra no son significativamente diferentes.

La temporada 2 se diferencia de la temporada 3 por que en esta se registró al menos una especie en 200 metros de transecto diurno incluso se llega a 3 especies por muestra, caso totalmente contrario con la temporada 3 ya que en esta se obtuvo por lo mucho 1 especie por transecto de 200 metros diurno, y la mayoría de muestras diurnas no se obtuvo ningún registro; esto se debe a que en la temporada 3 en los muestreos diurnos se observó que tanto el suelo como la hojarasca estaba seco, además de que la falta de nubosidad hacia que la temperatura sea aún más elevada y la incidencia solar era aún mayor, de manera que se infiere la preferencia de los anuros a climas más húmedos y no con elevadas temperaturas.

En términos del índice de diversidad Shannon, la mayor y menor diversidad se registraron en la Temporada 1 y 3, respectivamente (Cuadro 6). El mismo patrón también se encontró con el índice de Simpson.

Cuadro 6. Índices de diversidad para cada temporada evaluada en la Reserva Nacional Tambopata.

<b>Índices de diversidad</b>	<b>Temporada 1</b>	<b>Temporada 2</b>	<b>Temporada 3</b>
Shannon (H')	2,87	2,71	1,31
Simpson (1-D)	0,94	0,9	0,58

En el índice de Shannon (cuadro 6) indica una mayor diversidad para la primera temporada (H', 2.87), al igual que el índice de Simpson (0,94) indicando que la biodiversidad en esta temporada es significativamente alto, seguido de la segunda temporada (H', 2.71 y 1-D, 0,9), indicando que la biodiversidad en esta temporada es significativamente alto al igual que la primera temporada en cuanto a la tercera temporada (H', 1.31 y 1-D, 0,58), indica que la diversidad en esta temporada es relativamente baja, coincidiendo con el mismo patrón de que la tercera temporada es muy baja de igual manera que se manifestó en las curvas de acumulación y estadísticamente diferente a la temporada 1 y 2, pero la temporada 1 es la que muestra más alto índice de diversidad caso que difiere de la curva de acumulación además del porcentaje que ponían a la temporada 2 como mayor número de especies registradas, esto se debe a que en la temporada 1 se registró relativamente menos especies pero se tuvo más repeticiones de la misma especie, es decir que se obtuvo mayor dispersión de individuos en el total de especie, caso contrario con la temporada 2 ya que algunas especies solo obtuvieron un solo avistamiento, es por eso que los índices de diversidad dan mayor importancia a especies con más individuos.

Todas las especies identificadas (34) dentro de 9 familias, se encuentran en la lista de anfibios viviente en el Perú descrito por MORALES (2010) donde describe 27 familias y 457 especies del orden Anura, sin embargo en AGUILAR. *et al* (2010) difiere de MORALES describiendo 517 especies de anuros en el Perú pero manifiesta el mismo número de familias (27), también indica que existe un incremento de una nueva especie descrita por mes, lo cual hace referencia a 5 especies que no se pudieron identificar para el presente estudio, así mismo en la investigación de PEREZ *et al* (2007) en la cuenca del Amazonas – Perú con 5 veces de esfuerzo con respecto del presente estudio logro un registro de 71 especies de anuros, adicionando 18 especies de anuros al registro de especies en el Perú y 5 nuevas especies para la ciencia, de igual manera DOAN Y ARIZABAL (2002) con dos años de monitoreo constante registraron 210 especies de herpetofauna para la provincia de Tambopata, ahora gran parte consistente en la Reserva Nacional Tambopata, haciendo notar que el estudio de anuros con mayores esfuerzos pueden reportar nuevas especies por lo que se debe de implementar monitoreos constantes en la Reserva Nacional Tambopata.

Cortez (2009), registró 17 especies de anfibios para el Valle de Zongo, Bolivia; al observar la curva de acumulación de especies la asíntota no llega a estabilizarse, por lo que es de esperar que la riqueza sea mayor a la encontrada, en época seca no se registró ninguna especie nueva, de la misma manera que se pudo apreciar en esta investigación, además que hace referencia a la época de lluvia cuando la curva comenzó a crecer de igual manera se pudo apreciar en la curva de acumulación de especies general en la investigación.

DOAN Y ARIZABAL (2002) se alcanzó a registrar una alta diversidad para Tambopata (Shannon  $H'$ , 2,72) la cual es de muy alta similitud para esta investigación (Shannon  $H'$ , 2,87), sin embargo en la época de estiaje este disminuye drásticamente ( $H'$ , 1,31), de igual manera que registra RODRIGUEZ *et al* (2003) explicando que los anuros en su mayoría de especies están activas durante periodos específicos del año y que en su investigación el inventario de anuros no fue realizado debido a desfavorables condiciones ambientales (época seca o estiaje).

## 5.1.2 Influencia de factores climáticos en la diversidad de Anuros.

### DIVERSIDAD y TEMPERATURA.

Se registraron temperaturas entre 21,9 mínima y 33,9 °C máxima (Figura 13) para las tres temporadas las cuales variaron significativamente entre si, con una menor temperatura registrada durante los transectos de la Temporada 3 (Promedio 25.77 °C, Rango 21.9-33.9 °C). La temperatura durante las Temporadas 1 (Promedio 26.74 °C, Rango 23.5-31.8 °C) y 2 (Promedio 27.45 °C, Rango 24.3-31.0 °C) era similar, sin embargo solo se registró especies entre temperaturas de 21,9 y 30,0 °C.

En la primera temporada se obtuvo el registro más alto de 6 especies en la primera noche de muestreo (1N) en la localidad de la Torre y también hubo muestreos en las cuales no se pudo registrar ningún individuo (3D-Torre, 2D y 3N-Sandoval); los datos de temperatura en esta temporada fluctuaron de 23,5°C a 31,8°C, coincidiendo la temperatura más baja al muestreo donde se registró el más alto número de especies y en cuanto a la temperatura mas alta registrada coincide con uno de los registros mas bajos (0 especies).

En la segunda temporada el más alto registro en un muestreo fue de 5 especies en la primera noche de muestreo (1N) en la localidad de la Torre, coincidiendo con la primera temporada de evaluación en esta localidad, en esta temporada en todas las salidas de muestreo se pudo registrar individuos teniendo como un mínimo de registro una especie en 1D-TRC y 1D,3N y 3D – Sandoval, la temperatura en esta temporada fluctuó de 24,3°C a 31°C, la más alta temperatura registrada coincide con uno de los registros más bajos (1 especie).

En la tercera temporada el más alto registro de muestreo fue de 3 especies, que se registraron en 2 muestreos (1N, 1D-Torre), en 9 muestreos no se registró ninguna especie, en cuanto a la temperatura fluctuó de 21,9°C a 33,9°C, las mas altas temperaturas registradas coinciden con los registros más bajos (0 especies).

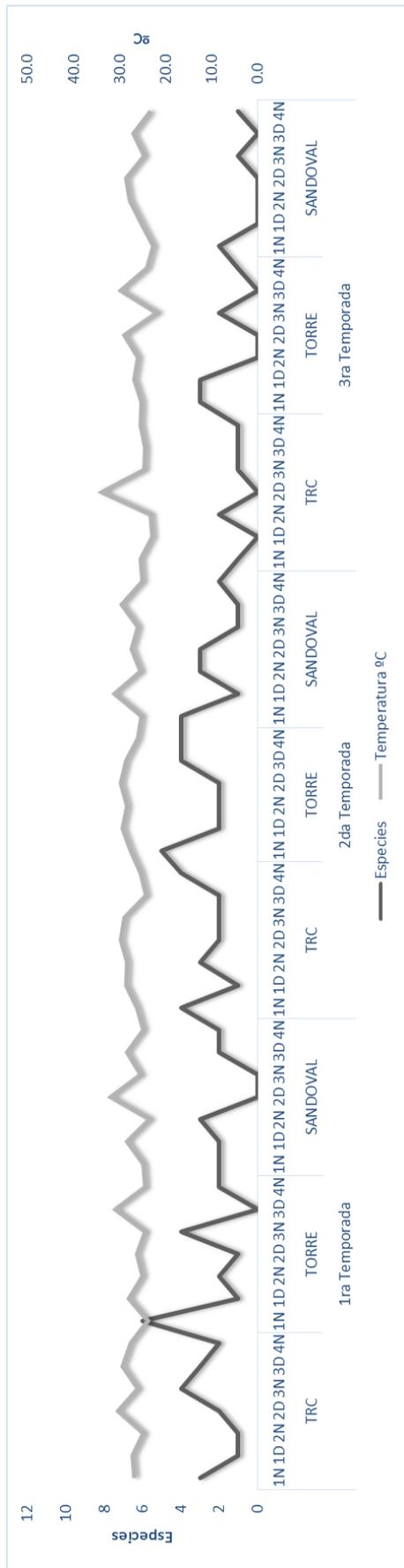


Figura 13. Diagrama de Pareto, fluctuación del número de especies y temperatura en °C en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

Se puede notar claramente que los picos más altos de temperatura coinciden con los datos más bajos de número de especies, por lo que se podría indicar que a más temperatura menor número de especies.

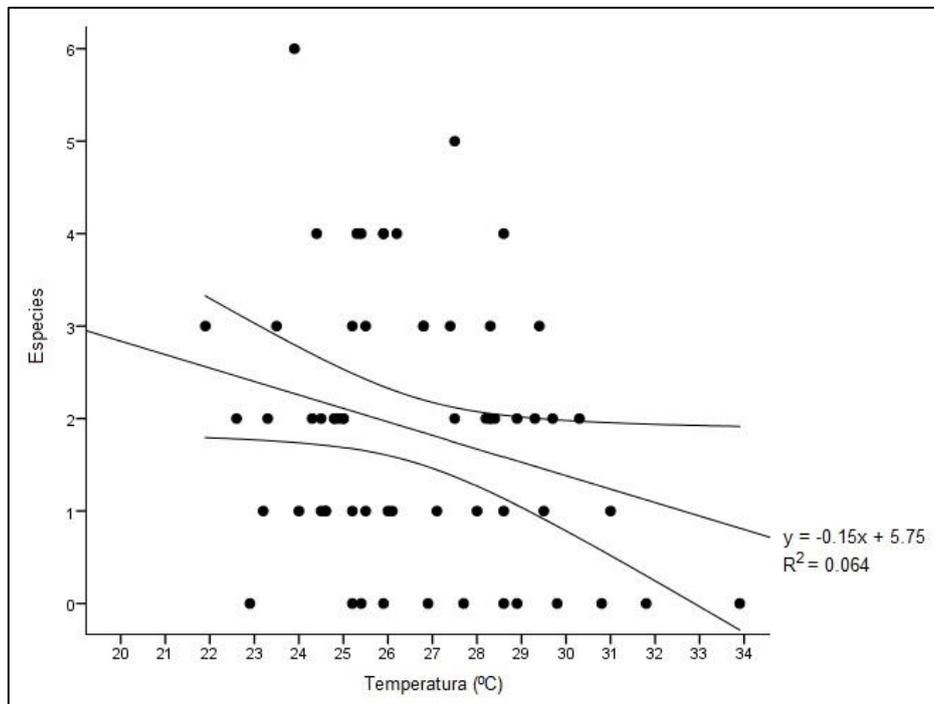


Figura 14. Correlación entre temperatura (°C) y número de especies registradas. La línea recta es la tendencia y las líneas curvas es el intervalo de confianza 95%.

En la dispersión de datos entre temperatura y número de especies, se puede apreciar la tendencia de que a menor temperatura exista mayor número de especies.

Sin embargo en la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación negativo es decir mientras más alta la temperatura más baja el número de especies (Pearson - 0.22=0,22=22%, N = 62, P = 0.047, Figura 14), por lo que existe una asociación muy baja por parte del factor temperatura y el número de especies registradas, por lo que podemos decir, que la temperatura no es un factor que afecte de manera significativa a la diversidad de anuros.

