



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**IDENTIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS TÉRMICAS DE
Stenocercus cadlei, EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE
FAUNA DE CHIMBORAZO (RPFCH)**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORAS: HEIDY GABRIELA LATORRE CEVALLOS

DORIS LILIANA TIPÁN GUACHI

DIRECTORA: DRA. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE PhD

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Heidy Gabriela Latorre Cevallos & Doris Liliana Tipán Guachi**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras, HEIDY GABRIELA LATORRE CEVALLOS y DORIS LILIANA TIPÁN GUACHI, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 1 de junio de 2022



Heidy Gabriela Latorre Cevallos

C.I. 060504836-2

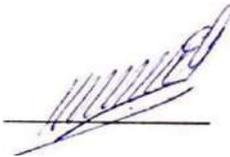
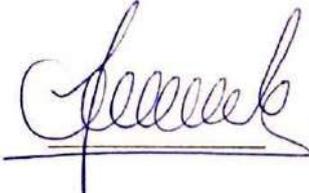


Doris Liliana Tipán Guachi

C.I. 180520178-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **IDENTIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS TÉRMICAS DE *Stenocercus cadlei*, EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA DE CHIMBORAZO (RPFCH)**, realizado por las señoritas: **HEIDY GABRIELA LATORRE CEVALLOS y DORIS LILIANA TIPÁN GUACHI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos González García PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-06-01
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe PhD. DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-06-01
Dra. Norma Soledad Erazo Sandoval PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-06-01

DEDICATORIA

A mis padres Mario Latorre H. y Margot Cevallos M. quienes, con su sacrificio, apoyo y amor incondicional, me brindaron la educación, a ellos mi gratitud.

A mis hermanos Fernando, Xavier, Catherine y Mayra por motivarme, no dejarme desmayar en el camino, y ser las personas que le brindan sentido a mí vida.

Heidy

Me siento profundamente agradecida a todas las personas que se han cruzado en mi vida y que me han inspirado, conmovido e iluminado con su presencia. Especialmente quisiera dedicar este trabajo y expresar mi reconocimiento y gratitud mis padres Gricelda y Cesar por su extraordinario apoyo, por compartir generosamente su sabiduría y cariño. A mi queridísimo hermano Diego, que siempre ha estado a mi lado cuyo amor y apoyo no tienen límites.

Con amor y gratitud infinitos.

Doris

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador, por la vida, la familia y por habernos guiado con sabiduría durante los años del proceso de educación superior.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por abrirnos sus puertas.

A nuestra tutora, la Dra. Magdy Echeverría por la confianza puesta en nosotros durante la realización de este proyecto de investigación, por compartir sus conocimientos, por todo el tiempo y paciencia invertidos en el mismo.

Al Dr. Brian McLaren investigador externo e investigador de la Universidad de Lakehead de Canadá, quien con su conocimiento y apoyo incondicional supo guiarnos y motivarnos durante el desarrollo de este proyecto.

Al convenio ESPOCH-LAKEHEAD, mediante el cual fue posible adquirir todos los instrumentos que permitieron la recopilación de datos.

Al GIDAC por acogernos e involucrarnos en el proceso de investigación y despertar en nosotros el interés científico.

A la Mgs. Estefany Sofía Guerra Correa, quien nos compartió su experiencia en estudios de tolerancias térmicas y nos acompañó durante el proceso de todo este proyecto de investigación.

A cada uno de nuestros maestros y a todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido a nuestra formación como Ingenieras en Biotecnología Ambiental.

Finalmente, de manera especial deseamos agradecer a cada una de nuestras familias por toda la paciencia, consejos y apoyo en los momentos de dificultad.

Heidy & Doris

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases teóricas.....	6
1.2.1. <i>Fauna en la Reserva de Producción Faunística Chimborazo</i>	6
1.2.1.1. <i>Reptiles</i>	7
1.2.2. <i>Género Stenocercus</i>	7
1.2.3. <i>Termorregulación de los lagartos</i>	7
1.2.4. <i>Termorregulación diurna y nocturna de los lagartos</i>	8
1.2.5. <i>Regulación de la temperatura en los reptiles</i>	8
1.2.6. <i>Cambio climático</i>	9
1.2.7. <i>Colapso de los lagartos frente al cambio climático</i>	9
1.3. Bases conceptuales.....	10
1.3.1. <i>Bioindicador</i>	10
1.3.2. <i>Ectotermo</i>	10
1.3.3. <i>Sensibilidad térmica</i>	10
1.3.4. <i>Stenocercus cadlei</i>	10
1.3.5. <i>Temperatura corporal preferida (T_{pref})</i>	11
1.3.6. <i>Tolerancia térmica o límites térmicos (TC_{max} y TC_{min})</i>	11
1.4. Bases Legales.....	12
1.4.1. <i>Técnicas invasivas en la experimentación animal – en base al manual del Consejo Canadiense de Cuidado de Animales (CCAC) y el Comité de Cuidado de Animales de la Universidad de Lakehead</i>	12

1.4.2.	<i>Permiso para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial – MAAE</i>	13
1.4.3.	<i>Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo</i>	14
1.4.4.	<i>Marco Regulatorio Nacional de Cambio Climático</i>	15

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	Tipo de investigación	16
2.2.	Diseño de la investigación	16
2.3.	Diseño Pre-Experimental	16
2.3.1.	<i>Pre Experimento</i>	16
2.4.	Identificaciones variables	16
2.4.1.	<i>Variables dependientes</i>	16
2.4.2.	<i>Variables independientes</i>	16
2.5.	Matriz de consistencia	17
2.5.1.	<i>Operacionalización de las variables</i>	18
2.6.	Localización del estudio	18
2.6.1.	<i>Clima</i>	19
2.6.2.	<i>Precipitación</i>	20
2.6.3.	<i>Diversidad florística</i>	20
2.6.4.	<i>Fauna</i>	20
2.7.	Población de estudio	20
2.8.	Tamaño de la muestra	21
2.9.	Método de muestreo	21
2.10.	Técnicas de recolección de datos	22
2.10.1.	<i>Captura de Stenocercus cadlei</i>	22
2.10.2.	<i>Metodología de Temperaturas preferenciales (T_{pref})</i>	23
2.10.3.	<i>Metodología de las temperaturas mínimas (TC_{min}) y máximas (TC_{max})</i>	25
2.10.4.	<i>Fase de post experimentación</i>	26
2.10.5.	<i>Análisis de población</i>	27

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1.	Ubicación de los puntos de muestreo en Chorrera Mirador	28

3.1.1.	<i>Ubicación de los puntos de muestreo en el Sector Río Colorado</i>	29
3.2.	Parámetros termofisiológicos	30
3.2.1.	<i>Temperatura corporal (T_b)</i>	31
3.2.2.	<i>Temperaturas preferenciales (T_{pref})</i>	33
3.2.3.	<i>Temperaturas críticas mínimas (T_{Cmin})</i>	34
3.2.4.	<i>Temperaturas críticas máximas (T_{Cmax})</i>	35
3.3.	Resultados de población de <i>S. cadlei</i>	37
3.4.	Discusión de resultados	38
3.4.1.	<i>Análisis de las temperaturas preferidas (T_{pref})</i>	38
3.4.2.	<i>Análisis de los márgenes de tolerancia térmica: máxima (T_{Cmax}) y mínima (T_{Cmin})</i>	39
3.4.3.	<i>Análisis poblacional de <i>S. cadlei</i></i>	39
CONCLUSIONES		41
RECOMENDACIONES		42
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Matriz de consistencia	17
Tabla 2-2: Operacionalización de las variables	18
Tabla 3-3: Resultados termofisiológicos de los adultos <i>Stenocercus cadlei</i>	31
Tabla 4-3: Resultados de temperatura corporal (Tb)	31
Tabla 5-3: Resultados de temperatura preferencial (Tpref)	33
Tabla 6-3: Resultados de temperaturas críticas mínimas (TCmin)	34
Tabla 7-3: Resultados de temperaturas críticas máximas (TCmax).....	35
Tabla 8-3: Capturas y recapturas de los sujetos de estudio.....	37
Tabla 9-3: Estimación poblacional en Chorrera Mirador	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Mapa de localización de <i>Stenocercus cadlei</i> en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH	19
Figura 2-2: Esquema de muestreo aleatorio	21
Figura 3-2: Registro de la temperatura corporal <i>in situ</i>	23
Figura 4-2: Terrarios para la estadía de <i>S. cadlei</i> en el Laboratorio	24
Figura 5-2: Pista de madera, para determinación de temperaturas preferenciales	25
Figura 6-2: Determinación de temperaturas mínimas	26
Figura 7-2: Determinación de temperaturas máximas	26
Figura 8-2: Retorno de <i>S. cadlei</i> a la RPFCH.....	27
Figura 9-3: Mapa de ubicación de muestro de <i>S. cadlei</i> – sector Chorrera Mirador	29
Figura 10-3: Mapa de ubicación de muestro de <i>S. cadlei</i> – sector Río Colorado	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diferencias de la temperatura corporal de <i>S. cadlei</i> entre los dos sectores	32
Gráfico 2-3:	Relación de Temperatura corporal (Tb) vs Temperatura del aire (Tair)	33
Gráfico 3-3:	Temperaturas máximas tolerables por <i>S. cadlei</i> en Chorrera Mirador y Río Colorado	36
Gráfico 4-3:	Temperaturas máximas tolerables por <i>S. cadlei</i> en relación a la condición del individuo.....	36

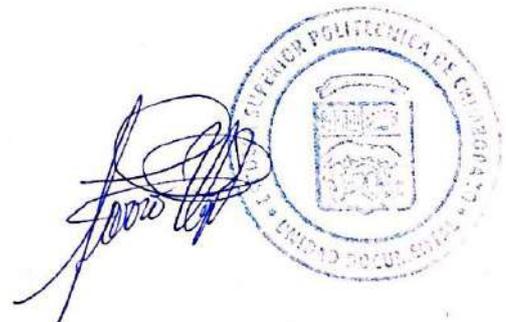
ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** AVAL DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO – GIDAC
- ANEXO B:** PERMISO OTORGADO POR EL MAAE PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES
- ANEXO C:** MATRIZ DE DATOS DE LOS EJEMPLARES CAPTURADOS EN CHORRERA MIRADOR
- ANEXO D:** MATRIZ DE DATOS DE LOS EJEMPLARES CAPTURADOS EN RÍO COLORADO
- ANEXO E:** REGISTRO FOTOGRÁFICO
- ANEXO F:** REVISION DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

En el presente proyecto se determinó las tolerancias térmicas y estimación poblacional de *Stenocercus cadlei*, una lagartija termorreguladora que habita en la RPFCH en un rango altitudinal aproximado de 3200 – 4965msnm, se realizó un total de 30 capturas en dos localidades denominadas Chorrera Mirador (provincia de Chimborazo) y Río Colorado (provincia de Tungurahua), es decir 11 y 19 ejemplares adultos respectivamente. Se determinó temperaturas preferenciales (T_{pref}) mediante un gradiente de temperatura, temperaturas críticas máximas (TC_{max}) y mínimas (TC_{min}) a través del método térmico crítico. Obteniendo T_{pref}, de 30.00 °C para los individuos de Chorrera Mirador y 30.24 °C para Río Colorado, en cuanto a las TC_{min}, se obtuvo 5.82 °C para los individuos en Chorrera Mirador y 5.80 °C para Río Colorado, es decir los individuos de las dos localidades tienen una tolerancia al frío muy similar, en cuanto a las TC_{max}, fueron de 42.34 °C y 40.00 °C respectivamente, lo cual demostraría que los especímenes de Chorrera Mirador tienen una tolerancia mayor al incremento de temperaturas, es decir, se encuentran mejor adaptados para resistir los cambios de temperaturas producidos por el cambio climático. Para el análisis poblacional se utilizó el software MARK a través del método MO, el cual se basa en el número de recapturas realizadas durante el periodo de muestreo, donde cada animal tiene la misma probabilidad de ser recapturado, obteniendo una población de 17 a 39 individuos en Chorrera Mirador, sin embargo, la población en Río Colorado, no fue estimada ya que durante el proceso de muestreo de *S. cadlei*, no se recapturo ninguno de los individuos analizados. Se recomienda que los resultados obtenidos sean socializados con las comunidades cercanas a la RPFCH, para promover el cuidado y manejo ético de *Stenocercus cadlei*, para prevenir la extinción y también evitar el avance de la frontera agrícola.

Palabras clave: <TOLERANCIA TÉRMICA>, <TERMORREGULADOR>, <*Stenocercus cadlei*>, <TEMPERATURAS PREFERENCIALES>, <TEMPERATURAS CRÍTICAS MÁXIMAS> <TEMPERATURAS CRÍTICAS MÍNIMAS>, <RECAPURAS>.

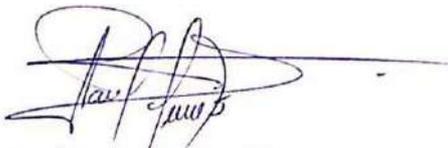


1118-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The current project determined the thermal tolerances and population estimation of *Stenocercus cadlei*, a thermoregulatory lizard whose habitat is the Fauna Production Reservation of Chimborazo (RPFCH) at an approximate altitudinal range of 3200 - 4965 over sea level. 30 total captures were carried out in two places called Chorrera Mirador (Chimborazo province) and Colorado River (Tungurahua province); it is to say, 11 and 19 adult species respectively. Preferential temperatures (T_{pref}) were determined by means of a temperature gradient and maximum critical temperatures (TC_{max}) as well as minimum critical temperatures (TC_{min}) through the critical thermal method. T_{pref} was 30.00 °C for experimental units from Chorrera Mirador and 30.24 °C for those from Colorado River, TC_{min} was 5.82 °C for experimental units from Chorrera Mirador and 5.80 °C for those from Colorado river, it means that the units from both places have a similar tolerance to cold. Regarding TC_{max} , temperatures of 42.34 °C and 40.00 °C were registered respectively. This evidences that species from Chorrera Mirador present a higher tolerance to temperature increase; thus, they are adapted to resist temperature changes caused by climate change. For the population analysis, it was necessary to use MARK software by means of the MO method, which is based on the number of recaptures made during the sampling period, where each animal has the same probability of being recaptured, obtaining a population from 17 to 39 species in Chorrera Mirador; however, the population in Colorado River was not estimated since during the *S. cadlei* sampling process, none of the units analyzed were recaptured. It is recommended to socialized the results with the RPFCH surrounding communities in order to promote both, care and ethical management of *Stenocercus cadlei* to prevent its extinction and avoid the advance of the agricultural frontier.