## **DIVERSIDAD y HUMEDAD RELATIVA**

En el caso de registro cero de individuos se promedió la humedad relativa del inicio y final del transecto, cabe señalar también que la 2da temporada se canceló un muestreo (3ra noche) por lo que se hace caso omiso a este dato.

Se registraron valores de humedad relativa entre 68% y 95% para las tres temporadas sin embargo solo se registró especies entre 73% y 95% de humedad relativa (figura 15).

En la primera temporada se obtuvo una Humedad Relativa fluctuante entre 81% a 95%, en cuanto al número de especies el registro mas bajo (0 especies), coincide con el registro mas bajo de Humedad Relativa.

En la segunda temporada la Humedad Relativa fluctuó entre 73% a 90.8%, en esta temporada todos los muestreos obtuvieron especies, el registro más bajo de humedad coincide con el registro más bajo de especies (01 especies), en tanto algunos de los registro mas altos de Humedad Relativa también coinciden con algunos de los mas altos registros de especies (4 especies).

En la tercera temporada la Humedad Relativa fluctuó 68% a 88.5%, en esta temporada 9 muestreos no registraron ninguna especie, 6 de los 9 registros más bajos de especies coinciden con los más bajos niveles de Humedad Relativa.

No se puede apreciar una tendencia de disminución o aumento de la Humedad Relativa al transcurso de las tres temporadas, de igual manera la fluctuación de número de especies a lo largo de las temporadas de muestreo no tiene una tendencia a aumentar o disminuir, sin embargo se puede apreciar que la mayoría de los picos más altos de Humedad coinciden con los más altos registros de especies, de igual manera se aprecia de forma invertida es decir que los picos más bajos de humedad tienden a coincidir con los picos más bajos de registro de especies.

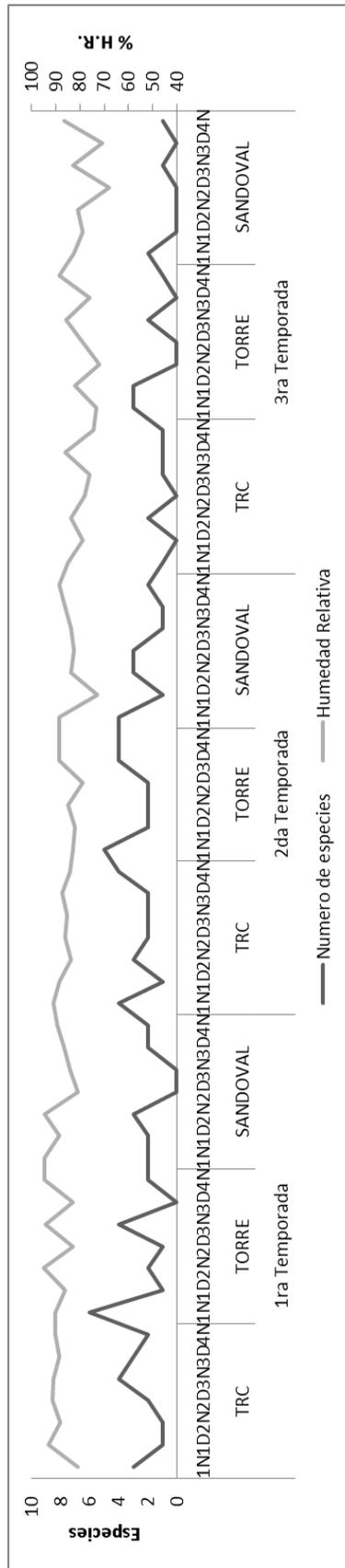


Figura 15. Diagrama de Pareto, fluctuación del número de especies y % de Humedad Relativa en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

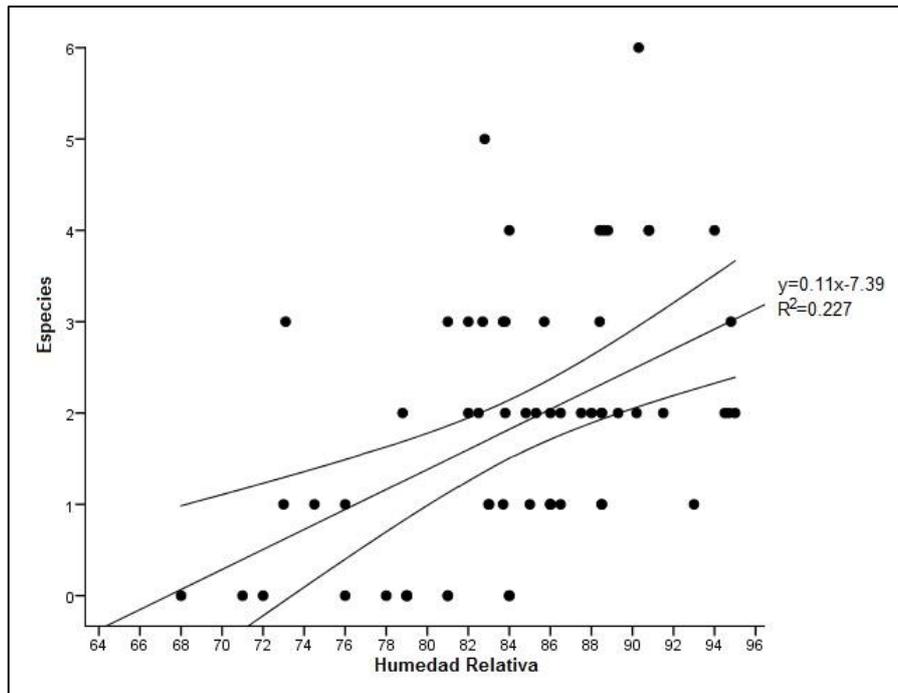


Figura 16. Correlación entre humedad relativa y número de especies registradas. La línea recta es la tendencia y las líneas curvas es el intervalo de confianza 95%.

En la dispersión de datos entre la humedad relativa y número de especies podemos observar que al aumento de la humedad relativa existe la tendencia de aumento de número de especies, eso quiere decir que a mayor humedad mayor será el número de especies.

En la prueba de correlación obtuvo un grado de asociación positivo es decir mientras más alta la humedad más alto el número de especies (Pearson 0,47=47%, N = 62, Figura 16), por lo que existe una asociación relativamente alta por parte del factor Humedad Relativa y el número de especies registradas, por lo que podemos decir, que la Humedad tiene un grado de influencia relativamente alto sobre la diversidad de especies, siendo este factor importante para la comunidad de anuros en general.

## DIVERSIDAD y PRECIPITACION

Se obtuvieron registros de precipitación entre 0 mm/día y 16 mm/día en las tres temporadas evaluadas (figura 17).

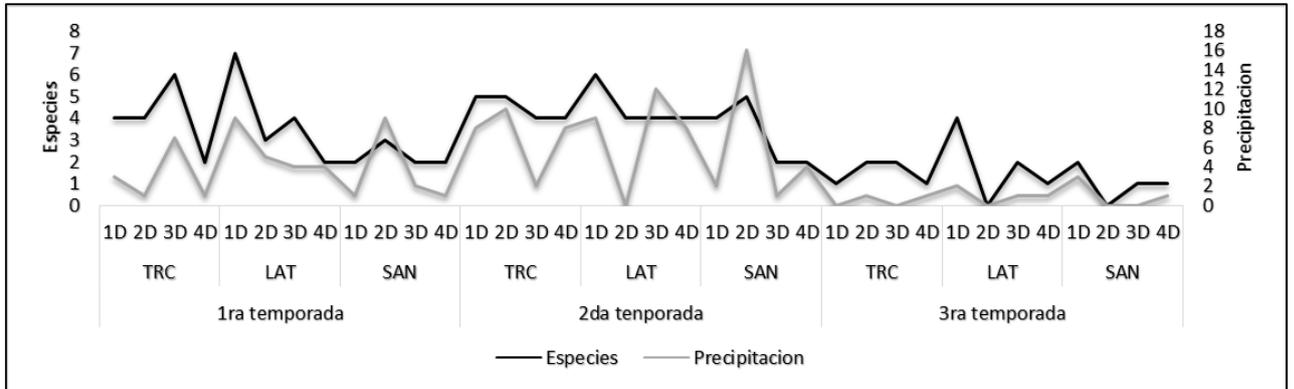


Figura 17. Diagrama de Pareto, fluctuación del número de especies y Precipitación por día en las tres temporadas evaluadas.

En la primera temporada el más alto registro en cuanto a número de especies fue de 7 (1D-LAT), coincidiendo con uno de los registros mas altos de precipitación (9mm) para esta temporada en cuanto al más bajo registro hallado fue de 2 especies en 4 días, 3 de las cuales coinciden con el registro mas bajo de precipitación (2mm).

En la segunda temporada se obtuvo el más alto registro de precipitación (16 mm), así mismo se obtuvo otros registros altos comparado con las demás temporadas como también se obtuvo un día que no se registró precipitación (0 mm), se debe decir que en esta temporada la precipitación es muy variada es decir que en unos días se registró altos y bajos, caso contrario lo que ocurre con el registro de especies ya que se observa un constante registro de 4 a 6 especies por día, esto se debe a que en esta temporada se encontró bastantes cuerpos de agua haciendo favorable el hábitat para los anuros, sin embargo se tiene un registro mínimo de especies para los dos últimos días (3D,4D-SAN) de 2 especies en ambos días, esto se debe a que el sitio de monitoreo en estos días fue en zonas claras donde se presentó poca vegetación y demasiado lodo, por esta razón abundo solo 2 especies por el tipo de hábitat además de que este se encuentra en recuperación por una quema ocurrida hace años.

En la tercera temporada se obtuvo el menor registro de precipitación comparando con las tres temporadas las cuales variaron entre 0mm a 3mm, cabe recalcar que la mayoría de días de muestreo no se obtuvo precipitación por lo que el hábitat de muestreo en general fue seco, siendo este desfavorable para los anuros, por lo que era de esperar que la diversidad de anuros disminuyera drásticamente en esta temporada.

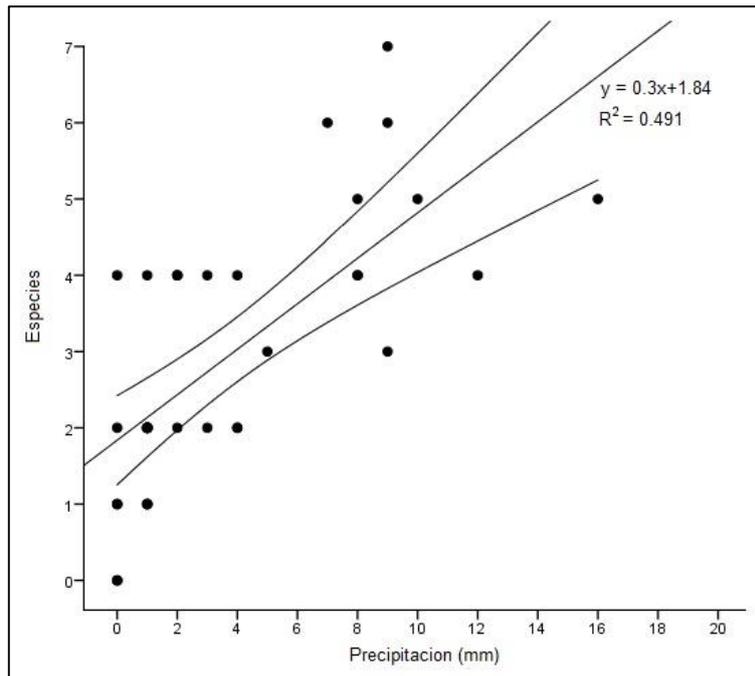


Figura 18. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X= mm de Precipitación y eje Y= número de especies.

En la dispersión de datos entre la Precipitación y la humedad relativa, se puede observar la tendencia al aumento de número de especies conforme va aumentando la precipitación, esto quiere decir que a mayor precipitación debe haber mayor número de especies.

En la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación positivo es decir mientras mas alta la precipitación mas alta el número de especies (Spearman,  $Rho = 0.75=75\%$ ,  $N = 36$ ,  $P < 0.001$ , Figura 18), por lo que existe una asociación significativamente alta por parte del factor Precipitación y el número de especies registradas, por lo que podemos decir, que la Precipitación tiene un alto grado de influencia con respecto a la diversidad de Anuros, siendo este un factor muy importante para la supervivencia de estos anfibios.

## **DIVERSIDAD y RADIACION U.V.**

Los datos analizados en cuanto a la diversidad de especies consisten en los muestreos únicamente diurnos, en vista que de noche no se registra Radiación U.V., sin embargo en los transectos donde no se registró ninguna especie, se promedió el registro de inicio y final de cada transecto.

Los registros obtenidos de radiación u.v. se encuentran entre 13 y 932 uW/cm<sup>2</sup> para las tres temporadas, sin embargo solo se registró especies entre 13 y 354 uW/cm<sup>2</sup> de radiación u.v. (figura 19).

En la primera temporada se registró el más alto número de especies (3 especies) y el más bajo fue de 0, registrándose en dos días de muestreo (3D-Torre y 2D-Sandoval), en cuanto a la radiación el más alto registro que se obtuvo fue de 815 uW/cm<sup>2</sup> y el más bajo registrado fue de 150 uW/cm<sup>2</sup>, en esta temporada los picos más altos de radiación coinciden con los registros mas bajos de número de especies (o especies) y también ocurre lo mismo con los picos más bajos de radiación coincide con los mas altos registros de número de especies.

En la segunda temporada se registró 4 especies en un muestreo como el más alto registro de la tres temporadas, y también se registró 1 especie como el más bajo para esta temporada, en cuando a la radiación en esta temporada se obtuvo los más bajos niveles de radiación con respecto a las otras temporadas, esto pudiendo deberse a que la presencia de nubes que disminuye la radiación y estas fechas es donde más se presentan las lluvias, estos registros de radiación fluctuaron entre 13 uW/cm<sup>2</sup> a 259.5 uW/cm<sup>2</sup>, los picos más altos en cuanto a número de especies coincide con los registros más bajos en cuanto a radiación.

En la tercera temporada es donde casi no se registra especies con un máximo de registro de 3 especies (1D-Torre), y 7 muestreos que registraron 0 especies, en cuanto a la radiación son los más altos registros encontrados con respecto a las demás temporadas, fluctuando de 220 uW/cm<sup>2</sup> a 932 uW/cm<sup>2</sup>, los mas altos registros coinciden con los más bajos registros y de igual manera los más bajos registros de radiación coinciden con los más altos registros de número de especies

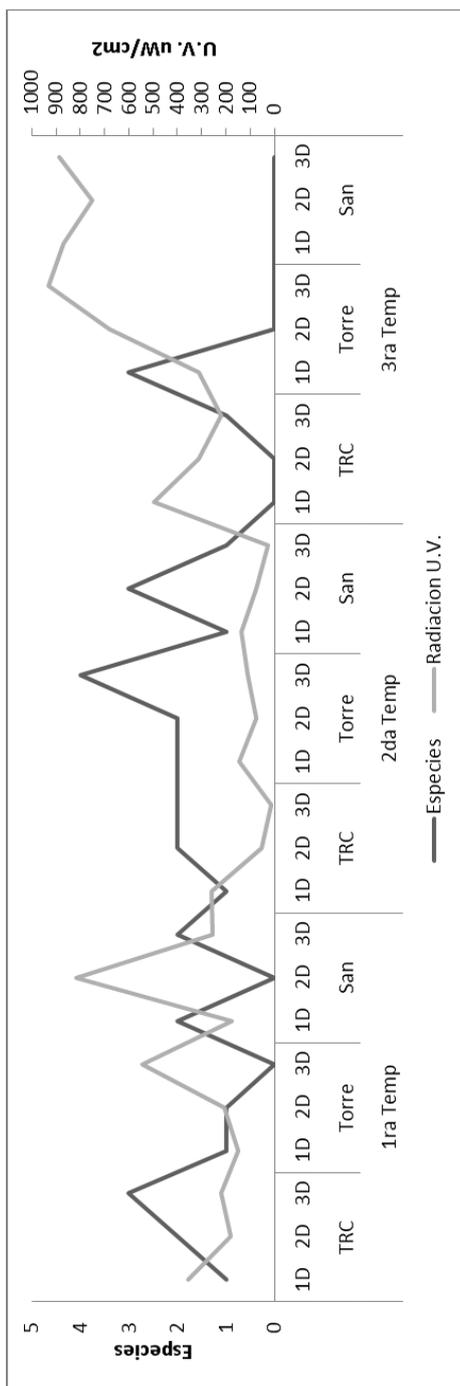


Figura 19. Diagrama de Pareto, fluctuación del número de especies y Radiación U.V. en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

La radiación a lo largo de las tres temporadas disminuye en la segunda temporada comparada con la primera y aumenta drásticamente en la tercera temporada en comparación con la segunda, y de la misma manera se observa la fluctuación de número de especies en las tres temporadas.

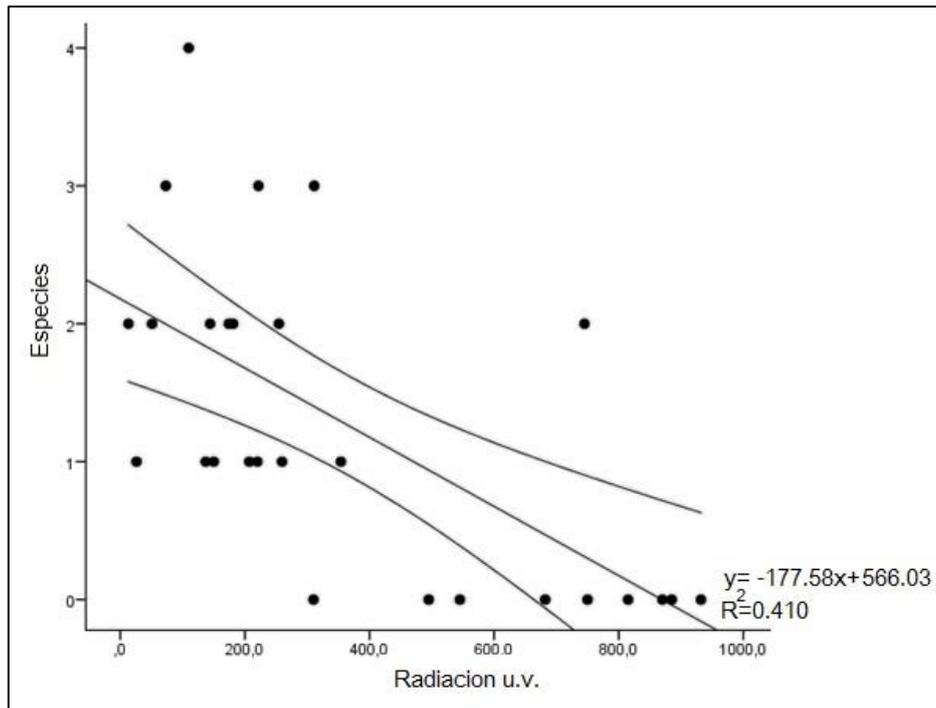


Figura 20. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X= uW/cm2 de Radiación U.V. y eje Y= número de especies.

En la dispersión de datos entre la radiación obtenida y el número de especies se puede observar que tiene una tendencia de disminución de especies a mayor radiación, es decir a mayor número de especies menor será la radiación encontrada.

Así mismo en la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación negativo es decir mientras más alta la radiación u.v. más baja el número de especies (Spearman,  $Rho = -0,66=0,66=66\%$ ,  $N = 27$ ,  $P < 0.001$ , Figura 20), por lo que existe una asociación significativamente alta del 66% por parte del factor radiación u.v. y el número de especies registradas, por lo que podemos decir, que la Radiación tiene un alto grado de influencia con respecto a la diversidad de Anuros, siendo este un factor muy importante en la fluctuación de número de especies de la comunidad de Anuros.

CORTEZ (2009) investigó 17 especies en el valle de Zongo, indicando que un periodo estacionario correspondiente a época de estiaje o seca donde no registra ninguna nueva especie a los ya registrados, también indica que en el comienzo de lluvias empezó a crecer la curva de acumulación de especies, lo cual corrobora a la investigación que obtuvo a la precipitación como el factor climático más influyente en la diversidad (75%).

DOAN (2004) estudio los eventos extremos (friajes) en Tambopata con respecto a los anuros, obteniendo como resultado que la diversidad y riqueza de especies de anuros durante el friaje fueron mayores a las noches sin friajes, lo que difiere de la presente investigación debido a que solo se obtuvo una relación del 22% entre factor temperatura y diversidad, sin embargo el registro más alto de especies se dio a temperaturas relativamente bajas, además de que no se realizó ninguna evaluación bajo condiciones de friaje y por ese motivo quizá no se encuentra la influencia que registro Doan en su investigación, sin embargo. CORTEZ (2006) indica que la temperatura y humedad son factores importantes para los anfibios debido a que a la disminución de altitud registro más especies y a la ascenso altitudinal registro menor número de especies en el Parque Nacional de Cotapata Bolivia, de igual manera se presentó para CACERES y URBINA (2009) indican que la riqueza de anuros está influenciada por la variable humedad relativa en un 44%, de igual manera se obtuvo una influencia relativamente alta del 47% en la presente investigación, además de obtener los registro mas altos de diversidad en los mas altos registros de humedad relativa.

## 5.2. Determinación de la abundancia relativa de anuros.

### 5.2.1 Abundancia de Anuros en la Reserva Nacional Tambopata.

Con un esfuerzo total de 122 horas/hombre (Figura 21), se registró un total de 163 individuos en todas las temporadas para la Reserva Nacional Tambopata. Asimismo, se capturaron 5 individuos los cuales no pudieron ser identificados, estos individuos no identificados no fueron considerados en los análisis siguientes.

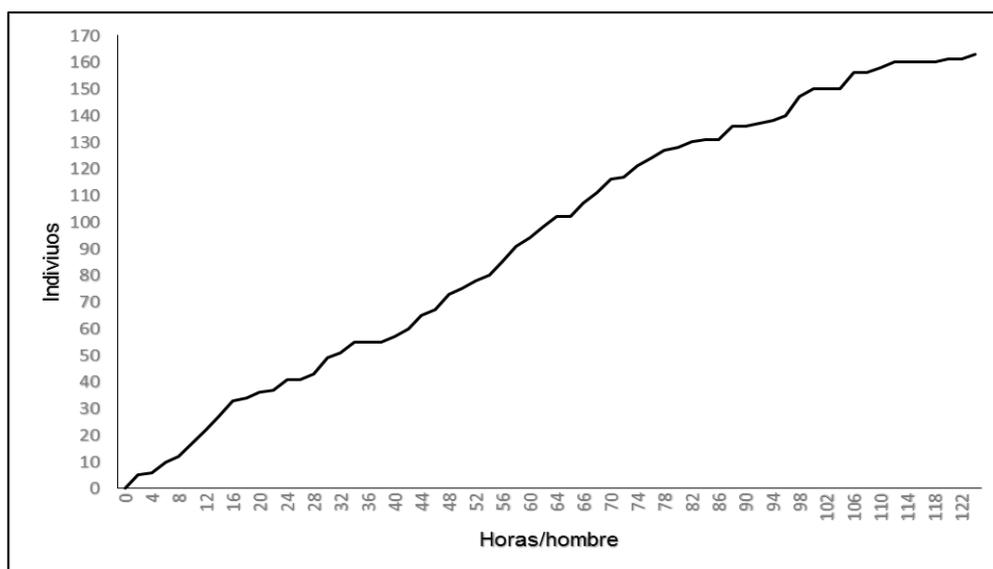


Figura 21. Acumulación de individuos de anuros en 122 horas/hombre de esfuerzo.