Keywords: <THERMAL TOLERANCE>, <TERMOREGULATOR>, <*Stenocercus cadlei*>, <PREFERENTIAL TEMPERATURES>, <MAXIMUM CRITICAL TEMPERATURES> <MINIMUM CRITICAL TEMPERATURES>, <RECAPTURES>.



Lic. Paul Armas Pesantes Mg

060328987-7

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una problemática mundial que afecta al estado de conservación de los ecosistemas en todas las regiones del mundo. Se predice que los impactos biológicos del calentamiento global aumentarán con la latitud y la altitud, afectado profundamente a los organismos terrestres (Chen et al., 2011). Sin embargo, la magnitud de los impactos depende no solo del grado de calentamiento sino también del número de especies en riesgo, su sensibilidad fisiológica al calentamiento, sus opciones de comportamiento y compensación fisiológica. En este caso las lagartijas son útiles para evaluar los riesgos de calentamiento debido a su biología térmica (Huey et al., 2009, p.1).

Muchos reptiles son muy sensibles a las temperaturas alteradas que pueden resultar del cambio climático debido a su ectotermia, que requiere que dependan de la temperatura ambiental para mantener procesos fisiológicos críticos (Araújo et al., 2006). Los lagartos pueden hacer frente al cambio climático adaptándose rápidamente a las nuevas temperaturas, pero no sin desacelerar físicamente (Refsnider et al., 2021, pp. 126-135). Estos cambios en la aptitud física podrían hacer que las lagartijas sean más susceptibles a la depredación en el futuro, lo que podría afectar el reclutamiento de la población, pero dado que los modelos climáticos futuros predicen no solo un aumento general de las temperaturas, sino episodios más frecuentes de clima extremo, los cambios de temperatura en un área local pueden tener el efecto de alterar las proporciones de sexos de las poblaciones, lo que podría afectar la reproducción futura y con el tiempo, comprometer su aptitud evolutiva.

Según (Zambrano 2018, p.1) en Ecuador, la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) está ligada a las actividades antropogénicas como es el pastoreo extensivo e intensivo de ovejas y ganado vacuno que han ocasionado efectos sobre el suelo y la vegetación dado al consumo de plantas nativas y a todos los procesos del ecosistema por estar relacionados entre sí, afectando a las especies que habitan en este espacio.

Se conoce que la lagartija de páramo del género *Stenocercus*, es bioindicador del cambio climático debido a que el deshielo del glaciar del Chimborazo provocado por el calentamiento global, así como el avance de la frontera agrícola y el pastoreo de especies introducidas, torna a esta especie en vulnerable, provocando que este avance cada vez a altitudes superiores a las que se encuentra hoy en día, llevando sus tolerancias a límites no alcanzados anteriormente (Zambrano, 2018, p.1).

Las investigaciones realizadas en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCH) presentan información imprecisa e insuficiente sobre la población de *Stenocercus cadlei*, especie de lagartija endémica de Ecuador, ubicada en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi,

Tungurahua, Cañar y Bolívar. De la especie se desconoce algunos parámetros fisiológicos como: Temperatura corporal (T_b), Temperatura corporal preferida (T_{pref}), Temperatura crítica máxima (TC_{max}) y Temperatura crítica mínima (TC_{min}), datos importantes para analizar los rasgos termofisiológicos de la especie, para abordar los posibles efectos del cambio climático en sus poblaciones; el resultado de ello es la carencia de información sobre las características térmicas y de conservación de la especie que posee el Ministerio del Medio Ambiente y Agua de Ecuador – MAAE, organismo que ejerce en forma eficaz y eficiente la rectoría de la gestión ambiental del Ecuador, garantiza un ambiente sano y ecológicamente equilibrado a través de la conservación y utilización sustentable de su biodiversidad (MAAE, 2019).

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar las temperaturas críticas de tolerancia de *Stenocercus cadlei* en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado ubicados dentro de la RPFCH, considerando que estos sectores cuentan con áreas distintas, así como características vegetativas diferentes, para que esto sirva de antesala para futuras investigaciones acerca de la vulnerabilidad de la especie al cambio climático, así como a actividades antropogénicas tales como el pastoreo extensivo, y el avance de la frontera agrícola, a fin de comprender su función en el ecosistema, la influencia que este tiene en la preservación de la especie para evitar la extinción y a la posible degradación ambiental en las áreas protegidas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH).

Previas investigaciones han comprobado que las lagartijas que habitan en la Reserva son susceptibles al cambio climático debido a que su fisiología los hace muy vulnerables a los cambios de temperatura (ectotermia), por ello son clave para analizar el cambio climático, en especial se ha demostrado que los lagartos de climas fríos son los más afectados, ya que el aumento de las temperaturas conlleva una menor humedad y, por consiguiente, un ambiente hostil para ellos reduciéndose su población o viéndose obligados a emigrar hacia zonas con características más favorecedoras para su desarrollo, por lo cual la ausencia o presencia de esta especie, considerándose que se encuentra en las faldas del volcán más alto del mundo a partir del centro de la tierra, debería ser considerada como un sistema de alerta de cambios en el hábitat.

La especie *Stenocercus cadlei* se encuentran actualmente en estrecha sintopía en el área de estudio (RPFCH), a más de 3800 y 4200 msnm en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado respectivamente. En este contexto el proyecto contribuye a recopilar información sobre una especie poco analizada y de gran interés en los ecosistemas, y para aquellos interesados de estudiar el avance del cambio climático producido por el conocido calentamiento global. Con este estudio se pretende impulsar la conservación y futuras investigaciones sobre diferentes especies de lagartos termorreguladores que habitan en los diversos ambientes de Ecuador, mismos que han sido afectados por el avance de la frontera agrícola y actividades tales como la cría de ganado y el pastoreo, entre otras actividades antropogénicas.

El presente trabajo se desarrolla bajo el proyecto de investigación “Medios de vida como estrategia para la planificación y gestión en la adaptación basada en ecosistemas - PACHA”, además cuenta con el apoyo técnico, científico y económico del GIDAC “Grupo de Investigación-Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático” bajo el convenio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la Universidad Lakehead de Canadá.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Identificar las tolerancias térmicas y estimar la población de *Stenocercus cadlei*, especie de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCH), en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado.

Objetivos específicos

- Analizar la temperatura preferencial de *S. cadlei*.
- Determinar temperaturas críticas máximas y mínimas tolerables de *S. cadlei*.
- Estimar la población de *S. cadlei* en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Hi:

- Existen diferencias térmicas entre la población de *S. cadlei* en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH.

Ho:

- No existen diferencias térmicas entre la población de *S. cadlei* en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

En México, surge el proyecto “Efecto del cambio climático en los reptiles del noroeste mexicano: conservación y medidas de mitigación”, el cual es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) con la participación de investigadores, técnicos y estudiantes de distintas instituciones; el objetivo del proyecto es estudiar la ecología térmica de distintas especies de reptiles adaptados a diversos ambientes y con tipos de reproducción diferentes, lo que permitirá entender y evaluar su vulnerabilidad ante el cambio climático, así como buscar estrategias de manejo para conservar y mantener los hábitats adecuados para las poblaciones silvestres además de las zonas de refugio térmico (Lara et al., 2017, p.22).

Según Herrando et al, (2019), la tolerancia térmica de los reptiles altera los periodos en que estos dedican a distintas actividades dependiendo de las condiciones climáticas. Investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC) y otras instituciones científicas de Portugal, Bélgica y Australia han estudiado el fenómeno de la tolerancia en 59 poblaciones de 15 especies de lagartos y lagartijas ibéricas. Llegándose a la conclusión que las poblaciones de una misma especie presentan distintas tolerancias variando hasta en 3 grados centígrados en distintas regiones y climas de la península Ibérica. En el estudio también se observó que, en promedio, estos reptiles pueden tolerar temperaturas corporales entre 41 y 48 grados centígrados según las especies. El contraste que existe entre poblaciones indica la importancia de investigar la tolerancia térmica no de una sola población para pronosticar la respuesta al clima, en cuestión, durante los periodos de calor extremo, los reptiles no pueden alimentarse ni reproducirse, la variación de la tolerancia térmica entre poblaciones condiciona las estimaciones del impacto climático sobre las especies, contextualiza el investigador de la Universidad de Adelaida, Salvador Herrando quien tiene experiencia trabajando en el MNCN.

Guerra Correa et al., (2020) analizó la biología térmica y la vulnerabilidad climática de dos especies de lagartos (*Stenocercus festae* y *S. guentheri*) que habitan los Andes ecuatorianos; a través de cuatro parámetros fisiológicos: temperatura corporal (T_b), temperatura preferencial (T_{pref}), Temperatura Crítica máxima ($TC_{máx.}$), y temperatura crítica mínima ($TC_{mín.}$), para examinar la variación de rasgos termo fisiológicos. Las dos poblaciones habitan en diferentes condiciones ambientales y altitudinales. También evalúa la disponibilidad de temperaturas

operativas, tolerancia al calentamiento y margen de seguridad térmica de cada población para estimar sus posibles peligros por el aumento de temperatura provocado por el cambio climático. Al igual que en estudios anteriores, en los resultados de dicha investigación sugieren que algunos rasgos fisiológicos (TC_{max} y T_b) están influenciados por la heterogeneidad ambiental, lo que trae cambios en la termorregulación.

En el trabajo de (Salcedo, 2017, p.2) se centra en conocer las variables que influyen la temperatura corporal de un lagarto terrestre (*Cnemidophorus lemniscatus*) en un cultivo de mango (*Mangifera sp.*) y qué microhábitats son importantes para la especie; observación de abundancias de individuos por horas, y muestreo por encuentro visual (VES) en un área de cultivo de 5,5 ha en el rango horario de 08:00 a 16:00 h, se encontró que la mayor abundancia de individuos fue en el rango horario de las 12:00 a las 14:00 h. Aunque no hubo ninguna diferencia en la temperatura del sustrato entre microhábitats, las rocas fueron las que mayor rango de temperatura del sustrato y abundancia de la especie (35 %) presentaron; la temperatura corporal de la especie osciló en un rango de 29 a 45 °C, y se determinó por un modelo de regresión lineal múltiple que el 44% de su comportamiento es explicado por la suma de las variables de temperatura del sustrato, temperatura de la cobertura, iluminancia y velocidad del viento (Salcedo, 2017, p.2).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Fauna en la Reserva de Producción Faunística Chimborazo

La Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCH) es parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Estado desde el año 1987. La cual está políticamente localizada en las provincias Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, comprendida por 52 683,27 ha. Además, contiene 8 de los 90 ecosistemas existentes en el país. Su importancia radica en la capacidad que estos ecosistemas poseen para generar beneficios a 14 poblaciones locales a través de los servicios ecosistémicos que suministran (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2- 48). Por lo tanto, los territorios que poseen riqueza en biodiversidad comprendida entre sus ecosistemas y poblaciones locales que se beneficia de estos (es decir la configuración de un socio-ecosistema) deben establecer estrategias que coadyuven a su conservación, especialmente promover alternativas para el conocimiento, valoración y manejo de los servicios ecosistémicos que estos ofrecen para el desarrollo económico, social y cultural, que permitan el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y al buen vivir (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2- 48).

La fauna de la Reserva no es abundante si se compara con otras áreas naturales protegidas en la Sierra. Sin embargo, su importancia faunística radica en que en ella habitan especies clave para la mantención de los ecosistemas como la vicuña (*Vicugna vicugna*), además de contar con especies endémicas como el colibrí estrella de Chimborazo (*Oreotrochilus chimborazo*), especies rapaces que indican el estado de conservación de los ecosistemas o también anfibios y reptiles (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2- 48).

1.2.1.1. Reptiles

En cuanto a la diversidad de reptiles, es baja, en la cual se puede encontrar tan solo dos especies de lagartijas: lagartija de jardín común (*Pholidobolus montium*) y guagsa de Gunther (*Stenocercus guentheri*). Además, es posible encontrar a: lagartija minadora (*Riama unicolor*) y la lagartija de palos de Cashca Totoras (*Riama cashcaensis*), para los cuales no existen registros concretos de su población (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2- 48). También se ha observado la presencia de la especie *Stenocercus cadlei*, especie que habita a más de 3000 msnm en la RPFCH.

1.2.2. Género Stenocercus

El género *Stenocercus* está integrado actualmente por 63 especies que se concentran en elevaciones de entre 0 a 4.000 m.s.n.m. en los Andes y las tierras bajas adyacentes del norte de Venezuela y Colombia hasta el centro de Argentina, con algunas especies presentes en el Atlántico entre el sur y el noreste de Brasil, centro de Argentina (Torres, 2007, p.76). Ecuador se encuentra entre los diez países con mayor diversidad de reptiles del mundo. Se calcula que habitan aproximadamente tres especies distintas por cada 2.000 km² y hasta el momento se han registrado 444 especies en todo el país. La mayoría fueron reportadas durante los últimos años y se estima que el número va a seguir aumentando (Torres et al., 2013b, p.384). De tal manera que se han encontrado 12 especies de este género ocupando una variedad de hábitats (Torres et al., 2006: p.171).