En la curva de acumulación de individuos (Figura 21) podemos observar que en las dos primeras temporadas (0-80 horas/hombre) de muestreo manifiesta una ascendencia de acumulación casi ininterrumpida, caso contrario o que ocurre en la tercera temporada (81-122 horas/hombre) que presenta una constante en el final de las horas de esfuerzo.

Cuadro 7. Total de esfuerzo e individuos registrados en las tres temporadas evaluadas de la Reserva Nacional Tambopata.

Temp	Total esfuerzo (hrs/hombre)	Individuos	in/hrs/hombre
1ra	42	60	1,43
2da	38	70	1,84
3ra	42	33	0,79
Total	122	163	1,34

Con un esfuerzo de 122 horas/hombre se obtuvo una abundancia relativa de 1,34 individuos/hora/hombre (Cuadro 7), el mayor registro de individuos se dio en la segunda

temporada (70 individuos), seguido por la primera temporada (60 individuos) y la tercera temporada (33 individuos).

La primera temporada se caracterizó por inicio de lluvias, donde los anuros surgen debido a que esta temporada es altamente importante para poder cumplir con la reproducción y poner las puestas (huevos) donde exista cuerpos de agua ya que en su fase larval o de renacuajo este medio es indispensable para poder vivir y desarrollarse hasta pasar a su fase de adulto.

La segunda temporada caracterizado por los registros más altos en lluvias puede ser este el motivo de los más altos registros de individuos en vista que una localidad (Sandoval) presento inundaciones considerables, y en las demás localidades se presentaron cuerpos de agua como riachuelos y charcos de agua las cuales los anuros utilizan para colocar sus puestas, caso contrario con la tercera temporada donde se caracterizó por ausencia de lluvia o mínima (temporada de estiaje) y es en esta temporada donde se registra la menor cantidad de individuos, comparado a las demás temporadas se apreció la disminución y desaparición total de cuerpos de agua.

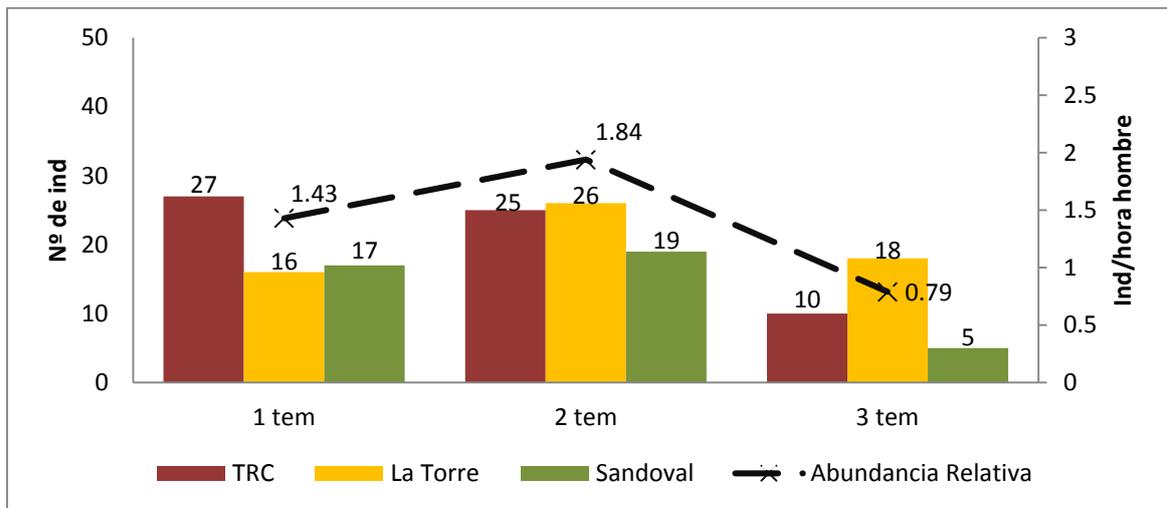


Figura 22. Fluctuación de la abundancia relativa en cada localidad evaluada de las tres temporadas en la Reserva Nacional Tambopata.

Se obtuvo una mayor abundancia para la segunda temporada (1,84 ind/hora/hombre), seguido por la primera temporada (1,43 ind/hora/hombre) y la tercera temporada (0.79 ind/hora/hombre), la abundancia relativa tiene la misma tendencia que el número de individuos (figura 22).

Prueba de Kruskal-Wallis en N° Ind				
Temp	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	3	17,00	5,3	0,26
2	3	25,00	7,0	1,55
3	3	10,00	2,7	-1,81
General	9		5,0	

H = 3,82    GL = 2    P = 0,148

Cuadro 8. Prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis (Minitab) del número de individuos registrados en cada temporada en la Reserva Nacional Tambopata.

La prueba de Kruskal-Wallis para cada temporada, resulto que no se encuentra diferencia ( $P=0,148$ ), esto quiere decir que todas las temporadas son iguales en cuanto al número de individuos por temporada, esto pudiendo deberse a que la tercera temporada se obtuvo un alto registro en la localidad de la Torre (18 individuos), siendo este aun mayor que en la primera temporada en las localidades la Torre y Sandoval.

BLAUSTEIN *et al* (1994) hace referencia a la población del sapo dorado *Bufo periglenes* que en un año se observó hasta 1500 individuos que emergen de la tierra en la primera, sin embargo al paso de dos años esta cantidad de individuos disminuyo notable y considerablemente a 11 sapos adultos, dando como respuesta al factor climático infavorable (ausencia de lluvias) no volviendo a aparecer en años posteriores, del mismo modo se manifiesta en la presente investigación que de un máximo de 70 anuros en la segunda temporada pasó a 33 individuos en la temporada de estiaje, es por ese motivo que se necesita de un monitoreo constante en la Reserva Nacional Tambopata para poder entender la fluctuación de comunidad de Anuros.

TOVAR *et al* (2009) indica que la abundancia disminuye con el paso de la sequía, obteniendo una abundancia relativa de 96,77 ind/hrs/hombre penúltimo mes de época lluviosa y como mínimo de abundancia relativa 12,5 ind/hrs/hombre en el penúltimo mes de época seca, de la misma manera se manifestó en la presente investigación, además cabe mencionar que a pesar de la diferencia de abundancia relativa en el estudio de Tovar estadísticamente no encontró diferencia entre ambas épocas, de la misma manera que ocurre en la comparación estadística de nuestras tres temporadas de muestreo.

MARTINEZ *et al* (2011) indica que la abundancia de *Geobatrachus walker* se obtuvo como resultado el mayor número de individuos fue durante la época lluviosa con 224

individuos, de la misma manera se presentó en la segunda temporada de 70 individuos como máximo registro de las tres temporadas evaluadas.

### **5.2.2. Influencia de factores climáticos en la abundancia relativa.**

#### **ABUNDANCIA y TEMPERATURA**

En la primera temporada los mas altos registros de temperatura fueron de 31,8 (2D-Sandoval) y 30,8 (3D-Torre), coincidiendo con los registros más bajos de abundancia (0 ind/hora/hombre), en cuanto al registro mas bajo de temperatura fue de 23.5 (2N-Sandoval) indica una abundancia relativa de 2 ind/hora/hombre la cual no es la máxima abundancia relativa hallada en la temporada, siendo esta una abundancia relativa media, pudiendo ser esta influencia por otras características como la biogeografía del área de estudio u otro factor climático.

La segunda temporada muestra mas abundancia relativa que la primera y tercera temporada, sin embargo los datos más bajos de abundancia relativa en dos muestreos (1D-Sandoval y 3D-Sandoval) fueron de 0,5 ind/hora/hombre, coincidiendo con los datos más altos de temperatura de 31°C y 29,5°C consecutivamente, en cuanto a las temperaturas más bajas no coinciden con los datos máximos de abundancia relativa pudiendo ser que otro factor sea más influyente en la comunidad de anuros.

La tercera temporada muestra los datos de temperatura más altos y más bajos (33,9°C y 21,9°C) de todas las temporadas, de igual manera ocurre con la abundancia relativa que muestra la más alta registrada en las tres temporadas (3,5 ind/hora/hombre), los datos más elevados de abundancia relativa coinciden con los datos más bajos de temperatura (2N-TRC, 1N-Torre y 3N-Torre), de la misma manera ocurre con el dato más elevado de temperatura 33,9°C (2D-TRC) donde registra una abundancia relativa de 0 ind/hora/hombre.

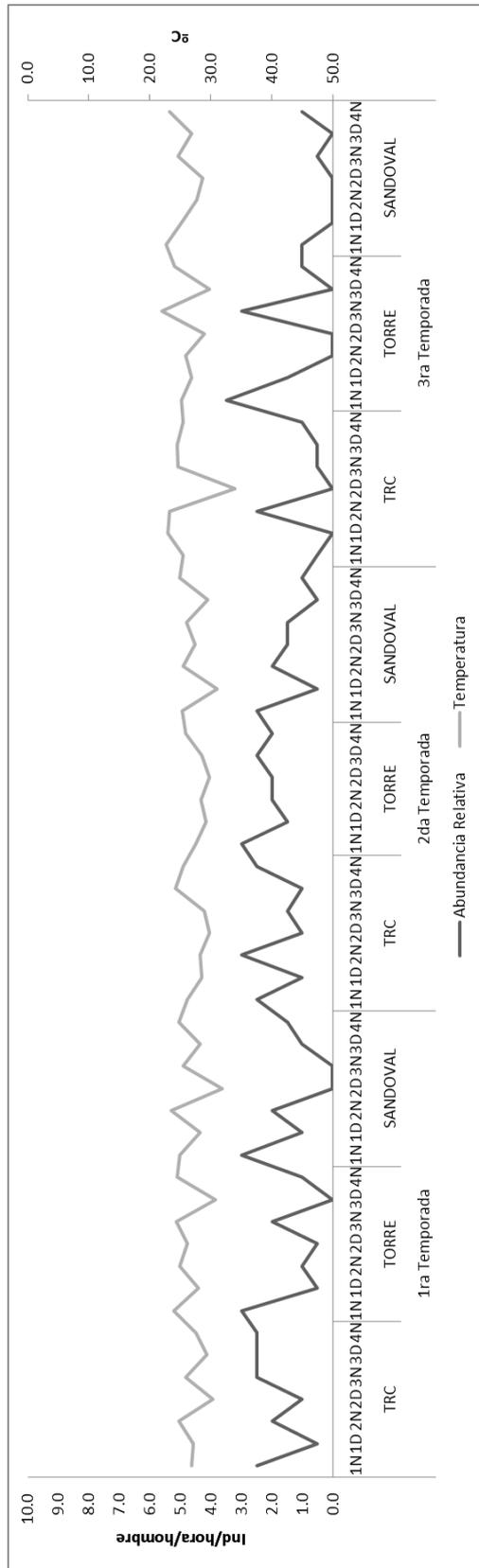


Figura 23. Diagrama de Pareto, fluctuación de la abundancia relativa en ind/hora/hombre y temperatura en °C, en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