1.2.3. Termorregulación de los lagartos

La mayoría de los reptiles, y sobre todo los que viven en medios abiertos, regulan activamente su temperatura corporal intercambiando calor con el medio, según Masó y Pijoan (2011: p. 384). Cuando están activos, toman el sol para entrar en calor (heliotermia) o absorben calor a partir de

la cara inferior de las piedras, en rocas u otros sustratos caldeados por el sol (tigmotermia), o inversamente se refugian a la sombra, bajo piedras, en grietas o en madrigueras cuando el calor se torna excesivo. De este modo, estos reptiles no sólo mantienen su temperatura corporal dentro del rango de unos pocos grados cuando están activos, que les permite estar activos sino también a menudo dentro de un rango todavía más estrecho de temperaturas óptimas (Masó y Pijoan, 2011: p. 384).

1.2.4. Termorregulación diurna y nocturna de los lagartos

La termorregulación de los ectotermos depende de su morfofisiología, involucra un proceso regulatorio donde depende de la radiación solar, los ectotermos nocturnos dependen de la temperatura del hábitat, para regular su temperatura corporal (Tb) y así cumplir los procesos fisiológicos entre el día y la noche (Huey 1982, Angilletta & Werner 1998, Angilletta et al. 1999, Kearney & Predavec 2000, Aguilar & Cruz 2010; citados en Lara et al., 2013).

Los reptiles nocturnos, durante el día (fotofase) pasan dentro del refugio, y regulan su Tb dentro de un intervalo de temperatura preferencial (Tp) para llevar a cabo sus procesos fisiológicos como la digestión, crecimiento, reproducción, etc. (Dial 1978, Angilletta & Werner 1998; citados en Lara et al., 2013). Durante esta fase de “inactividad” las lagartijas seleccionan refugios donde la temperatura sea diferente a la del exterior (Dial 1978, Huey 1982; citados en Lara et al., 2013).). Por otro lado, durante la noche (escotofase), las temperaturas descienden y con ello las oportunidades de alcanzar temperaturas apropiadas para, locomoción, socialización, escape o defensa de depredadores son limitadas, sin embargo, las actividades sociales, el riesgo de lesiones, depredación incrementan (Angilletta et al. 1999, Kearney & Predavec 2000, Aguilar & Cruz 2010; citados en Lara et al., 2013).

1.2.5. Regulación de la temperatura en los reptiles

La ectotermia es una regla general entre los reptiles, la sola excepción es el lagarto overo (*Salvator merianae*) durante una parte del año. Comparados con los endotérmicos, los animales ectotérmicos tienen escasos requisitos energéticos, ya que no han de emplear la energía obtenida de sus alimentos para mantener elevada y constante su temperatura interna. Gracias a ello, los reptiles sobrellevan sin problemas las situaciones en que los alimentos son muy escasos o intermitentes, y ésta es la razón que explica su actual supervivencia, pese a la competencia de los más sofisticados, aunque limitados por su endotermia (Masó y Pijoan, 2011: p. 384).

1.2.6. Cambio climático

El clima del planeta está cambiando más deprisa e intensamente que en cualquier otra época: la actividad humana es la causa principal. El cambio climático es uno de los principales problemas ambientales y sociales de la humanidad debido a las consecuencias que puede tener. Una parte de la radiación recibida rebota (se refleja) en la atmósfera terrestre, las nubes y el suelo y regresa al espacio exterior, parte de la radiación de onda corta atraviesa la atmósfera alcanzando la superficie terrestre y calentándola. Parte de las radiaciones infrarrojas escapan al espacio, otra parte de esa radiación infrarroja es atrapada y retenida por los gases de efecto invernadero, calentando las capas bajas de la atmósfera y evitando que todo el calor se pierda en el espacio, a mayor concentración de gases de efecto invernadero, mayor retención de calor, esos gases extra incrementan el efecto invernadero natural y provocan el calentamiento global que da lugar a un cambio global en el clima (Gobierno de Aragón, 2019).

El aumento de las temperaturas trae consigo muchas consecuencias a otros niveles, como fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, sequías prolongadas, inundaciones), aumento del nivel del mar o cambio en los patrones meteorológicos en determinadas zonas (Equipo por el Clima, 2019).

1.2.7. Colapso de los lagartos frente al cambio climático

El cambio climático a menudo se enmarca como un aumento continuo en la temperatura de la superficie de la Tierra, pero los efectos adicionales incluyen eventos climáticos extremos. Estos eventos, como los períodos de frío, tormentas tropicales y olas de calor, alteran los patrones climáticos locales, haciendo que las temporadas de invierno sean más frías y las temporadas de verano más cálidas que el promedio. Esto podría plantear potencialmente muchos desafíos para las poblaciones de animales salvajes. Los lagartos, al igual que otras especies de reptiles, no pueden regular su propia temperatura corporal, que cambia con la temperatura del aire. Cuando la temperatura del aire se vuelve demasiado fría, las lagartijas se inmovilizan. A menudo pierden el control de los árboles y caen aturdidos al suelo, lo que los hace vulnerables a los depredadores (Stroud et al., 2020: p.1).

Sin embargo, nuevas investigaciones han revelado una tolerancia a la temperatura más baja de lo que se pensaba anteriormente en todas las especies de lagartos. Las lagartijas podrían soportar temperaturas de 1 a 4 °C más frías de lo que se pensaba antes de inmovilizarse dependiendo de la especie analizada. En promedio, las diferentes especies de lagartos pueden soportar una temperatura de alrededor de 5,5 °C. Se teoriza que este cambio en el umbral térmico es un

producto de la selección natural impulsada por el cambio climático. Los lagartos que pueden soportar temperaturas más frías corren menos riesgo de depredación y, en consecuencia, es más probable que transmitan sus genes a la siguiente generación. Esta investigación destaca la adaptación de las especies animales a su clima cambiante y sugiere que muchas especies pueden ser más resistentes de lo que se pensaba anteriormente (Stroud et al., 2020: p.1).

1.3. Bases conceptuales

1.3.1. Bioindicador

Son seres que tienen la capacidad de otorgar información ambiental del lugar en el que habitan, puede tratarse de una especie animal o vegetal que refleja el estado abiótico o biótico del medio ambiente, su presencia o ausencia indican cambios ambientales en un hábitat, comunidad o ecosistemas, o cambios en la diversidad de otras especies (Thomann, 2020).

1.3.2. Ectotermo

Son organismo cuya temperatura corporal depende de una fuente externa de calor; su capacidad de generar calor metabólico es inexistente. Ejemplos típicos de animales ectotérmicos son los anfibios, la mayoría de los peces y los invertebrados. Actualmente se utiliza el término termoconformador para designar a estos individuos (Curtis et al.2008, p.11).

1.3.3. Sensibilidad térmica

La sensibilidad térmica describe el grado en el que el rendimiento fisiológico de un organismo depende de la temperatura, creando un gradiente de opciones de sensibilidad que va desde los especialistas térmicos, esto es, los organismos cuyo rendimiento es óptimo en un rango estrecho de temperaturas, a los generalistas térmicos, u organismos capaces de funcionar bien en un amplio rango de temperaturas (Ortega, 2015, pp. 38-39).

1.3.4. Stenocercus cadlei

Stenocercus cadlei se distingue del resto de especies de *Stenocercus* por la combinación de los siguientes caracteres:

- a. Escamas imbricadas en la parte posterior de los muslos

- b. Escamas ventrales lisas en los adultos
- c. Bolsillo de ácaros posthumeral, que consiste en una depresión superficial con una abertura ancha
- d. Escamas pequeñas en región occipitoparietal
- e. Supraoculares de similar tamaño a escamas occipitoparietales.

S. cadlei puede confundirse con *S. angel*, *S. chota*, *S. festae*, *S. guentheri* y *S. nigromaculatus*.

S. cadlei y *S. guentheri* se diferencian de *S. festae* por tener escamas ventrales lisas o ligeramente quilladas, en los juveniles (totalmente quilladas); y por la ausencia de un parche antehumeral negro en los machos adultos (parche presente). Algunas hembras adultas de *S. cadlei* poseen un parche amarillo brillante con reticulaciones oscuras en la región pectoral (Mármol, 2019).

1.3.5. Temperatura corporal preferida (T_{pref})

Según (Díaz et al 2004, p. 2) el rango de temperaturas preferidas representa el intervalo térmico por individuo dentro de un gradiente térmico artificial en laboratorio en el cual los procesos que controlan la actividad de los organismos son efectivos y su eficiencia se incrementa y se optimiza, denominada también como la variación térmica que tendrían los animales si no tuviesen ninguna restricción ecológica. Se asume que el óptimo térmico de rendimiento de la población de estudio coincide con el rango de temperaturas preferidas, pero es importante considerar que una combinación perfecta entre la temperatura preferida y el óptimo térmico no siempre ocurre (Ortega, 2015, p. 39).

1.3.6. Tolerancia térmica o límites térmicos (TC_{max} y TC_{min})

La tolerancia térmica refiere a la temperatura corporal máxima o mínima que un individuo es capaz de mantener para desarrollar sus procesos fisiológicos (Willmer et al. 2000; citados en Poaquiiza, 2018). La determinación de las tolerancias térmicas ayuda a predecir los cambios en la distribución, alteraciones fisiológicas, nuevas adaptaciones de las especies, así como la competencia que posee la especie para adaptarse a los cambios medioambientales (Willmer et al. 2000; citados en Poaquiiza, 2018). Para ello se han implementado la técnica del método dinámico o térmico crítico (Mora y Maya 2006; citados en Poaquiiza, 2018). En el método térmico crítico, se utiliza la temperatura máxima crítica (TC_{Max}) y la temperatura mínima crítica (TC_{Min}). El punto crítico máximo se reconoce con la manifestación de pérdida de equilibrio y falta de coordinación motriz en el individuo además de respiración acelerada, y la posterior muerte

(Lutterschmidt y Hutchison 1997; citados en Poaquiiza, 2018). Este método proporciona datos importantes de manera rápida y eficaz, además en este método no es necesario gran cantidad de unidades experimentales (Lutterschmidt y Hutchison 1997; citados en Poaquiiza, 2018), la temperatura máxima crítica es el indicador más conocido para conocer la tolerancia de los organismos sometidos a varias temperaturas (Huey et al. 2009, Somero 2010; citados en Poaquiiza, 2018).

1.4. Bases Legales

1.4.1. Técnicas invasivas en la experimentación animal – en base al manual del Consejo Canadiense de Cuidado de Animales (CCAC) y el Comité de Cuidado de Animales de la Universidad de Lakehead

El Consejo Canadiense de Cuidado de Animales (CCAC) y el Comité de Cuidado de Animales de la Universidad de Lakehead aprobó en 2021 el proyecto titulado "Caracterización de asociaciones de hábitat con base en el perfil termofisiológico de *Stenocercus cadlei*, una iguana de cola de gallo (Preocupación menor) en Ecuador".

En base al Anexo XV-B sobre las CATEGORÍAS DE TÉCNICAS INVASIVAS EN LA EXPERIMENTACIÓN ANIMAL, que detalla las directrices propuestas por el Consejo Canadiense de Cuidado de Animales: Los investigadores y los profesores que utilizan a vertebrados o invertebrados en su investigación, enseñanza o pruebas, en el laboratorio o en el campo, deben observar los principios humanitarios y conocer las normas del CCAC (1998, pp. 307-308) cuando se quiere asignar una categoría. Los protocolos deben someterse al comité apropiado de revisión para todos los estudios y cursos que involucren el uso de vertebrados y algunos invertebrados en las categorías B a E. Los cefalópodos y algunos otros invertebrados superiores tienen un sistema nervioso tan desarrollado como el de algunos vertebrados; consecuentemente, las experiencias que usan estos animales se deben clasificar en las categorías B, C, D, o E (CCAC, 1998, pp. 307-308). En este estudio aplica la categoría C.

Categoría C:

Experimentos que ocasionen poco o ningún malestar o estrés. Por ejemplo: rebaños de animales domésticos (incluyendo las aves) mantenidas para la producción comercial o para fines académicos; la inmovilización bien ejecutada y de corta duración de animales para propósitos de observación o examen físico; las tomas de sangre; la inyección de sustancias en cantidades que no ocasionen reacciones adversas, por las siguientes vías: intravenosa, subcutánea,

intramuscular, intraperitoneal, u oral, excluyendo las vías intratorácica e intracardiaca; los experimentos agudos sin supervivencia, en los cuales los animales están completamente anestesiados y no se despiertan; los métodos aprobados de eutanasia precedidos de inconsciencia rápida, como por ejemplo una sobredosis de un anestésico, o la decapitación precedida de una sedación o de una anestesia leve; períodos cortos de privación de alimentos y/o de agua equivalentes a períodos de abstinencia observados en la naturaleza (CCAC, 1998, pp. 307-308).

Durante o después de los experimentos clasificados en la Categoría C, los animales no deben manifestar señales de automutilación, anorexia, deshidratación, hiperactividad, postración o sueño prolongado, incremento de vocalizaciones, de comportamiento agresivo - defensivo, o demostrar un comportamiento de alejamiento social y aislamiento voluntario (CCPA, 1998, pp. 307-308).

1.4.2. Permiso para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial – MAAE

Trámite orientado a emitir una autorización de investigación científica que permite la recolección de especies de la diversidad biológica, para ecuatorianos. La autoridad ambiental competente otorgara una autorización para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica para la obtención de información científica con fines no comerciales, cuando se requieran procesos de captura, remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural de especímenes, para la integración de inventarios o el incremento de los acervos de las colecciones científicas o museográficas (MAAE, 2019).

Toda investigación científica relativa a la flora y fauna silvestre a realizarse en el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, requiere de la autorización emitida por el Distrito Regional correspondiente. Fuera del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, no se requiere autorización de investigación, salvo que el proyecto respectivo implique la recolección de especímenes o muestra (MAAE, 2019).

En base a la autorización del Ministerio del Ambiente y Agua MAAE-ARSFC-2021-1133 permite la recolección de la especie *Stenocercus cadlei* con el propósito de:

- Contribuir a la adaptación basada en ecosistemas como un mecanismo de identificar los efectos del cambio climático en los recursos que posee la comunidad, frente a su incidencia en las estrategias de vida analizadas desde los diversos grupos generacionales; de esta manera nos permite generar propuestas para la planificación y gestión resiliente de sus

recursos, bajo los enfoques de género, interculturalidad, participación, manejo y conservación de los recursos considerando elementos como la revalorización de los conocimientos locales, como punto de partida para un dialogo de saberes.

- Analizar los medios y estrategias de vida de las comunidades frente al cambio climático considerando la equidad de grupos generacionales y atareos.
- Formular alternativas de solución basada en los medios de vida, considerando la adaptación basada en ecosistemas.
- Evaluar los riesgos climáticos dentro de la unidad de análisis, para establecer los criterios de adaptación.
- Describir las asociaciones de hábitat y la termofisiología de especies indicadoras seleccionadas para comprender la amenaza que el cambio climático puede representar para sus poblaciones.

1.4.3. Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se crea con Acuerdo Ministerial No. 437 del 26 de octubre de 1987 publicado en el Registro Oficial No. 806 del 9 de noviembre del mismo año. Se localiza en las provincias de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua, con una extensión de 58560 hectáreas. Su altura varía desde los 3800 a 6263 metros sobre el nivel del mar, que corresponde a la altura de la cumbre del nevado Chimborazo; presenta un clima frio andino con temperaturas desde los 0° a 10° C (MAAE, 2014).

Objetivos:

- Mantener los recursos de los ecosistemas páramo y puna.
- Precautelar y desarrollar en base a los respectivos parámetros ecológicos el hábitat de los camélidos nativos de los Andes: vicuñas, llamas, alpacas para la cría y fomento de las especies valiosas ligadas con nuestra identidad cultural.
- Establecer la infraestructura y servicios necesarios para el turismo y la investigación del páramo, en especial sobre camélidos nativos para la obtención de conocimientos y tecnologías para la cría y fomento de las especies comprendidas en este grupo zoológico.
- Mejorar el nivel de vida de las personas del área proporcionándoles apoyo en manejo de camélidos.

1.4.4. Marco Regulatorio Nacional de Cambio Climático

- **Constitución (2008):** Los derechos de la naturaleza son abordados en la Constitución por primera vez en la historia. El Ecuador es uno de los pocos países de la región que hace referencia explícita a la temática del cambio climático (Art. 414).
- **Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017):** Objetivo 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. Políticas: 7.10: Implementar medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental (MAAE, 2018).
- **Subsecretaría de Cambio Climático – SCC (octubre 2009):** El Ministerio del Ambiente estará encargado de “la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concienciar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional” (MAAE, 2018).
- **Acuerdos Ministeriales:** N° 095. Establece como Política de Estado a la Estrategia Nacional de Cambio Climático (MAAE, 2018).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es cuantitativo, ya que se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández et al., 2014: p. 34) con las capturas de 30 individuos de *S. cadlei*. Según el objetivo planteado para determinar las tolerancias térmicas de *S. cadlei* en la RPFCH.

De acuerdo al nivel de profundización en el objeto de estudio de la investigación de carácter explicativo, debido a que por medio del análisis se pretende evaluar las diferencias de temperaturas tolerables en Chorrera Mirador y Río Colorado. Según la manipulación de variables pre experimentales siendo un diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo y que sirve como acercamiento al problema de investigación; y según el periodo temporal, transversal debido a que se analiza los datos recopilados en un periodo de tiempo sobre una población muestra de *S. cadlei*; se procede:

2.2. Diseño de la investigación:

Según la manipulación de variables es un diseño pre experimental.

2.3. Diseño Pre-Experimental

2.3.1. *Pre Experimento:*

Post prueba con un solo grupo de 30 individuos de la especie *Stenocercus cadlei* adultos.

2.4. Identificaciones variables

2.4.1. *Variables dependientes:*

Tolerancias Térmicas (TCmax y TCmin)

2.4.2. *Variables independientes:*

Temperatura de aclimatación o de exposición

2.5. Matriz de consistencia

Tabla 1-2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se desconoce las tolerancias térmicas de <i>S. cadlei</i>. Carencia de información vital que caracteriza a la especie, para promover el manejo ético la especie con el MAAE. <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se desconoce las temperaturas preferenciales y críticas máximas y mínimas de tolerancia se <i>S. cadlei</i> para la supervivencia. No existen datos sobre el número de individuos aproximado que conforman las poblaciones de esta especie. 	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las tolerancias térmicas de <i>Stenocercus cadlei</i>, especie de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCH), en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la temperatura preferencial de <i>S. cadlei</i>. Determinar temperaturas críticas máximas y mínimas tolerables de <i>S. cadlei</i>. Estimar la población de <i>S. cadlei</i> en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado. 	<p>Hipótesis de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Existen diferencias térmicas entre la población de <i>S. cadlei</i> en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH. <p>Hipótesis nulas:</p> <ul style="list-style-type: none"> No existen diferencias térmicas entre la población de <i>S. cadlei</i> en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH. 	<p>Variable independiente:</p> <p>Temperatura aclimatación o de exposición</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Temperatura del agua Sensación térmica <p>Variable dependiente:</p> <p>Tolerancias Térmicas (TCmax y TCmin)</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Actividad y comportamiento del individuo Temperatura preferencial Temperatura crítica mínima Temperatura crítica máxima

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.5.1. Operacionalización de las variables

Tabla 2-2: Operacionalización de las variables

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE			
Tolerancias Térmicas (TCmax y TCmin)	Refiere a las temperaturas mínimas y máximas a las cuales la especie estudiada logra sobrevivir.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad y comportamiento del individuo • Temperatura preferencial • Temperatura crítica mínima • Temperatura crítica máxima 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Omega HH378 Data Logger, (Termocuplas) • iButtons • Software eTemperature • Data Logger Omega HERPP678 • Software logging
VARIABLE INDEPENDIENTE			
Temperatura aclimatación o de exposición	Refiere a la temperatura del ambiente controlado al cual se le somete a la unidad experimental para lograr obtener su tolerancia térmica.	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del agua • Sensación térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Omega HH378 Data Logger, (Termocuplas) • Software logging

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.6. Localización del estudio

El área de estudio se encuentra en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, donde se consideró las comunidades de Chorrera Mirador y Río Colorado.

La RPFCH se localiza en el corazón de los andes ecuatorianos en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, con un rango altitudinal que varía desde los 3200 a los 6310 msnm y una extensión de 58 560 hectáreas (Zurita, et al., 2020; pp. 81-84).

Chorrera Mirador se ubican en la zona alta de la parroquia San Juan, a 34,98 km de la ciudad de Riobamba en la provincia de Chimborazo (Lozano, et al., 2016, pp. 55-70). Para acceder a esta comunidad se cuenta con vías de primer orden (Vía Riobamba- Guaranda).

Río Colorado pertenece a la provincia de Tungurahua, para acceder a esta comunidad se debe tomar la vía a San Juan y seguir por el camino antiguo hacia Ambato, aproximadamente 15 km (ECOLAP y MAE, 2007, p. 7).

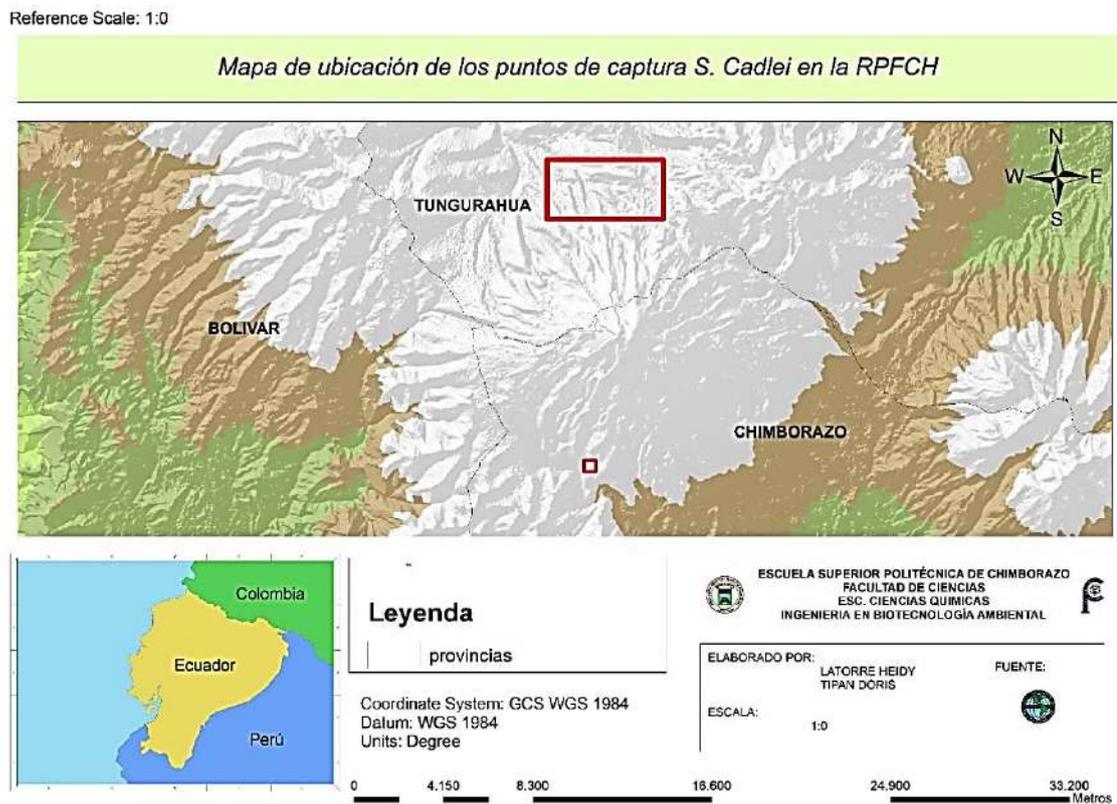


Figura 1-2. Mapa de localización de *Stenocercus cadlei* en Chorrera Mirador y Río Colorado de la RPFCH

Realizado por: Latorre, Heidi; Tipán, Doris, 2022.

2.6.1. *Clima*

El clima en la RPFCH es frío y muy variable, la temperatura se encuentra influenciada por la variación altitudinal y oscila entre 0 a 10 °C (ECOLAP y MAE, 2007, p. 7).

2.6.2. Precipitación

En la zona de páramo la pluviosidad es de 1 000 mm/año; y humedad de 70-85% (ECOLAP y MAE, 2007, p. 7).

2.6.3. Diversidad florística

De acuerdo con Sierra (1999; citado en Lozano, et al., 2016, pp. 55-70) se encuentra principalmente tres tipos de vegetación:

- 1) Herbáceo: se localiza entre los 3400 - 4300 msnm, con presencia de vegetación herbácea como *Azorella*, *Calamagostris intermedia*.
- 2) Seco: se ubica entre los 3500 - 4200 msnm, y está conformado por especies de *Chuquiraga*, *Senecio* y *Plantago spp.*
- 3) Gelidofitia: hace referencia a las plantas más resistentes al frío, la desecación fisiológica y el viento (Hofstede, 2013, p. 101) (se localiza sobre los 4700 msnm y es una zona anexa a las nieves perpetuas con presencia de algunos líquenes).

2.6.4. Fauna

La fauna de la RPFCH comprende diversas especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, dicha diversidad varía de acuerdo al clima (temperatura, humedad), los ramales de la Cordillera de los Andes (norte-sur y este-oeste), la altitud y el volcanismo, factores que hacen posible la existencia de ecosistemas singulares y especies endémicas (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2-48).

En cuanto a la diversidad de reptiles, es baja, en la cual se puede encontrar dos especies de lagartijas: lagartija de jardín común (*Pholidobolus montium*) y Guagsa de Cadle (*Stenocercus cadlei*) de las cuales no existen registros concretos de su población. En la RPFCH no se han encontrado especies de peces silvestres, pero existen especies introducidas como la trucha (MAE, 2014; citado en Zhicay, 2016, p. 2-48).

2.7. Población de estudio

La población está constituida por los especímenes de *Stenocercus cadlei* adultos, capturados en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo en los sectores de Chorrera Mirador y Río Colorado.

2.8. Tamaño de la muestra

La muestra está comprendida por un total de 30 lagartijas adultas de la especie *Stenocercus cadlei*; en Chorrera Mirador se capturaron 11 especímenes mientras que en Río Colorado se capturaron 19. La obligación de capturar 30 individuos fue por recomendación de la Bióloga Estefany Guerra Correa (et al., 2020), según las capturas de otras especies de ectotermos para ensayos térmicos.

También en este caso para seleccionar el tamaño de la muestra se considera la lógica del investigador "por ejemplo si se tiene una población de 100 individuos habrá que tomar por lo menos el 30% para no tener menos de 30 casos, que es lo mínimo recomendado para no caer en la categoría de muestra pequeña (López, 2004: p.70). En base a ello se tomaron los 30 individuos, puesto que en este estudio es viable un muestreo no probabilístico en el cual el investigador selecciona muestras basadas en un juicio subjetivo, con el fin de obtener muestras sin que todos los individuos de la población tengan posibilidades de ser capturados, tomando en cuenta que en distintas publicaciones sobre estudios térmicos de *Stenocercus*, se trabaja con un máximo de 26-30 individuos, debido al difícil acceso y gran esfuerzo de captura que se realiza.

2.9. Método de muestreo

El método de muestreo es aleatorio, donde se capturan las muestras en diferentes puntos al azar en cada sector, en este caso son determinados por el lugar y momento donde se logre divisar un adulto de la especie *S. cadlei*.