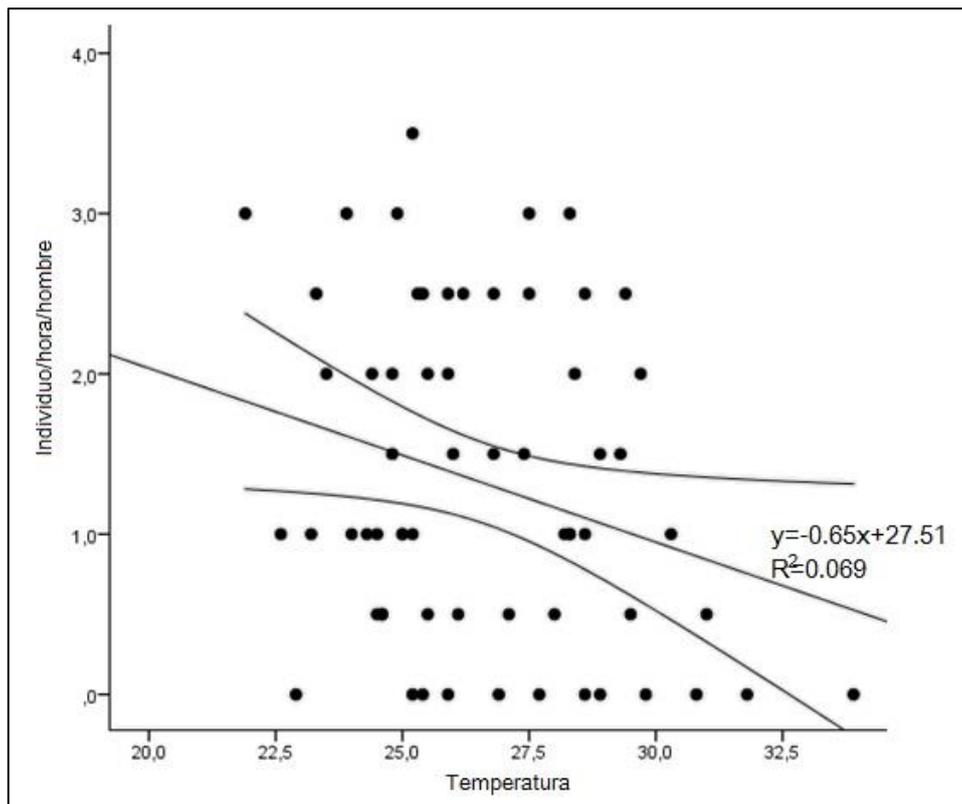


Figura 24. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X= °C de temperatura y eje Y= abundancia relativa en ind/hora/hombre.

En la dispersión de datos para abundancia relativa y temperatura, se puede apreciar que las más altas temperaturas tienen el más bajo registro de abundancia relativa, esto quiere decir existe una baja tendencia a mas menor temperatura pueda existir mayor abundancia relativa.

Así mismo en la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación negativo es decir a menos temperatura mayor número de individuos (Pearson =  $-0,26=0,26=26\%$ ,  $n=62$ , Figura 24), por lo que existe una asociación relativamente bajo del 26% por parte del factor temperatura y abundancia relativa, esto quiere decir que la asociación entre estos dos no es significativa, pudiendo ver otros factores que influyen más a la comunidad de Anuros.

Esta baja asociación se debe a que existen hábitats favorables para unas pocas especies y estas mismas son desfavorables para otras, es ahí donde se registró una alta abundancia a pesar de tener factores aparentemente desfavorables para los anuros.

## **ABUNDANCIA y HUMEDAD RELATIVA**

En la primera temporada los datos de humedad relativa registrados son los más altos de todas las temporadas (95%, 94,75% y 94,75%), sin embargo estos registros altos no coinciden con los registros más altos de abundancia (3 ind/hora/hombre para 1N-Torre y 1N-Sandoval), por otro lado el registro más bajo de humedad (81%) coincide con el registro más bajo de abundancia relativa (0 ind/hora/hombre), lo que puede significar que en los datos más altos de humedad existiría otro factor más influyente en la abundancia relativa de anuros, que podría ser la vegetación como la disponibilidad de grupos de agua u otro factor climático.

La segunda temporada el registro más bajo de temperatura fue de 73% (1D-Sandoval), coincidiendo con el registro más bajo de abundancia relativa (0,5 ind/hora/hombre), en cuanto a las registros más altos de abundancia relativa (03 ind/hora/hombre) no están en los registros más altos de humedad relativa, pudiendo ser que otro factor halla influenciado en este registro como puede ser el factor precipitación que en estos registros se presentó de manera considerable.

La tercera temporada registró los más bajos datos de Humedad Relativa con respecto a las demás temporadas (71% y 68%), coincidiendo con los datos más bajos obtenidos de abundancia relativa (0 ind/hora/hombre para 2D y 3D-Sandoval), sin embargo los registros más altos de abundancia relativa no coinciden con los registros más altos de humedad relativa, por lo que puede haber otros factores que favorezcan a la abundancia relativa de anuros en esta temporada.



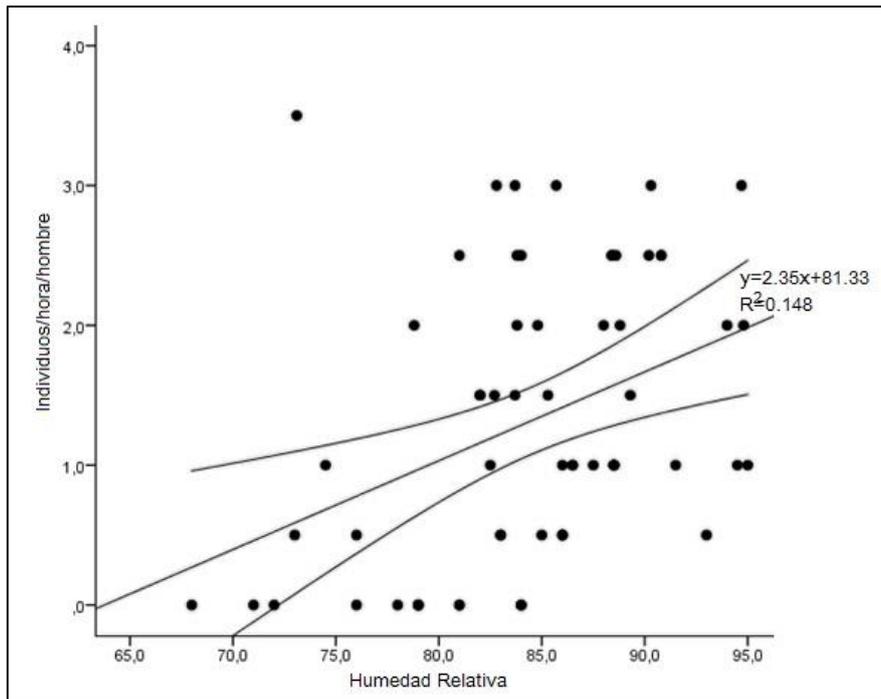


Figura 26. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X= % de Humedad Relativa y eje Y= abundancia relativa en ind/hora/hombre.

En la dispersión de datos para abundancia relativa y humedad relativa, se puede apreciar que existe una tendencia a que los datos de baja humedad tengan baja abundancia, esto podría indicar que a más humedad relativa podría existir mayor abundancia relativa de Anuros.

Sin embargo la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación positiva es decir a mas alta la humedad relativa más número de individuos (Pearson =0,38=38%, n=62, Figura 26), por lo que existe una asociación relativamente alta del 38% por parte del factor Humedad Relativa y Abundancia Relativa, esto quiere decir que la asociación entre estos dos no es altamente significativa, pudiendo ver otros factores que influyen más a la abundancia de Anuros.

## ABUNDANCIA y PRECIPITACION

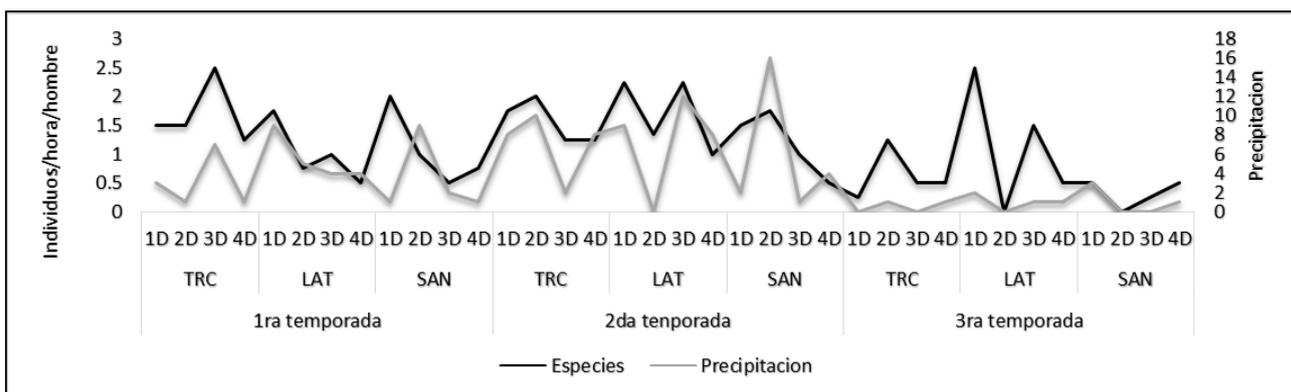


Figura 27, Diagrama de Pareto, fluctuación de la abundancia relativa en ind/hora/hombre y mm de Precipitación, en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

Las fluctuaciones de precipitación y abundancia en la primera temporada es muy variado es decir tienen muchos altos y bajos (Figura 27), los más altos registros de precipitación (9 mm) coincide con algunos altos registros de abundancia esto quiere decir que en esta temporada la lluvia podría haber influenciado de manera considerable a la abundancia relativa, sin embargo existe un registro bajo de precipitación la cual tiene un alto registro de abundancia (1D-SAN), esto se debe a que la zona de muestreo de ese día presentó bastantes cuerpos de agua y poca cubierta arbórea siendo este desfavorable para la mayoría de especies pero muy favorable para unas.

En la segunda temporada se observa los más altos datos de precipitación con respecto a las demás temporadas, el mayor dato de precipitación (16mm) coincide con el dato más elevado de abundancia relativa (1.75 ind/hora/hombre), también se puede observar que la abundancia no tiene una fluctuación muy notoria, esto se debe a que en esta temporada se presentó bastantes cuerpos de agua además de inundaciones cambiando todo el hábitat haciéndose esta más favorable para los anuros.

La tercera temporada presenta los registros más bajos de precipitación con respecto a las tres temporadas además de no presentarse con mucha variación, de modo contrario se observa en el registro de abundancia la cual tiene mucha fluctuación en los registros, teniendo como máximo 2.5 individuos/hora/hombre, siendo esta el mayor valor registrado en las tres temporadas igualando a un registro de la primera temporada, dando a entender que la precipitación en esta temporada tuvo poca influencia en la abundancia, también se debe a que ciertas especies están mejor adaptadas a otras en climas secos.