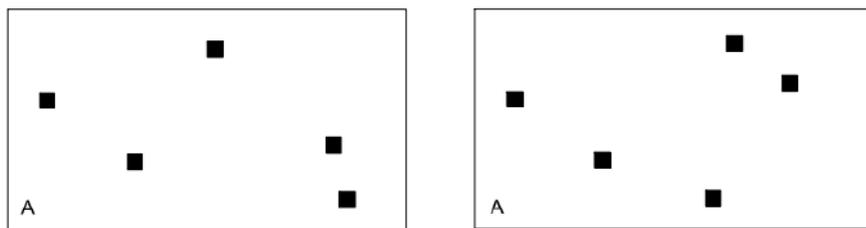


Figura 2-2. Esquema de muestreo aleatorio

Fuente: Mostacedo, B. 2000.

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.10. Técnicas de recolección de datos

Se registró el sexo y longitud de cada individuo capturado. La recolección de datos de los parámetros de temperatura corporal, temperatura del aire y temperatura del sustrato se realizó *in situ* y son recogidos a través de un termopar tipo T conectado a un termómetro digital Omega HH603A. Durante el proceso de experimentación los datos fueron recopilados por el software Omega HH603A cada 30 segundos en tablas.

También fueron utilizados iButtons, los cuales almacenaron datos de temperatura durante 2 días desde el momento de captura de cada individuo en los lugares de estudio.

2.10.1. Captura de *Stenocercus cadlei*

El método a utilizar para la captura de *Stenocercus cadlei*, fue el descrito por (Guerra et al., 2020, p.3) el cual consistió en usar un Panfish Pole de Cabela (caña de pescar) con un hilo dental no mentolado, colocado en la punta de la caña de pescar en forma de nudo corredizo el cual permitió sujetar al individuo por el cuello hasta a una distancia de 2m. En cada lugar se georreferenció el punto exacto de captura con GPS para el retorno de los especímenes después de los ensayos de tolerancia térmica.

El individuo se colocó inmediatamente en una bolsa de red y dentro de los primeros 20 segundos se tomó los datos de temperatura corporal (T_b) a través del área cloacal utilizando un termopar tipo T conectado a un termómetro digital Omega HH603A; a cada lagartija se pesó con una balanza de resorte, se identificó el sexo y finalmente se procedió a medir con una cinta métrica la longitud de la cabeza – cloaca o conocida también como SVL y la cola.



Figura 3-2. Registro de la temperatura corporal *in situ*

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Una vez que se completan las mediciones de campo, se otorgó un código (SC#) con el cual la lagartija ingresó al laboratorio de la ESPOCH, Facultad Ciencias para los análisis de temperaturas.

Se deberá capturar a los individuos mientras estén activos fuera de sus retiros en sus hábitats (Guerra et al., 2020, p.3).

2.10.2. Metodología de temperaturas preferenciales (T_{pref})

Antes de los experimentos termofisiológicos, se colocó a las lagartijas individualmente durante un máximo de un día a temperatura ambiente en terrarios (0,30 m de largo x 0,30 m de ancho x 0,30 m alto).

Los terrarios fueron previamente acondicionados con agua natural y vegetación de su hábitat que hace la función de refugio.



Figura 4-2. Terrarios para la estadía de *S. cadlei* en el Laboratorio

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Para determinar las temperaturas preferenciales (T_{pref}) se construyó una pista de madera de ocho carriles de 1 m de largo x 0,12 m de ancho x 0,2 m alto (Sears MW, 2005; citado en Guerra et al., 2020, p.3)

En cada carril, se instaló una bombilla de 100 vatios en un extremo para crear un gradiente térmico, a lo largo del cual la lagartija pueda moverse libremente. Las temperaturas corporales fueron grabadas en tiempo real por el software Omega Logging Recorder cada 30 segundos durante 2 horas a través de un termopar tipo T colocado anteriormente al área cloacal y asegurado con Micropore cinta de cirugía.

Cada vez que se comenzó con un nuevo experimento, las lagartijas se soltaron en el medio del carril por 15 minutos, para permitir la aclimatación (Guerra et al., 2020, p.4), culminado el ensayo térmico las lagartijas descansaban un intervalo de 24 horas para el siguiente experimento.

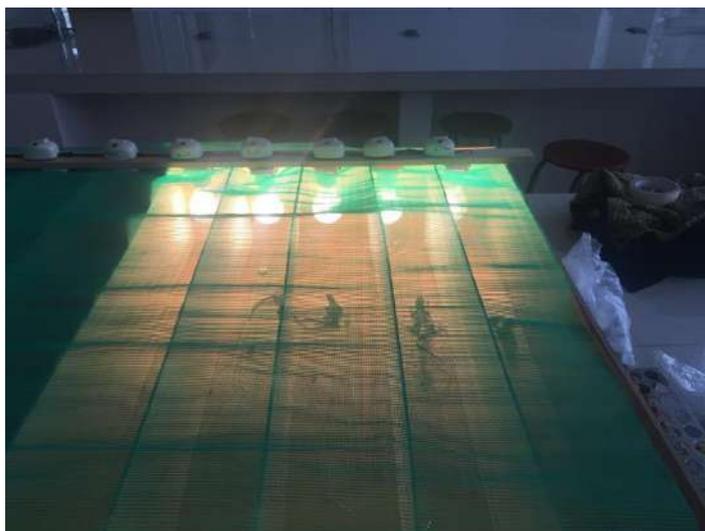


Figura 5-2. Pista de madera, para determinación de temperaturas preferenciales

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.10.3. Metodología de las temperaturas mínimas (TC_{min}) y máximas (TC_{max})

Para determinar TC_{min} y TC_{max} , se midió de forma independiente colocando cada lagartija (*S. cadlei*) en una cámara de vidrio pyrex transparente, además se colocó un sensor de temperatura (iButton) dentro de la cámara, misma que se colocó dentro de un recipiente más grande a manera de baño María, enfriando el agua con hielo o calentando el agua con un reverbero a una velocidad aproximada de 1.0–1.5°C por minuto.

Un termopar tipo T anteriormente conectado al área cloacal y asegurado con Micropore (cinta de cirugía) registró la temperatura del individuo, así mismo otro termopar tipo T estará sumergido registrando la temperatura del agua. Cuando el individuo no logró incorporarse al ser volteado sobre su espalda, se detuvo el experimento (Andrango et al., 2016; Kubisch E., 2013; citado en Guerra et al., 2020, p.4).

Se procuró que el individuo recupere una temperatura estable y que este descanse por un intervalo de 24 horas entre las pruebas para evitar el sufrimiento y estrés innecesario (Guerra et al., 2020, p.4).



Figura 6-2. Determinación de temperaturas mínimas

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.



Figura 7-2. Determinación de temperaturas máximas

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.10.4. Fase de post experimentación

Al culminar todos los ensayos de tolerancias térmicas, las lagartijas fueron colocadas en los terrarios para un descanso de 12 horas, posterior a ello en el laboratorio se colocó una marca con pintura no toxica en la región de la cola con el fin de evitar las recapturas en las siguientes salidas al campo con la posibilidad de obtener información adicional para las estimaciones de población a partir de estimadores de captura-marca-recaptura, también se pesó y se midió la longitud nuevamente a cada individuo y fueron liberadas en la RPFCH en el mismo lugar de captura para evitar alteraciones con el hábitat de los especímenes. Se evidencio que todas las lagartijas retornaron en óptimas condiciones.



Figura 8-2. Retorno de *S. cadlei* a la RPFCH

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

2.10.5. Análisis de población

Para calcular la abundancia de la especie se utilizó el Software MARK (White y Burnham, 1999) mediante modelos de captura-recaptura. Durante las salidas de campo realizadas en marzo del 2021 en Chorrera Mirador se observaron 9 juveniles los cuales no eran capturados y 3 recapturas con los códigos Sc5, Sc6, Sc4 lo cual posibilita realizar el análisis poblacional del sector; mientras que en Río Colorado se observaron 15 juveniles, pero ninguna recaptura. Con estos datos se procedió a la estimación poblacional de la especie.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las capturas se realizaron en 8 salidas de campo a la RPFCH en las cuales se capturó un total de 30 individuos de la especie *S. cadlei*, distribuidos aleatoriamente como se muestra en las Figuras 9-3 y 10-3.

En los mapas se observa los puntos de captura de cada ejemplar, dado que se georreferenció cada lugar pues parte del proyecto es el manejo ético de la especie, por lo cual una vez concluida la experimentación los especímenes, retornaron al sitio donde fueron capturados en óptimas condiciones, por lo cual el grupo de investigación se aseguró que contemos con un veterinario especializado en reptiles, quien asesoro todo el proceso.

3.1. Ubicación de los puntos de muestreo en Chorrera Mirador

En el sector de Chorrera Mirador se capturaron 11 ejemplares en cuatro salidas de campo con su respectivo retorno de cada ejemplar, la especie se encontraba dispuesta en un rango altitudinal que varía desde los 3200 hasta los 3965 msnm, durante los recorridos se observaron 9 juveniles los cuales no formaron parte de la muestra y al finalizar las salidas se contabilizaron 4 recapturas.

Reference Scale: 1:0

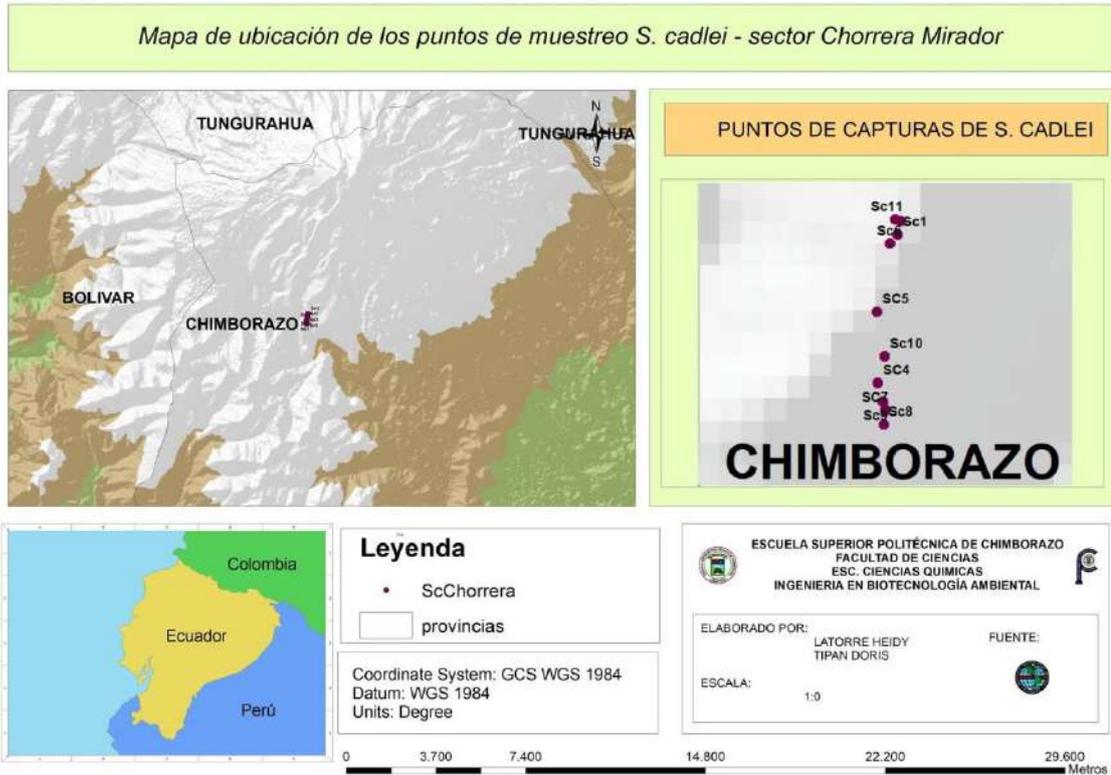


Figura 9-3. Mapa de ubicación de los puntos de muestro de *S. cadlei* – sector Chorrera Mirador
Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.1.1. *Ubicación de los puntos de muestreo en el Sector Río Colorado*

En Río Colorado se capturaron 19 ejemplares también en cuatro salidas de campo con su respectivo retorno de cada individuo en óptimas condiciones, la especie estaba dispuesta a una altitud desde los 4200 msnm. En este sector la especie se encuentra más extendida, debido al gran tamaño del área, por lo cual durante los recorridos se observaron 15 juveniles y no se obtuvo ninguna recaptura.

En total se trabajó con 30 ejemplares adultos de la especie estudiada.

Reference Scale: 1:0



Figura 10-3. Mapa de ubicación de los puntos de muestro de *S. cadlei* – sector Río Colorado

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.2. Parámetros termofisiológicos

Los datos obtenidos en campo y en los ensayos térmicos realizados en el laboratorio, se sintetizaron en matrices de Excel como se observa en los ANEXOS C y D, a través de medias aritméticas de los datos se obtuvo los siguientes parámetros de: Temperatura corporal (T_b), Temperatura del sustrato (T_s), Temperatura del aire (T_{air}), Temperatura preferencial (T_{pref}), Temperatura crítica mínima (TC_{min}) y Temperatura crítica máxima (TC_{max}), como se presenta en la Tabla 3-3. Además, se realizó modelo de regresión para determinar diferencias a través de coeficientes de los parámetros: (T_b), (T_{pref}), (TC_{min}) y (TC_{max}) en el software RStudio, para validar los resultados obtenidos anteriormente y dar respuesta a la hipótesis.

Tabla 3-3: Resultados termofisiológicos de los adultos *Stenocercus cadlei*

	Temperatura corporal (Tb)	Temperatura del sustrato (Tsustrato)	Temperatura del aire (Tair)	Temperatura preferencial (Tpref)	Temperatura crítica mínima (TCmin)	Temperatura crítica máxima (TCmax)
Chorrera Mirador	19.86 °C	16.45 °C	11.82 °C	30.00 °C	5.82 °C	42.34 °C
Río Colorado	19.16 °C	19.60 °C	15.66 °C	30.24 °C	5.80 °C	40.00 °C

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.2.1. Temperatura corporal (Tb)

Las temperaturas corporales de los individuos recolectados en Chorrera Mirador y Río Colorado fueron 19.86 °C y 19.16°C respectivamente, es decir existe una diferencia de 0.70°C, entre las dos poblaciones.

Los resultados obtenidos mediante RStudio respaldan lo anteriormente descrito como se observa en la gráfica 1-3.

Tabla 4-3: Resultados de temperatura corporal (Tb)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	33,7603	15,3773	2,195	0,037253	*
log(SVL) cabeza-cloaca	-13,8211	7,67	-1,802	0,083156	.
Study.siteColorado	-5,8804	1,447	-4,064	0,000396	***
Tair	1,2101	0,1842	6,568	5,79E-07	***

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Códigos significativos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error estándar residual: 3.149 en 26 grados de libertad

R cuadrado múltiple:0.6269, | R cuadrado ajustado: 0.5839

Estadístico F: 14.56 en 3 y 26 DF, valor p: 9.169e-06

La Gráfica 1-3 muestra las diferencias significativas de temperatura corporal de las especies recolectadas en Chorrera Mirador y Río Colorado.

En Chorrera Mirador se observa como la Tb de la especie (19.86 °C) es superior a Río Colorado (19.16 °C), lo cual podría deberse a que este sector se encuentra a un menor rango altitudinal (3200 – 4965msnm), tiene mayor disponibilidad de refugios que utiliza para la protección contra las temperaturas ambientales extremas, la vegetación representativa es el pajonal (*Calamagostris intermedia*) que sirve como refugio o hábitat. En comparación con Río Colorado la especie se encuentra expuesta a mas variaciones climáticas de temperatura ya que existe menor cobertura vegetal y se observó que la *Chuquiraga* es mayormente utilizada como refugio, por lo cual en ocasiones mantener la Tb elevada se dificulta cuando hay cambios drásticos en el clima.

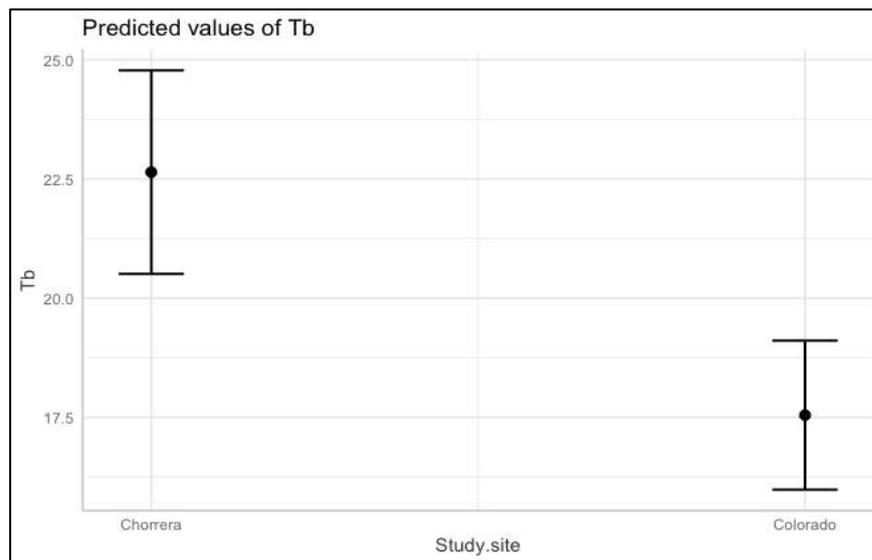


Gráfico 1-3. Diferencias de la Temperatura corporal (Tb) de *S. cadlei* entre los dos sectores

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

La Gráfica 2-3 muestra que la Temperatura corporal (Tb) los especímenes analizados se encuentran directamente relacionados con la temperatura del aire (11.82 ° C y 15.66 ° C) de Chorrera Mirador y Río Colorado.

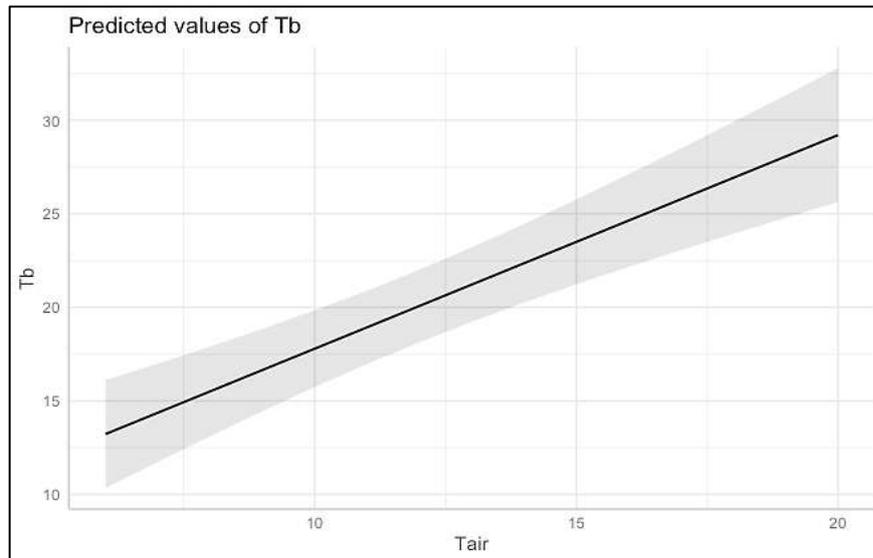


Gráfico 2-3. Relación de Temperatura corporal (Tb) vs Temperatura del aire (Tair)

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.2.2. Temperaturas preferenciales (Tpref)

Los individuos de Chorrera Mirador tienen una Tpref de 30.00 °C y Río Colorado 30.24 °C, es decir difiere mínimamente con 0.24 °C. Por lo cual no existen diferencias significativas en cuanto a Tpref de la especie; por lo mismo se procede a determinar si existen diferencias entre sexos.

En la Tabla 5-3 se muestra que no existe diferencia significativa en las Tpref entre machos y hembras, es decir, las temperaturas que el individuo prefiera o logre tolerar dependerán de su estado fisiológico y alimentación, mas no tendrán relación alguna con el sexo. Lo cual faculta al investigador a realizar el análisis de TCmin y TCmax como especie sin distinción por sexos, pues tanto hembras como machos están en las mismas condiciones de responder ante una variación de la temperatura de aclimatación o de exposición.

Tabla 5-3: Resultados de temperatura preferencial (Tpref)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	47,9873	15,6171	3,073	0,00507	**
SexMale	-1,048	1,3664	-0,767	0,45026	
log(SVL) cabeza-cloaca	-8,5797	7,8822	-1,088	0,28676	
Physiological Condition	-0,3405	0,2687	-1,267	0,21673	

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Códigos significativos: : 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Error estándar residual: 3.192 en 25 grados de libertad	
R cuadrado múltiple: 0.1541,	R cuadrado ajustado: 0.05261
Estadístico F : 1.518 en 3 y 25 DF, Valor p: 0.2342	

3.2.3. Temperaturas críticas mínimas (TCmin)

A través del análisis de datos se evidencia que la TCmin de los individuos de Chorrera Mirador y Río Colorado, es de 5.82°C y 5.80 °C respectivamente, es decir existe una diferencia mínima de 0.02 °C. Por lo cual no existen diferencias significativas en cuanto a la capacidad de tolerar bajas temperaturas entre los especímenes de las dos localidades.

En la Tabla 6-3 se observa que la significancia en cuanto a diferencias de TCmin entre Chorrera Mirador y Río Colorado, es tan pequeña que incluso alcanza valores inferiores a cero, por lo cual se puede aseverar que no existen diferencias considerables entre los individuos capturados en las dos localidades.

Tabla 6-3: Resultados de temperaturas críticas mínimas (TCmin)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	6,11198	0,32443	18,839	<2e-16	***
SexMale	-0,44106	0,3922	-1,125	0,271	
Physiological Condition	0,13678	0,08111	1,686	0,104	

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Códigos significativos: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’

1

Error estándar residual: 0.9648 en 26 grados de libertad	
R cuadrado multiple: 0.1216,	R cuadrado ajustado: 0.05403
Estadístico F: 1.8 en 2 y 26 DF, Valor p: 0.1854	

3.2.4. Temperaturas críticas máximas (TCmax)

A través del análisis de datos se observa que la TCmax de los individuos de Chorrera Mirador y Río Colorado, es de 42.34°C y 40.00 °C respectivamente, es decir existe una diferencia de 2.34 °C que podría deberse a las características de los sitios de estudio donde se encuentra habitando la especie y la condición física en las que fueron capturadas. Por lo tanto, los ejemplares que toleran temperaturas más altas tienen la capacidad de resistir un rango más amplio de condiciones ambientales extremas, otro factor importante es la disponibilidad de refugios en el entorno para protegerse del clima.

Tabla 7-3: Resultados de temperaturas críticas máximas (TCmax)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	42,2982	0,5644	74,95	< 2e-16	***
Study.siteColorado	-2,2762	0,6973	-3,264	0,00307	**
Condition	0,4269	0,1482	2,882	0,00783	**

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

Códigos significativos: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Error estándar residual: 1.784 en 26 grados de libertad

R cuadrado múltiple: 0.4291, | R cuadrado ajustado: 0.3852

Estadístico F: 9.77 en 2 y 26 DF, valor p: 0.0006847

En las Gráficas 3-3 y 4-3 las tolerancias térmicas de los individuos capturados en Chorrera Mirador presentan mayor rango de tolerancia térmica en comparación con los individuos capturados en Río Colorado, esto podría suceder debido a que Río Colorado se encuentra a mayor altitud aproximada de 4200 msnm y tienen menor vegetación que les provea protección ante las variaciones climáticas, sin embargo, tienen la capacidad de ocultarse bajo tierra para mantener un equilibrio térmico.

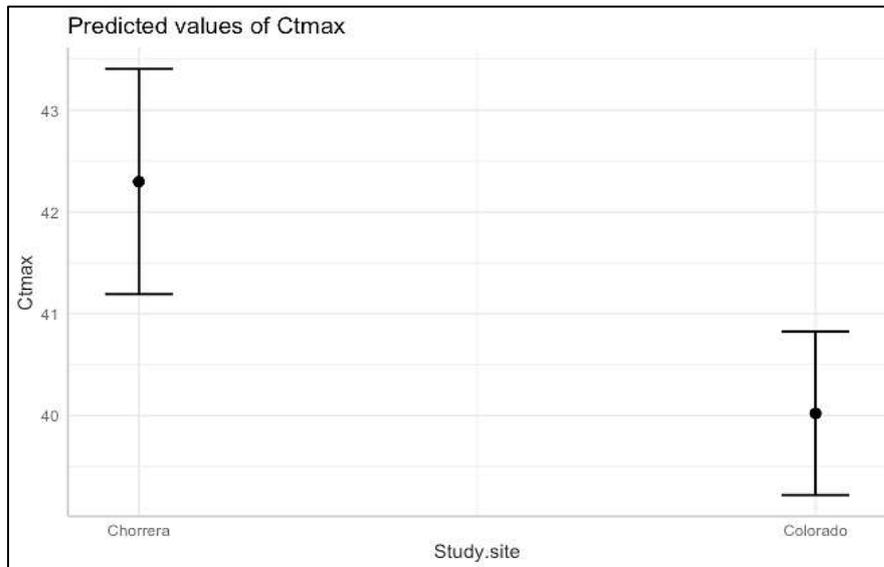


Gráfico 3-3. Temperaturas máximas tolerables por *S. cadlei* en Chorrera Mirador y Río Colorado.

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

En la Gráfica 4-3 se indica que la condición física y de alimentación de los individuos se encuentra directamente relacionada con su capacidad de tolerar temperaturas más elevadas.

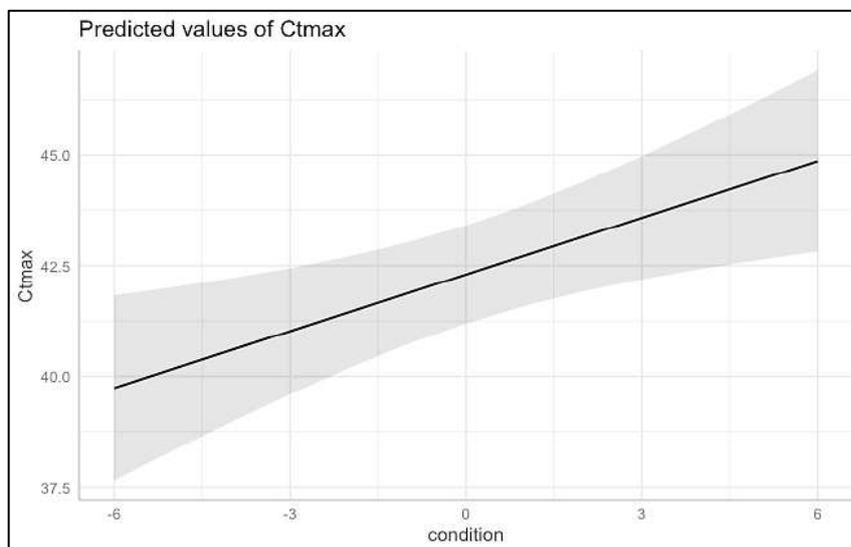


Gráfico 4-3. Temperaturas máximas tolerables por *S. cadlei* en relación a la condición fisiológica del individuo

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.3. Resultados de población de *S. cadlei*

Los métodos de probabilidad de recaptura de los individuos de estudio son los siguientes:

- **Modelo M₀:** probabilidad de captura igual. Cada animal tiene la misma probabilidad de captura para cada período de muestreo en el estudio (sin respuesta conductual, heterogeneidad individual o variación temporal).
- **Modelo M_h:** heterogeneidad individual. Los individuos tienen diferentes probabilidades de captura.
- **Modelo M_b:** respuesta conductual. Todos los animales inicialmente tienen la misma probabilidad de captura, pero después de la primera captura puede volverse ‘atrapado feliz’ o ‘atrapado tímido’.
- **Modelo M_t:** modelo de variación en el tiempo. Probabilidades de capturar tienen un cambio de un período de trampa a otro, pero dentro de un período, todos los animales tienen las mismas posibilidades de capturar.