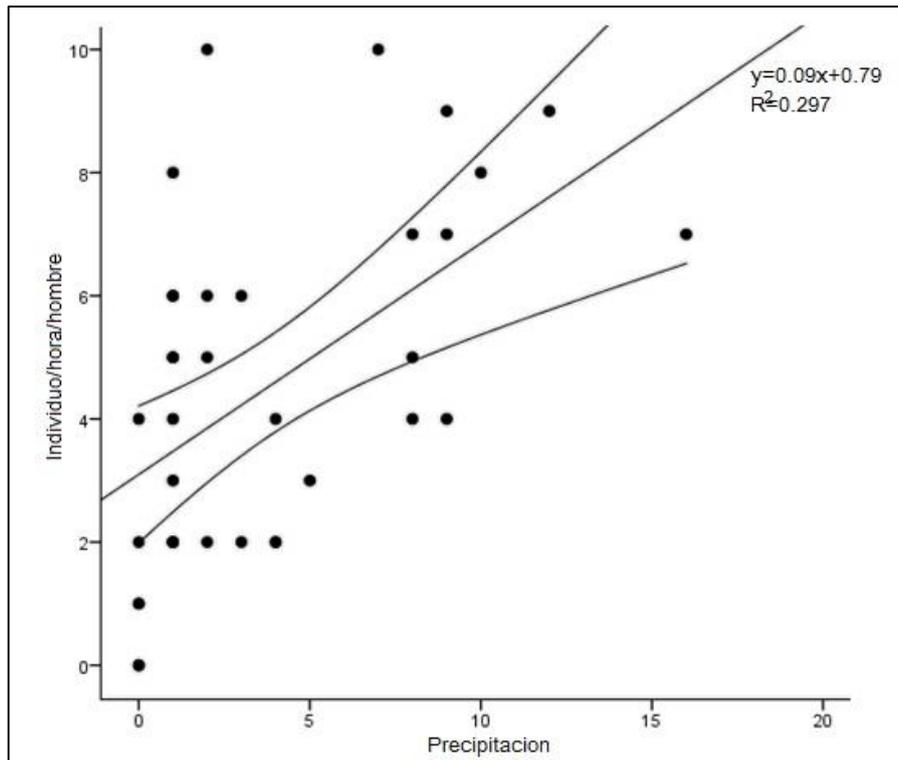


Figura 28. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X= mm de Precipitación y eje Y= abundancia relativa en ind/hora/hombre.

En la dispersión de datos de la abundancia relativa con precipitación se observa la tendencia que a mayor precipitación exista mayor abundancia relativa.

Sin embargo en la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación positiva esto quiere decir a mas alta la precipitación mayor abundancia (Spearman,  $Rho = 0,58=58\%$ ,  $n=36$ ,  $P < 0.001$ , Figura 28), por lo que existe una asociación media del 58% por parte del factor precipitación y abundancia relativa, esto quiere decir que la asociación entre estos dos es poco significativa, pudiendo otros factores tener más influencia en la abundancia de Anuros.

## ABUNDANCIA y RADIACION U.V.

Los datos analizados en cuanto a la abundancia de especies consisten en los muestreos únicamente diurnos, en vista que de noche no se registra Radiación U.V., sin embargo en los transectos donde no se registró ninguna especie, se promedió el registro de inicio y final de cada transecto.

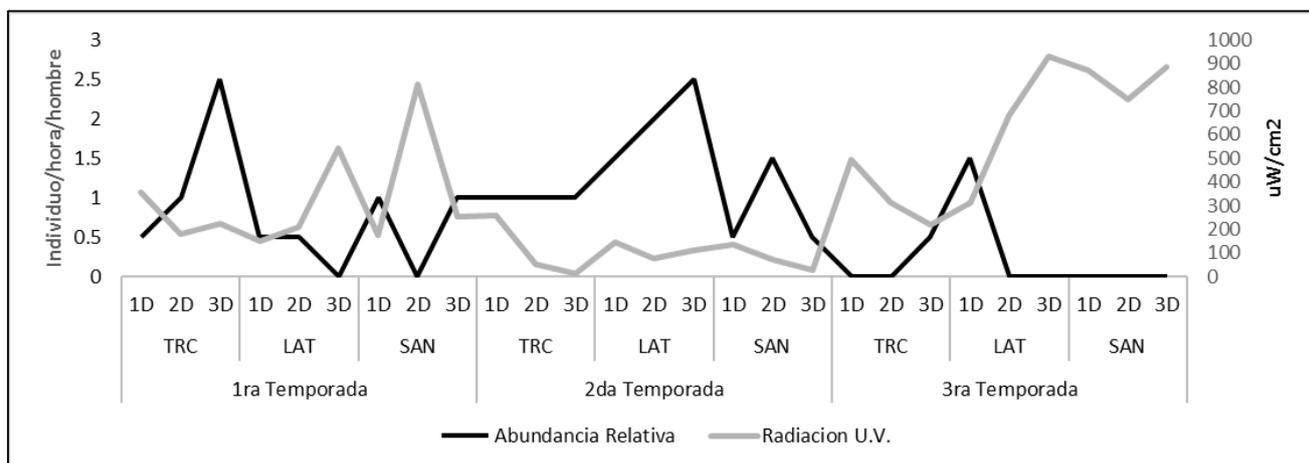


Figura 29. Diagrama de Pareto, fluctuación de la abundancia relativa en ind/hora/hombre y Radiacion U.V., en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

En la primera temporada (Figura 29) se observa el más alto registro de abundancia relativa de los muestreos diurnos (2,5 ind/hora/hombre) con respecto a todas las temporadas, coincidiendo este registro con uno de los registros más bajos de radiación en esta temporada, de igual manera el más alto registro de radiación obtenido (815uW/cm<sup>2</sup>) coincide con uno de los más bajos registros de abundancia relativa (0 ind/hora/hombre), indicando que la variación de radiación influencio a la variación de abundancia en esta temporada.

En la segunda temporada se obtuvo un bajo registro de radiacion de forma constante esto se debe a que como temporada de lluvias se presento mucha mas nubosidad haciendo que la radiacion no penetre de forma directa a la tierra, uno de los mas altos de registros de abundancia relativa (2.5 ind/hora/hombre) coincide con uno de los datos más bajos de radiación, pero cabe resaltar que la abundancia en esta temporada es casi constante y de igual manera la radiacion.

En la tercera temporada 7 de 9 datos de abundancia relativa registraron los más bajos datos de la temporada (0 ind/hora/hombre), en esta temporada también se registró los más altos datos de radiación, esto se debe a que en esta temporada se carece casi del total de nubosidad, pudiendo ser este el factor principal para la ausencia de individuos.

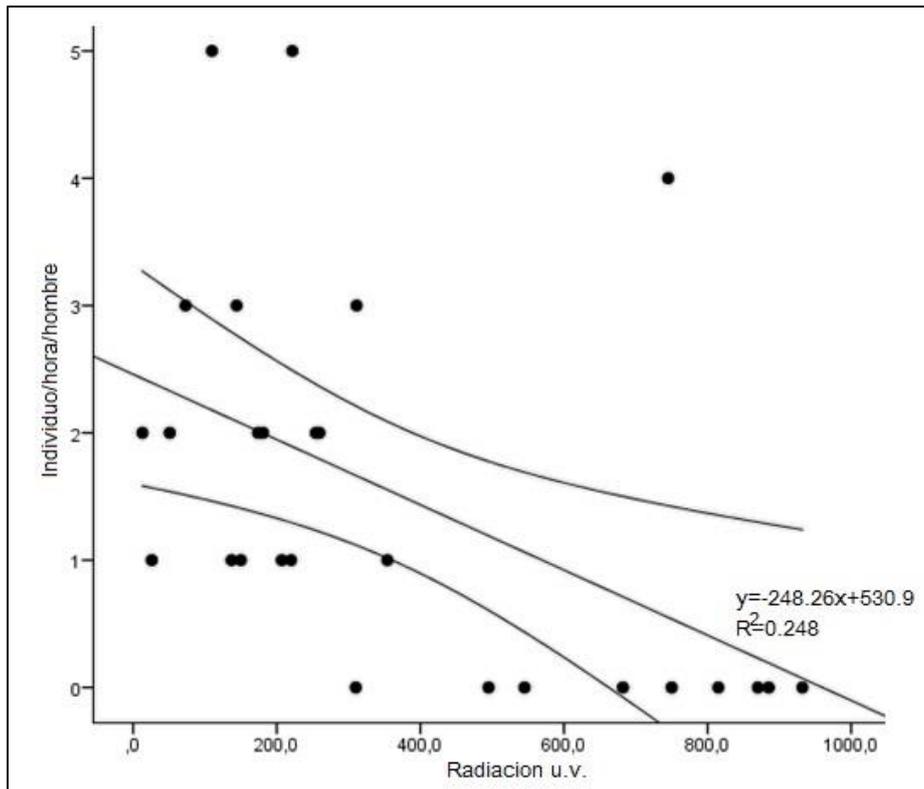


Figura 30. Dispersión de datos obtenidos en las tres temporadas evaluadas, donde eje X=  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  de radiación u.v. y eje Y= abundancia relativa en ind/hora/hombre.

En la dispersión de datos para abundancia relativa y radiación podemos observar que los más altos datos de abundancia presentan los más bajos datos de radiación, por lo que indica, que a más baja radiación se puede encontrar más alta abundancia de anuros.

Así mismo en la prueba de correlación se obtuvo un grado de asociación negativo esto quiere decir a más alta la radiación u.v. menor abundancia (Spearman,  $Rho = 0,59 = 59\%$ ,  $n=36$ ,  $P < 0.001$ , Figura 30), por lo que existe una asociación considerablemente alta del 59% por parte del factor radiación y abundancia relativa, esto quiere decir que la asociación entre estos dos es altamente significativa, por lo que la abundancia de anuros es altamente susceptible al cambio de radiación o a la alta radiación,

GARCIA *et al* (2005) indica que el número de individuos capturados no presentó una variación positiva con respecto a la precipitación (Spearman  $R=0,39$ ) aunque hubo una pequeña tendencia a encontrar el menor número de individuos cuando se registró meses de poca precipitación, al igual que MENDOZA (2011) obtuvo una influencia de precipitación y poblaciones de *Bufo spinulosus* de 12,4 %, determinando que no es un factor que determine el desarrollo y fluctuación de las poblaciones, difiriendo a la presente investigación que obtuvo al factor temperatura como una variable con asociación significativa (Spearman  $Rho=58$ ), de igual manera que, CORTEZ (2009)

indica que en época seca es cuando registro menor número de ívidos, así mismo CACERES Y URBINA (2009) concluyen que la abundancia registrada fue mayor durante épocas de lluvia, también indica una estrecha relación de los anuros con los cuerpos de agua, de esta manera también se explica la alta relación entre el factor precipitación y abundancia relativa (58%) en vista que si no existiera cuerpos de agua los anuros no podrían reproducirse ni completar con su vida bifásica es por eso que en la temporada de inicios de lluvia se encuentra la mayor abundancia relativa.

MENDOZA (2011) indica que existe un nivel de influencia bajo (28,2%) pero no menos importante para el desarrollo de *Bufo spinolosus* entre el factor temperatura y la fluctuación de su abundancia, de la misma manera DOAN (2004) hace referencia a una baja relación a el factor temperatura en cuanto a la abundancia de individuos de anuros ya que su registro en noches con o sin friaje no obtuvo una variación significativa, al igual que GARCIA *et al* (2005) indica que en su análisis de anuros del Parque Nacional Munchique descarta a los factores temperatura y humedad relativa como variables importantes que determinan la distribución y abundancia, al igual que en nuestro caso se obtuvo los mas bajos niveles de relación de todos los factores climáticos a abundancia relativa con temperatura (26%) y humedad (38%), sin embargo además de encontrar un nivel de influencia relativamente bajo para estos dos factores en la Reserva Nacional Tambopata notamos una tendencia de encontrar más individuos a menor temperatura y una tendencia a mas individuos a mayor humedad relativa, corroborando a CACERES y URBINA (2009) que indican, que probablemente en época seca los anuros se desplacen , cambiando de micro hábitat buscando los más húmedos y menos expuestos a las altas temperaturas, haciendo notar así una favorable relación entre la temperatura y humedad con la dinámica poblacional de anuros,

GARCIA *et al* (2007) indica que existe una alta correlación lineal negativa, indicando que a mayor temperatura del suelo hay una menor abundancia de individuos, de igual manera indica que a mayor humedad relativa existe una mayor abundancia de individuos, de igual manera CORTEZ (2006) indica que a una mayor altitud existe una mayor abundancia de individuos, cabe señalar que a una mayor altitud se registra menor temperatura, por lo que también manifiesta una relación relativamente alta, lo cual difiere de la investigación, siendo el factor altitudinal de alta influencia en estas investigaciones.