El programa MARK permite al usuario dividir el error estándar, de cada uno de los modelos y por ende escoger el modelo propicio para el análisis de datos que se muestra en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3: Capturas y recapturas de los sujetos de estudio

N°	SALIDAS A CAMPO	CAPTURAS	OBSERVACIONES		RECAPTURAS
			ADULTOS	JUVENILES	
CHORRERA MIRADOR					
1	22-03-2021	3	16	3	-
2	23-03-2021	3	4	1	-
3	29-03-2021	2	12	4	Sc5-Sc6
4	30-03-2021	3	1	1	Sc4-Sc5
TOTAL		11	33	9	
RÍO COLORADO					
5	05-04-2021	10	8	9	-
6	26-04-2021	6	3	1	-
7	30-04-2021	2	2	3	-
8	03-05-2021	1	0	2	-
TOTAL		19	13	15	
TOTAL DE CAPTURAS		30			

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

En el análisis de datos de población de *S. cadlei*, el modelo M_0 (probabilidad de captura igual) muestra el menor error por lo cual es elegido como el correcto para el presente análisis.

En la Tabla 9-3 se presenta la estimación de la población, donde se observa un valor aproximado de 17 a 39 individuos en Chorrera Mirador, sin embargo, la población en el sector de Río Colorado, no fue estimada ya que durante todo el proceso de muestreo, no se recapturo ninguno de los ejemplares que fueron parte del estudio, debido a que la extensión de este sector es muy amplia, por lo cual se puede predecir que la población de este lugar es infinita hasta el momento y actualmente no existe la riesgo de que la especie se extinga en el futuro.

Tabla 9-3: Estimación poblacional en Chorrera Mirador

Estimación de población mediante (M_0)				
			Intervalo de confianza (95%)	
Grupo	# individuos aprox.	Error estándar	# min. individuos	# max individuos
1	17	5	12	39

Realizado por: Latorre, Heidy; Tipán, Doris, 2022.

3.4. Discusión de resultados

3.4.1. Análisis de las temperaturas preferidas (T_{pref})

Los reptiles tales como el caso de *S. cadlei*, debido a su característica ecotermia tienen temperaturas corporales reguladas, así como flexibilidad de comportamiento en algunas de sus funciones cognitivas (Leal, y Powell, 2011; citados en Wilén, 2011). Dependen de factores ambientales para poder termorregular su organismo. Según (Huey, 1982; Citados en Correa, 2016) las lagartijas termorreguladoras tienden a exhibir valores similares de T_b y T_{pref} . Aunque al analizar los valores de $T_{pref} = 30.00$ °C para Chorrera Mirador y 30.24 °C para Río Colorado, los valores no concuerdan; esto se explicaría con las condiciones ambientales presentes en la zona de captura, $T_{air} = 11.82$ °C y 15.66 °C y $T_s = 16.45$ °C y 19.60 °C para Chorrera Mirador y Río Colorado, por lo cual la T_b se ve afectada obteniéndose valores de 19.86 °C y 19.15 °C respectivamente (registrados en campo), sin embargo en el laboratorio el individuo tiene a su disposición un gradiente de temperatura que le permite ubicarse de acuerdo a su preferencia, dejando de depender de las condiciones ambientales para su termorregulación.

3.4.2. Análisis de los márgenes de tolerancia térmica: máxima (TCmax) y mínima (TCmin)

Los estudios de las temperaturas críticas máximas y mínimas de una especie por lo general se realizan con adultos para reflejar la capacidad de sobrevivir a temperaturas extremas (Hillyard, 2017) y se refleja como la falta de movimiento y la incapacidad para recuperar su posición normal, los ensayos térmicos realizados en el laboratorio duraron aproximadamente de 20 a 30 minutos con cada lagartija, donde el principal factor es el tiempo en el que se aumenta o disminuye la temperatura, durante los experimentos se observaron patrones de comportamiento para finalizar el proceso como: la escasez de movilidad corporal, temblores o espasmos y la incapacidad de incorporarse al ser volteado sobre su espalda que permitió establecer el TCmin; el comportamiento alterado, jadeo, inestabilidad y respiración por la boca para establecer el TCmax. La temperatura en la RPFCH es muy variable y según Cecchetto (2021, p. 12) en ambientes montañosos los cambios de temperatura son abruptos y la capacidad de algunas especies de ectotermos para habitar estos entornos depende de la disponibilidad de refugios, dado que a menudo los refugios son necesarios para la brumación, la reproducción y la protección contra las temperaturas ambientales extremas.

Es así que en este trabajo se determinó que *Stenocercus cadlei* posee un rango de TCmax = 40.00 °C en Río Colorado y TCmax = 42.34 °C en Chorrera Mirador, es decir 2.34 °C más que en el otro sector, Romero (2013, pp. 43-44) sugiere que aquellos lagartos con altas tolerancias térmicas poseen resistencia a un rango más amplio de condiciones ambientales, incluyendo al calentamiento global y este factor posiblemente, será una ventaja cuando la especie enfrente al cambio climático en su ambiente.

Dichos ensayos de tolerancia térmica junto con la capacidad de aclimatación, sirven como indicadores para determinar la viabilidad de una especie en condiciones futuras, también es importante señalar que al determinar los rangos térmicos en los ectotermos ayuda a comprender las características únicas de cada especie como: determinación de nichos ecológicos, ampliaciones de distribución, nuevas adaptaciones a los cambios de temperatura o posibles extinciones (Poaquiza, 2018, pp. 18-21).

3.4.3. Análisis poblacional de *S. cadlei*

Tomando en cuenta que análisis poblacional es una estrategia que permite tener una aproximación de la cantidad de individuos de una especie, y por lo mismo crear políticas

orientadas a la protección y conservación de la misma. Como la Constitución 2008, en la sección segunda, Ambiente sano, incluye los siguientes derechos:

“Considerando que, el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (COA, 2017; p.4).

Actualmente no existe un análisis poblacional de *S. cadlei*, sin embargo, el interés creciente por investigaciones en reptiles ecuatorianos durante los últimos años ha generado información valiosa (Sánchez et al., 2012; citados en Reyes, 2015), tal es el caso de este estudio, en el cual se obtuvo que en el sector de Chorrera Mirador existe un aproximado de 17 a 39 individuos de la especie *S. cadlei*. Sin embargo, en el sector de Río Colorado, fue imposible calcular un aproximado de la población debido a la extensión y la amplia distribución de la especie en este territorio y la inexistencia de recapturas durante el tiempo de experimentación.

Los valores reducidos de la presencia de esta especie en sectores como Chorrera Mirador podrían deberse a las actividades antrópicas que se desarrollan en este sector pues se encuentra aledaño a una población indígena que habita este lugar, caso contrario al de Río Colorado que se encuentra más alejado de la presencia de humanos.

La creación de áreas protegidas donde habitan estas especies, así como las proyecciones de cambio climático, permiten ubicar en el espacio geográfico a estas especies y a sus potenciales peligros, de ese modo se recauda información que permite evaluar el estado de conservación de las especies, (UICN, 2012; Johnson et al., 2015; citados en Reyes, 2015).

CONCLUSIONES

- Se determinó que la T_b de *S. cadlei* en Chorrera Mirador es $19.86\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la T_b en Río Colorado es de $19.16\text{ }^{\circ}\text{C}$, es decir, se encuentran directamente relacionadas a la temperaturas del aire $11.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $15.66\text{ }^{\circ}\text{C}$ o del medio en el cual se encuentran, es por esto que al exponer a los individuos a un gradiente de temperatura dentro de la pista para evaluar las temperaturas preferenciales se obtuvo que $T_{\text{pref}} = 30.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Chorrera Mirador y $T_{\text{pref}} = 30.24\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Río Colorado, los valores no difieren significativamente y la especie se encuentra más activa en las horas de mayor temperatura debido a su condición ectotérmica, pues a mayor temperatura sus procesos fisiológicos se aceleran, respecto al rango de tolerancia de temperaturas de los ejemplares, esto es independiente del sexo (hembras – machos), pues dependerá de la condición fisiológica.
- Las TC_{min} de *Stenocercus cadlei* son $5.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Chorrera Mirador y $5.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Río Colorado, no son significativamente diferentes, es decir los individuos de las dos localidades tienen una tolerancia al frío muy similar, sin embargo, en cuanto a las TC_{max} de *S. cadlei* de las dos localidades son $42.34\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $40.00\text{ }^{\circ}\text{C}$, es decir Chorrera Mirador es $2.34\text{ }^{\circ}\text{C}$ mayor que Río Colorado, por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación.
- El análisis poblacional realizado a través del Software MARK para estimar poblaciones mediante la recaptura de los individuos del estudio, demostró una población de aproximada de entre 17 a 39 individuos en el área de Chorrera Mirador. Sin embargo, la población del sector de Río Colorado; no fue estimada debido a que durante todo el proceso de muestreo de *S. cadlei*, no se recapturo ninguno de los individuos que fueron parte del estudio.
- Los resultados muestran que *Stenocercus cadlei* presenta variabilidad térmica a lo largo del día lo que le permite obtener índices altos de eficiencia en la termorregulación para realizar sus actividades diarias, para evitar incurrir en grandes gastos energéticos utiliza mecanismos fisiológicos para tolerar los climas fríos y tiene la capacidad de superenfriamiento, también aprovecha las características del paisaje que emplea como refugio que demostraron ser capaces de proveer a las lagartijas de protección suficiente para reducir el riesgo de congelamiento para sobrevivir a las heladas de la reserva.

RECOMENDACIONES

- Profundizar la investigación para conocer más sobre la población de ectotermos presentes en la RPFCH y evitar el avance de la frontera agrícola que puede perjudicar la fauna existente en la misma.
- Que los resultados obtenidos en esta investigación sean manejados por el MAATE Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, para que promueva el cuidado y preservación de la especie para socializar con las comunidades aledañas a la RPFCH sobre la conservación y manejo ético de *Stenocercus cadlei* para prevenir la extinción.
- Evitar la degradación de los ecosistemas y vegetación de la RPFCH que sirve como refugio térmico de la especie, esencial para la supervivencia.
- Realizar estudios de tolerancias térmicas durante la temporada de verano, cuando las temperaturas son más frescas, ya que depende de la disposición de temperaturas cálidas, la posibilidad de capturar a los individuos de la especie *S cadlei*.
- Ampliar la investigación en cuanto a la dieta de los individuos de los dos sectores de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ARAÚJO, M; et al. *Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe.* *Journal of Biogeography* [en línea], 2006. Vol. 33, no. 10, pp. 1712-1728. [Consulta: 2 abril 2021]. ISSN 03050270. DOI 10.1111/j.1365-2699.2006.01482.x. Disponible en: <https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/reptiles-and-climate-change#:~:text=In temperate zones%2C lizards are,such as foraging and mating.>

Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador. *Código Orgánico del Ambiente.*

CCAC. *ANEXO XV-B CATEGORÍAS DE TÉCNICAS INVASIVAS EN LA EXPERIMENTACIÓN ANIMAL.* [en línea], 1998. Canadá: [Consulta: 1 mayo 2021]. Disponible en: <https://ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Spanish/ANEX15B.pdf>.

ECOLAP y MAE. *Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador.* [en línea]. Quito-Ecuador, 2007. [Consulta: 15 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/res>

CECCHETTO, N., ¿Cómo sobreviven los lagartos de Patagonia al frío extremo? El caso de *Liolaemus pictus* y *Liolaemus lineomaculatus* [en línea]. Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche. Nuequén – Argentina. 2021. p. 12. [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: [http://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/123456789/16235/TesisCecchetto %202021%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/123456789/16235/TesisCecchetto%202021%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CHEN, C; et al. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*. 2011, 333(6045), pp. 1024-1026. DOI: 10.1126/science.1206432

CURTIS, H; et al. *CURTIS BIOLOGÍA.* séptima edición. Buenos Aires. Editorial médica panamericana. 2008, p.11. Disponible en: <http://www.curtisbiologia.com/glossary/term/332>

EQUIPO POR EL CLIMA. . *¿Qué es el cambio climático?* [blog]..2019. [Consulta en: abril de 2021]. Disponible en: https://porelclima.es/equipo/2670-que-es-el-cambioclimatico?gclid=EAIaIQobChMI1Y3g_a_87wIVkfbjBx1F3Q6xEAAAYASAAEgIhavD_BwE

GOBIERNO DE ARAGÓN. El Cambio Climático. 2019. [Consulta en: abril 2021]. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/el-cambio-climatico#:~:text=A mayor concentración de gases,clima%3A es el cambio climático.>

GUERRA, E; et al. *Biología térmica de dos lagartos tropicales de los Andes ecuatorianos y su vulnerabilidad al cambio climático.* 2020. pp: 1-12. Consulta en 2021. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228043>

HERNÁNDEZ, R; et al. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* [en línea]. Sexta. México D.F.: Mc Graw Hill Education. 2014. [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

HERRANDO, S; et al. Intraspecific variation in lizard heat tolerance alters estimates of climate impact. *Journal of Animal Ecology*, 2019 pp: 247-257. Disponible en <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12914>

HILLYARD, S.D., Life in Hot Water: The Desert Pupfish. *Reference Module in Life Sciences* [en línea], 2017, Las Vegas, NV, EE. UU. [Consulta: 14 marzo 2022]. DOI 10.1016/B978-0-12-809633-8.03224-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123745538002355>

HOFSTEDE, R; et al. Los Páramos del Mundo [en línea]. Quito-Ecuador, 2003. [Consulta: 15 febrero 2022]. ISBN 9978435050. Disponible en: www.flacsoandes.edu.ec.