### **5.3. Determinación de la actividad de Anuros.**

Con un esfuerzo de 120 horas/hombre se pudo registrar 163 individuos en dos muestreos por día (diurno y nocturno), se obtuvo una mayor captura de individuos durante la noche (122 individuos) que durante el día (41 individuos), el 74,85% de

capturas en la noche indica que los Anuros son altamente nocturnos, sin embargo un 25,15% indica que existe unos pocos individuos que realizan una actividad diaria.

Cuadro 9. Actividad diurna y nocturna de individuos del orden Anura cada localidad de las tres temporadas evaluadas en la Reserva Nacional Tambopata.

	1ra Temporada			2da Temporada			3ra Temporada			Total	%
	TRC	TORRE	SANDOVAL	TRC	TORRE	SANDOVAL	TRC	TORRE	SANDOVAL		
<b>Noche</b>	19	14	13	19	14	14	9	15	5	<b>122</b>	<b>74,85</b>
<b>Día</b>	8	2	4	6	12	5	1	3	0	<b>41</b>	<b>25,15</b>

En la primera temporada predomina la actividad nocturna, en la localidad de la Torre se tiene el más alto porcentaje (87,5%), mientras que el más alto porcentaje para la actividad diurna se encuentra en TRC (24%).

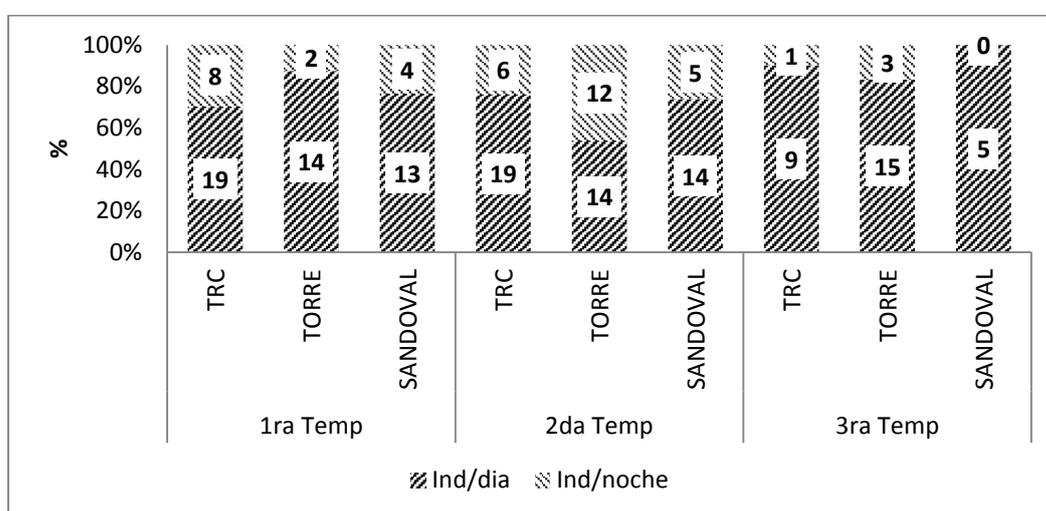


Figura 31. Fluctuación en porcentaje de los individuos registrados de noche y de día, de cada localidad en el transcurso de las tres temporadas evaluadas.

En la segunda temporada se registra una alta actividad nocturna, en la localidad de TRC se registró el mayor porcentaje (76%) para la actividad nocturna, sin embargo existe un alto porcentaje de actividad diurna en esta temporada, en la localidad de la Torre se registró un 46,2% casi igualando a la actividad nocturna en esta localidad (53,8%), considerando también que en las demás localidades en esta temporada tienen un porcentaje relativamente alto de actividad diurna, pudiendo esto deberse a la alta precipitación que se dio en esta temporada, tanto de día como de noche, ya que la comunidad de Anuros es altamente influenciada a este factor.

En la tercera temporada se tiene el más alto registro del 100% de actividad nocturna en la localidad de Sandoval, esto quiere decir que no se registró ningún individuo de día, además que los porcentajes de actividad diurna en las demás localidades son

relativamente bajas, esto pudiendo deberse al hecho de precipitación ya que esta temporada se diferenció principalmente por la escasa precipitación.

Cuadro 10. Actividad de cada individuo registrado en nadando, parado, perchado, saltando y vocalizando, en el transcurso de las tres temporadas evaluadas en la Reserva Nacional Tambopata.

Actividad	1ra Temp	2da Temp	3ra Temp	TOTAL	%
Nadando	0	1	0	1	0,6
Parado	8	12	3	23	14,1
Perchado	25	23	9	57	35,0
Saltando	19	27	21	67	41,1
Vocalizando	8	7	0	15	9,2
TOTAL	60	70	33	163	100,0

Se obtuvo el más alto porcentaje (41,1%) para la actividad saltando, seguidamente de perchado (35%), parado (14,1%), vocalizando (9,2%) y nadando (0,6%), esto pudiendo deberse a que, la existencia de dos tipos de anuros, Arbóreas y Terrestres, la actividad saltando abarca a los dos tipos, sin embargo la actividad perchado es una actividad exclusiva de los tipo arbóreas, también que esta actividad de perchado solo se registró de manera exclusiva de actividad nocturna y la actividad saltando se pudo registrar tanto de noche como de día.

La actividad más baja registrada fue de nadando (0,6%), esta actividad solo se registró una sola vez en un solo individuo, esto se debe a que en la localidad Sandoval donde se hizo este registro en la segunda temporada, se encontraba casi inundada en su totalidad puesto que la localidad es un aguajal y en la temporadas más altas de lluvia del año suele ocurrir inundaciones, este registro único se dio en la especie *Pipa pipa* esta especie es caracterizada por la gente local como submarina debido a que rara vez se le encuentra fuera del agua, debido a que la evolución de su morfo-fisiología es estrictamente acuática.

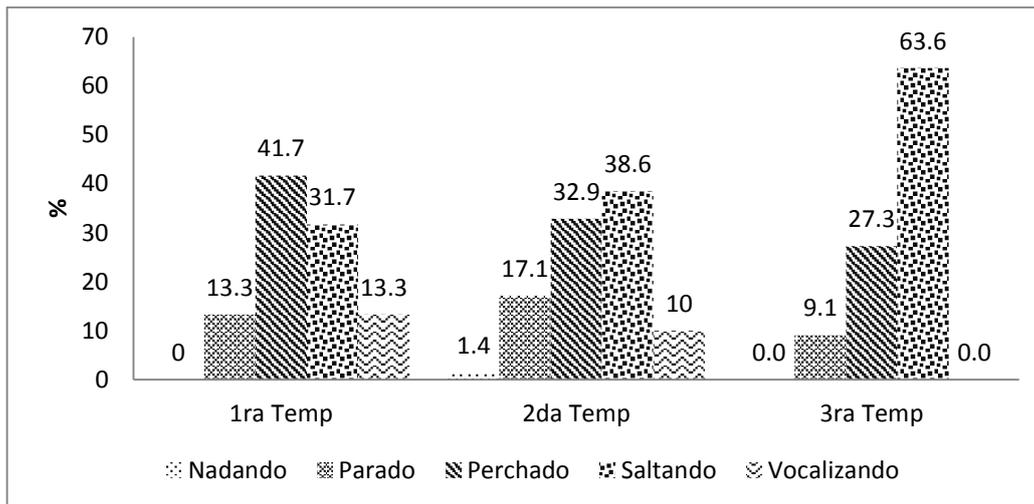


Figura 32. Porcentaje de cada actividad en cada temporada evaluada en la Reserva Nacional Tambopata.

En la primera temporada se tiene el más alto porcentaje (41,7) para la actividad perchado seguida de saltando (31,7%), siendo estas dos actividades las más registradas en esta temporada, pudiendo esto deberse a que como esta temporada se caracterizó por inicios de lluvias del año se registró más especies arbóreas de noche, en cuanto a los registros más bajos de parado y vocalizando (13,3%) esto puede ser debido a que en el inicio de lluvias los Anuros suelen vocalizar mas para llamar parejas con el fin de la reproducción, sin embargo no se registró mucho debido que al momento del muestreo es muy difícil registrar esta actividad ya que los Anuros tienden a callar si notan una presencia extraña para no revelar su posición, aun así es el mas alto registro de vocalización comparado con las otras dos temporadas.

En la segunda temporada se tiene el mas alto porcentaje (38,6%) a la actividad saltando, seguida de la actividad perchado (32,9%), esto puede ser debido a que se registró mas Anuros terrestres que en la primera temporada además que el registro de día aumento también.

En la tercera temporada se obtuvo un alto porcentaje (63,3%) en la actividad saltando, esto pudiendo deberse a que en esta temporada se caracterizó la ausencia de lluvias y el registro de especies arbóreas que cubren la actividad perchado (27,3%) disminuyo drásticamente, aumentando las especies terrestres en comparación a las demás temporadas, en cuanto a la actividad nadando y vocalizando se registra un (0%), debido a que la vocalización se utiliza por parte de los Anuros en temporadas de reproducción que son las temporadas de lluvias, debido a las puestas y al doble ciclo de vida que tienen estas.

GARCIA *et al* (2005) indica que en su investigación la mayor parte de las capturas fueron realizadas durante los muestreos nocturnos (95.5%) y sólo un 4.5% se obtuvieron durante el día siendo significativamente diferentes, del mismo modo se presentó en la presente investigación con un total de 74,85% de capturas nocturnas y 25,15% de capturas diurnas.

MARTIEZ *et al* (2011) registro que en los meses de lluvia se escucharon cantar a *Geobatrachus walkeri* en todas las jornadas de muestreo y que en los meses secos solo se escucharon hasta tres individuos o ningún canto, de igual manera TOVAR *et al* (2009) que con la sequía la abundancia disminuye y de igual manera los grupos que vocalizaban disminuyeron, así mismo en la investigación los únicos registros de la actividad vocalizando se dio en la primera y segunda temporada donde se presentó precipitaciones elevadas.

GARCIA *et al* (2007) obtuvo como mayor porcentaje de actividad a perchado (74,6%), sin embargo en la investigación obtiene el segundo lugar debajo de saltando (41,1%), perchado (35,0%).

## CONCLUSIONES

1. Se registró 34 especies de anuros y 5 individuos no pudieron ser identificadas, obteniendo el mayor número de especies la segunda temporada (73,5%), la curva de acumulación general muestra que no se llega a estabilizar por lo que se espera más especies, en cambio en la curva de acumulación por temporada se aprecia que en la tercera temporada la curva llega a estabilizarse por lo que no se espera más especies caso contrario con las curvas de la primera y segunda temporada, en la prueba estadística se confirma la diferencia entre diversidad nocturna (ANOVA  $P=0.003$ ) indicando la prueba de Tukey que la primera y segunda temporadas son iguales pero diferentes de la tercera temporada, en cuanto a la prueba en diversidad diurna se encontró diferencia significativa (ANOVA  $P=0.011$ ) indicando la prueba de Tukey que la primera temporada es igual a la segunda y tercera pero se presentan diferencia significativa entre estas, por otro lado en los índices de diversidad Shannon ( $H'$ ) y Simpson (1-D) presentan el mismo patrón, indicando que la primera temporada tiene mayor diversidad a la segunda temporada seguido de la tercera temporada. En cuanto a la asociación de los factores se obtuvo un mayor grado de asociación al factor precipitación (75%), seguido del factor radiación (66%), seguidamente del factor humedad (47%) y por último el factor Temperatura (22%).

2. Se obtuvo un total de 122 horas/hombre e esfuerzo en toda la investigación capturando un total de 163 individuos además de 5 que no pudieron ser identificados, en la curva de acumulación de individuos se aprecia la ascendencia de la curva en las dos primeras temporadas y una constante en la tercera, se registró más abundancia en la segunda temporada, seguido de la primera y finalmente la tercera, sin embargo estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre las tres temporadas ( $P=0,148$ ,  $GL=2$ ). En cuanto a la asociación de los factores se obtuvo una mayor asociación obtenida con el factor radiación u.v. (58%), seguido del factor precipitación (58%), seguidamente del factor (38%) y por último el factor temperatura (26%).

3. La actividad nocturna (74,85%) fue dominante con respecto a la actividad diurna (25,15%), por lo que se corrobora que los anuros son más abundantes de noche, la actividad más alta que se registró fue saltando (41,1%) debido a que tanto las especies terrestres como arbóreas lo realizan, además que la casi desaparición de especies arbóreas en la temporada de escasa lluvia hizo que la actividad perchado (35,0%) disminuyera drásticamente en la tercera temporada.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con mayor esfuerzo de recolección y esperar la estabilización de la curva de acumulación de especies, además de realizar colectas para poder tener una mayor claridad de todas las especies e incluso poder identificar nuevas especies tanto para la localidad como para la ciencia.
- Realizar estudios de monitoreo en todo el transcurso de un año, para poder así entender la fluctuación de anuros en la Reserva Nacional Tambopata, y así mismo poder determinar si existe una baja poblacional en alguna especie,
- Realizar estudios de preferencia de micro hábitat, para poder tener claro los factores que mas influyen en su dinámica poblacional.
- Para poder tener registros que se puedan utilizar para comparaciones a largo plazo se debe de implementar un sistema de monitoreo y así estar precavidos a alguna desaparición que pueda darse en cualquier temporada como los casos ocurridos en otros países.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilar C., Ramirez C., Rivera D., Siu K., Suarez J., y Torres C. 2010. Anfibios andinos del Perú fuera de Áreas Naturales Protegidas: amenazas y estado de conservación. *Revista Peruana de Biología* 17(01): 005-028p.

Aguirre A. A. y Lampo M. 2006. Protocolo de bioseguridad y cuarentena para prevenir la transición de enfermedades en anfibios. En Angulo A. *et al.* *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. 73-92.

Angulo A. 2002. Anfibios y Paradojas: Perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada* 1: 105-109 p.

Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds). 2006. *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

AIDER 2010. Estudio de la demanda de investigación científica para la reserva nacional Tambopata y el ámbito de madre de dios del parque nacional Bahuaja Sonene. Ministerio del Ambiente – Servicio Natural de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. 52pp.

Blaustein A. R., Wake D. B., y Sousa W. P. 1994. Amphibian Declines: Judging Stability, Persistence, and Susceptibility of populations to Local and Global Extinctions. *Conservation Biology* 8(1): 60-71p.

Blaustein A. R., Walls S. C., Bancroft B. A., Lawler J. J., Searle C. L. y Gervasi S. S. 2010. Direct and Indirect Effects of Climate Change on Amphibian Populations. *Diversity* 2: 281-313p.

Bustamante M. J. 2010. *Cambio Climático en el Perú-Amazonia*. (Primera Edición). Lima: Lettera Grafica. 144pp.

Caceres S. P. y Urbina J. N. 2009. Ensamblajes de Anuros de Sistemas Reproductivos y bosques en el Pie de Monte Llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia*; 31(1): 175-194p.

Canales A. 2011. *Bioestadística – Herramienta para la investigación* (Primera Edición). Puno-Peru: MERU E.I.R.L. 217pp.

Canales A. 2009. Investigación Científica (Segunda Edición corregida). Puno-Peru: Altiplano SRL.

Canales A. 2004. Ecología (Cuarta Reimpresión). Puno-Peru: Grafica Puno.

Cortez C. 2009. Anfibios del Valle de Zongo (La Paz, Bolivia): II. Riqueza, abundancia y composición. *Ecología en Bolivia*; 44(2): 121-130.

Cortez C. 2006. Variación altitudinal de la riqueza y abundancia relativa de los anuros del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. *Ecología en Bolivia*; 41(1): 46-64p.

Cuadrat J. M. y Pita M. F. 1997. Climatología. Madrid-España: Ediciones Cátedra S.A.

De Sá R.O. 2005. Crisis Global de la Biodiversidad: Importancia de la diversidad genética y la extinción de Anfibios. *Agrociencia*; 9(1 y 2): 513-522p.

Doan, T.M. y W. Arizabal A. 2002. Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata Region, Peru. *Biotropica*.; 34:101-117

Doan, T. M. 2003. Which Methods Are Most Effective for Surveying Rain Forest Herpetofauna?. *Journal of Herpetology*.; 37(1): 72-81.

Doan, T. M. 2004. Extreme Weather Events and the Vertical Microhabitat of Rain Forest Anurans. *Journal of Herpetology*.; 38(3): 422-425.

Duellman W.E. y Mendelson J.R. 1995. Amphibians and Reptiles from Northern Departamento Loreto, Peru: Taxonomy and Biogeography. *The University of Kansas - Science Bulletin*; 55(10): 329-376p.

Donnelly M. A. y Crump M. L. 1998. Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. *Climate Change* 39: 541-561.

Frost D. 2011. Amphibian Species of the World ver. 5.5 online reference.

García J. C., Cardenaz H. y Castro F. 2007. Relación entre la Diversidad de Anuros y los Estados Sucesionales de un Bosque muy Húmedo montano bajo del Valle del Cauca, suroccidente Colombiano. *Caldasia*; 29(2): 363-374p.

García J. C., Cardenaz H. y Castro F. 2005. Relación entre la Diversidad de Anuros y Variables del Hábitat en el sector la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia*; 27(2): 299-310p.

Guerrero M., Venegas P. J., Gagliardi G., Suarez A., Toyama R., Contreras V. H. y Ruiz J. 2011. ANFIBIOS y REPTILES – Loreto, PERU. Rapid Color Guide #286 versión 1.

Hickman C. P., Roberts L. S., Keen S. L., Larson A., I'Anson H. y Eisenhour D. J. 2009. Principios Integrales de la Zoología (Decimounquarta Edición). Madrid – España: Mc Graw Hill.

INRENA. 2005. Monitoreo Básico de la Diversidad Biológica en Áreas Naturales Protegidas. Lima – Perú.

INRENA. 2003. Reserva Nacional de Tambopata- Plan Maestro. Puerto Maldonado – Perú.

Kiesecker J. M., Blaustein A.R. y Belden L. K. 2001. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 410: 681-684p.

Knell G., von May R., Rodriguez L. y Catenazzi A. 2004. Ranas comunes de Tambopata, PERU. Rapid Color Guide #165 versión 1.0.

Lips K. R., Burrowes P. A., Mendelson J. R. y Parra-Olea G. 2005. Amphibian Population Declines in Latin America: A Synthesis. *Biotropica* 37(2): 222-226p.

Lorente I., Gamó D., Gómez J.L., Santos R., Flores L., Camacho A., Galindo L. y Navarro J. 2004. Los Efectos Biológicos del Cambio Climático. *Ecosistemas*; 13(1): 103-110.

Luna N. 2010. El friaje que puso la selva al revés. *El Comercio* 8 de agosto; 6-7p.

Mayoral A., Martínez R., Corrales F., Sanz I. y Gallego S. 2010. *Animales del Mundo*. Edición MMVIII. España: Grupo Cultural. 325pp.

Martínez V., Pacheco V. y Ramírez M. P. 2011. Abundancia relativa y uso de microhábitat de la rana *Geobatrachus walkeri* (Anura: Strabomantidae) en dos hábitats en Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Biologica Tropical*; 59(2): 907 – 920p.

Mattoon A. 2000. El declive de los anfibios. *World - Watch*. 10-21p.

Mendoza W. 2011. Factores Influyentes en el declive poblacional de *Bufo spinulosus* Wiegman, 1843 (Anfibia: Bufonidae) en el área circunlacustre del Lago Titicaca – Provincia Puno (Tesis para optar el grado de Licenciado en Biología). Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Miller K. 2002. Planificación de Parques Nacionales para el Ecodesarrollo en Latinoamérica. FEPMA. 500pp.

Morales V.R. 2010. Lista sistemática de los anfibios vivientes en el Perú. Mus. Hist. Nat. UNMSM..

Perez P.E., Bodmer R.E. y Puertas P. E. 2007. Anuros y Saurios del Interfluvio Yavarí – Tahuayo y su Comparación con las Áreas Naturales Protegidas en la Región Loreto, Perú. MEMORIAS. Manejo de Fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica.

Piñero J. 2003. Propuesta para la realización de proyectos integrados basados en los estudios ecológicos de los anuros como estrategia pedagógica en la educación ambiental. Tópicos en Educación Ambiental 5 (13), 81-92 p.

Quispe N. 2001. Caracterización de eventos fríos en la selva sur del Perú. SENAMHI.

Ricklefs R. E. 2001. Invitación a la Ecología (Cuarta edición). España: Editorial Medica Panamericana S.A.; 693pp.

Rodriguez J. J., Cardenas G. G., de la Cruz A., Llerena N., Rios S., Rivera C., Salazar E., Vargas V. H., Soini P. y Ruokolainen K. 2003. Comparaciones florísticas y faunísticas entre diferentes lugares de bosque de tierra firme en selva baja de la amazonia Peruana. Folia Amazónica; 14(1): 35-72p.

Rueda J.V., Castro F. y Cortez C. 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. En Angulo A. *et al.* Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. 135-172.

Sarmiento F. O. 2000. Diccionario de Ecología. Quito, Ecuador. 362pp.

Schlüter A., Icochea J. y Perez J. M. 2004. Amphibians and reptiles of the lower Río Lullapichis, Amazonian Peru: updated species list with ecological and biogeographical notes. Salamandra; 40(2): 141-160p.

SERNANP. 2012. Areas Naturales Protegidas. En: <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/contenido.jsp?ID=6>

Simon N.S., Chanson J. S., Cox N. A. y Young B. E. 2006. El estado Global de los Anfibios. En: Angulo A. Rueda J. V. Rodriguez J. V. y La Marca E., editores. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Bogotá-Colombia: Panamericana formas e impresos; 19-42p.

Tovar W., Chacon A. y de Jesus R. 2009. Abundancia, Disposición Espacial e Historia Natural de *hypsiboas lanciformis* (anura:hylidae) al suroeste de los andes Venezolanos. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*; 33(127): 193-200p.

IUCN. Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N., editores. *Wildlife in a Changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. Gland, Switzerland: IUCN. 180 pp.

von May R., Catenazzi A., Angulo A., *et al.* 2008. Current state of conservation knowledge on threatened amphibian species in Peru. *Tropical Conservation Science* 1(4): 376-396p.

von May R., Jacobs J. M., Jennings R. D., Catenazzi A. y Rodriguez L. 2010. ANFIBIOS de Los Amigos, Manu y Tambopata, PERU. Rapid Color Guide versión #236 version 2.

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.

Young B.E. 1999. *El Monitoreo de Anfibios en América Latina-Un manual para coordinar esfuerzos*. The Nature Conservancy, 42pp.

Zorro J. P. 2007. *Anuros de pie de Monte Llanero: diversidad y preferencias de microhábitat*. Tesis para optar el grado de Biólogo, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá Colombia. 101 pp.

# **ANEXOS**



**ANEXO 2.** Equipos utilizados en campo para la medición de factores climáticos.



**Medidor de Intensidad de Luz**



**Medidor de Radiación UV**



**Medidor de Presipitación Pluvial**



**Medidor de Humedad Relativa y Temperatura**