HUEY, R; et al. *Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [en línea], vol. 276, no. 1664, pp. 1939-1948. 2009. [Consulta: 2 abril 2021]. ISSN 14712970. DOI 10.1098/rspb.2008.1957. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/291772531_Why_tropical_forest_lizards_are_vulnerable_to_climate_warming.

LARA, R; et al. *Termorregulación diurna y nocturna de la lagartija Phyllodactylus bordai (Gekkota: Phyllodactylidae) en una región semiárida del centro de México.* *Revista Chilena de Historia Natural* [en línea], vol. 86, no. 2, 2013, pp. 127-135. México. [Consulta: 2 abril 2021]. ISSN 0716078X. DOI 10.4067/S0716-078X2013000200002. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716078X2013000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

LARA, R. A; et al. Los reptiles ante el cambio climático. *Mediterranews* [en línea], 2017, pp:21-24. Obtenido de: https://issuu.com/terrapeninsular/docs/mediterraneos-agosto_2017

LÓPEZ , L. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero* [en línea] , 2004, Cochamba, v.09 n.08. pp:70.74. [consulta en: mayo, 2021]. ISSN 1390-6542. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

LOZANO, P; et al. Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. *Enfoque UTE* [en línea], vol. 7, no. 4, 2016, pp. 55-70. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 1390-6542. DOI 10.29019/ENFOQUEUTE.V7N4.114. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000400055&lng=es&nrm=iso&tlng=es

MAAE. *Reserva de Producción de Fauna Chimborazo- Ministerio del Ambiente y Agua.* [en línea]. Ecuador, 2014. [Consulta: 3 abril 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo-26-anos-de-proteccion/>.

MAAE. *Ecuador cuenta con Normativa sobre Cambio Climático – Ministerio del Ambiente y Agua.* [en línea]. Ecuador, 2018. [Consulta: 1 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-cuenta-con-normativa-sobre-cambio-climatico/>.

MAAE. *Guía Oficial de Trámites y Servicios.* [en línea]. Ecuador, 2019. [Consulta: 1 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.gob.ec/mae>.

MÁRMOL, A. *Stenocercus cadlei.* [en línea]. Ecuador,2019. [Consulta: 3 abril 2021]. Disponible en: [https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Stenocercus cadlei](https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Stenocercus%20cadlei).

MASÓ, A. y PIJOAN, M. *Biología de los reptiles (III): Regulación de la temperatura.* [en línea], 2011. España, Ediciones. Barcelona: s.n., pp. 348. [Consulta: 3 abril 2021]. Disponible en: <https://derechosanimalesya.org/biologia-de-los-reptiles-iii-regulacion-de-la-temperatura/>.

MOSTACEDO, B. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.* Santa Cruz, Bolivia. Editora El País. 2000. [Consulta en: Mayo 03 de 2021]. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>

ORTEGA, Z., Biología térmica de lagartijas de alta montaña del género Iberolacerta [en línea]. Salamanca: Universidad de Salamanca. España. 2015, pp. 29-38. [Consulta: 7 diciembre 2021]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/128479/DBAPEEQA_OrtegaDiagoZ_Biología_térmica_lagartijas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

POAQUIZA, G., Tolerancia térmica y capacidad de aclimatación de especímenes de *Xiphophorus hellerii* (Heckel, 1848) [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Biológicas. Quito – Ecuador. 2018. pp. 18-21. [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17259/1/T-UCE-0016-CBI-005.pdf>.

REFSNIDER, J; et al. *Cellular and whole-organism effects of prolonged versus acute heat stress in a montane, desert lizard. Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology* [en línea], 2021. vol. 335, no. 1, pp. 126-135. [Consulta: 2 abril 2021]. ISSN 24715646. DOI 10.1002/jez.2426. Disponible en: <https://wildlife.org/climate-change-may-make-lizards-vulnerable-to-predators/>.

REYES, C. Un método integrativo para evaluar el estado de conservación de las especies y su aplicación a los reptiles del Ecuador (Trabajo de titulación). [En Línea] Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales, Escuela De Ciencias Biológicas. Quito, Ecuador. 2015. 23-30 [18/03/2022]. Disponible en: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9720/Reyes-Puig_IF_v4_CRP_PDF.pdf;sequence=1

ROMERO, G., Requerimientos fisiológicos y microambientales de dos especies de anfibios (*Scinax ruber* e *Hyloxalus yasuni*) del bosque tropical de Yasuní y sus implicaciones ante el cambio climático [en línea]. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Escuela de Ciencias Biológicas. Quito – Ecuador. 2013. pp. 43-44 .: [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5726/T-PUCE-5879.pdf?sequence=1>.

SALCEDO, L. Caracterización térmica y uso de microhábitats por parte del lagarto *Cnemidophorus lemniscatus* (Squamata: teiidae) en un cultivo de mango en el municipio de Carmen de Apicalá, Tolima. [En línea]. (trabajo de titulación). (Ecología). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad De Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá-Colombia. 2017 . p 2. [Consulta: 23/04/2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/34402>

SCOOT, L. *Conservation of wildlife populations: : demography, genetics, and management.* Segunda Edición. USA. Editorial Wiley - Blackwel. 2013. ISBN 978-0-470-67150-4 (cloth) – ISBN 978-0-470-67149-8 (pbk.) pp: 64-66

STROUD, J; et al. *An extreme cold event leads to community-wide convergence in lower temperature tolerance in a lizard community.* *Biology Letters* [en línea], 2020.vol. 16, no. 10, pp. 20-25. [Consulta: 3 abril 2021]. ISSN 1744-9561. DOI 10.1098/rsbl.2020.0625. Disponible en: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2020/climate-change-causes-collapsing-cold-lizards/#:~:text=In particular%2C tropical lizard species,which changes with air temperature.>

THOMANN, M. Organismos BIOINDICADORES - Definición, tipos y ejemplos. Experto Animal. 2020. [Consulta en: marzo 12, 2021]. Disponible en: <https://www.expertoanimal.com/organismos-bioindicadores-definicion-tipos-y-ejemplos-24936.html>

TORRES, O; et al. Phylogenetic relationships of South American lizards of the genus *Stenocercus* (Squamata: Iguania): A new approach using a general mixture model for gene sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution, Elsevier*[En línea], 2006. Ecuador. Vol: 39. pp:171-185. Consulta en 2021 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1055790305002940>

WHITE, G. y BURNHAM, K. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. 1999, *Bird Study*, 46, S120-S139. doi:10.1080/00063659909477239

WILLÉN, M. Experimental Thermoregulation in the Wedge-Snouted Lizard (*Merops cuneirostris*). (Trabajo de titulación). [en línea] Universidad de Upsala, Departamento de Neurociencia. Suecia. 2011. 5-15[18/03/2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/TECHNOLOGY/Downloads/Wil%C3%A9n%202011%20Experimental%20thermoregulation%20in%20lizard.pdf>

ZAMBRANO, L. *Análisis Multitemporal de los cambios de la vegetación, en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo como consecuencia del cambio climático.* [en línea], 2018, Ecuador. vol. 9, no. 2, pp. 125-137. [Consulta: 2 abril 2021]. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n2.252. Disponible en: http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n2/art012.html.

ZHICAY, J., Servicios ecosistémicos que suministra la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo [en línea] S.l.: ESPOCH, Recursos Naturales, Ecoturismo. Riobamba-Ecuador. 2016. pp.2-48. [Consulta: 3 abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5438/1/23T0572.pdf>.

ZURITA, S; et al. Análisis diversidad florística del ecosistema herbazal inundable del páramo comunidad río colorado alto, Pilahuin – Tungurahua., vol. 5, no. 1, 2020, pp. 81-84. DOI 10.23857/pc.v5i1.1879.

[erva-de-produccion-de-fauna-chimborazo/reserva-de-produccion-faunistica-chimborazo.pdf](#).

ANEXOS

ANEXO A. AVAL DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO – GIDAC

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL AMBIENTE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO
<h2>CERTIFICADO</h2>	
A QUIEN INTERESE:	
<p>CERTIFICO QUE: Heidy Gabriela Latorre Cevallos, con cédula de identidad: 0605048362, y Doris Lilliana Tipán Guachi, con cédula de identidad: 1805201785, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, desarrollarán el proyecto de titulación "Identificación de las tolerancias térmicas de <i>Stenocercus cadlei</i>, en la reserva de producción de fauna de Chimborazo (RPFCH) ", mismo que forma parte del Proyecto de Investigación "Medios de vida como estrategia para la planificación y gestión en la adaptación basada en ecosistemas - PACHA" del Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, dirigido por mi persona.</p>	
<p>Este proyecto de titulación contribuirá a la consecución de los objetivos propuestos en el mencionado proyecto de investigación, razón por la cual se otorga el AVAL para la realización de las diferentes actividades y el apoyo técnico que así lo requiera el estudiante.</p>	
<p>Cabe mencionar que el patrimonio intelectual de los resultados que se obtengan del proyecto de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.</p>	
<p>Riobamba, 7 de febrero de 2021</p>	
<p>Atentamente,</p>	
	<p>MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE</p>
<p>Dra. Magdy Echeverría Guadalupe DIRECTORA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</p>	
<p>Dirección: Panamericana Sur Km 1 ½ Riobamba - Ecuador Teléfono: 2998220 ext. 1079 email: gidac@esPOCH.edu.ec</p>	

ANEXO B. PERMISO OTORGADO POR EL MAAE PARA LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 1133

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1133

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-03-22	2021-09-22

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

N° de C./Pasaporte	Nombre y Apellido	Nacionalidad	N° REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
Pasaporte GA476960	Brita Edgar McLaren	Canadiense	REG-INV-15-D1237	Biólogo desde 1991	Reptilia

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Medios de vida como estrategia para la planificación y gestión en la adaptación basada en ecosistemas - PACHA

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Contribuir a la adaptación basada en ecosistemas como mecanismo de identificar beneficios de cambio climático en los recursos

ANEXO D. MATRIZ DE DATOS DE LOS EJEMPLARES CAPTURADOS EN RÍO COLORADO

DATOS INICIALES - RÍO COLORADO																							
Fecha de captura	Lagartija	Sexo	Peso	Longitud			T. corporal (°C)	T. sustrato (°C)	T. aire (°C)	T.pref	T. amb Ecallente	T.Amb E. frío	CT min	Tagua	T amb. lbutton	H. Inicio	H. FIN	Ctmax	Tagua	T amb. lbutton	H. Inicio	H. FIN	
				SVL	Cola	Total																	
5/4/2021	Sc12	Hembra	13g	7 cm	9 cm	16 cm	22.8	23.4	16	24.627	54.136	18.128	5.01	1.49	13.50	8:57	9:12	41.01	51.4	32.50	16:06 pm	16:29 pm	
5/4/2021	Sc13	Macho	18g	8 cm	12	20 cm	22.5	23.9	17.2	30.518	55.707	18.38	5.97	2.41	9.00	9:31	9:54	38.13	45.28	29.00	16:06 pm	16:40 pm	
5/4/2021	Sc14	Hembra	13g	7 cm	10.2 cm	17.2 cm	21.2	24.9	17.3	36.854	58.380	18.491	4.65	0.71	12.00	10:09	10:39	40.98	48.88	29.40	16:57 pm	17:11 pm	
5/4/2021	Sc15	Macho	12g	7.9 cm	8.2 cm	16.1 cm	22	21.9	17.4	32.401	44.648	18.144	4.92	1.31	15.50	11:00	11:33	38.88	50.36	28.50	16:58 pm	17:08 pm	
5/4/2021	Sc16	Macho	14g	8.5cm	7.3 cm (Cola Amputada)	15.8 cm	23.6	21.9	19.1	29.863	50.764	17.921	5.17	1.96	12.00	11:00	11:23	39.06	52.06	28.50	17:27 pm	17:38 pm	
5/4/2021	Sc17	Macho	10g	6.7 cm	9.4 cm	16.1cm	21.4	20.6	19.1	30.481	58.144	18.954	6.57	3.03	10.00	11:58	12:20	40.63	51.24	29.00	17:27 pm	17:39 pm	
5/4/2021	Sc18	Hembra	14g	7.7 cm	10.3 cm	18 cm	23.4	18.7	18.7	27.139	45.756	19.322	5.58	0.8	11.50	11:58	12:30	39.34	51.68	30.50	17:58 pm	18:10 pm	
5/4/2021	Sc19	Macho	14g	7.5cm	11 cm	18.5cm	18.3	23.6	17.9	32.641	55.417	19.355	5.68	0.71	13.50	13:01 pm	13:28 pm	39.57	62.24	31.50	17:58 pm	18:13 pm	
5/4/2021	Sc20	Hembra	14g	7.2 cm	10.5 cm	17.7cm	20	29.1	17	34.820	57.632	19.305	6.97	2.13	10.50	13:01 pm	13:30 pm	38.42	55.42	30.00	18:32 pm	18:44 pm	
5/4/2021	Sc21	Macho	16g	7.5cm	9.5 cm	17 cm	22.1	34.7	18.5	25.347	59.247	18.991	4.73	0.41	10.50	13:42 pm	14:06 pm	38.13	57.31	29.50	18:32 pm	18:42 pm	
26/4/2021	Sc22	Macho	16g	8 cm	11.5 cm	19.5cm	15.9	15.1	15.4	28.811	53.301	17.834	4.79	1.55	11.00	8:20	9:03	40.08	42.19	28.50	15:02 pm	15:14 pm	
26/4/2021	Sc23	Macho	11g	6.5cm	11 cm	16.5cm	17.9	12.5	11.1	29.78	55.946	17.751	4.55	1.11	10.50	9:15	9:46	41.34	55.11	27.00	15:03 pm	15:11 pm	
26/4/2021	Sc24	Macho	18g	7.8 cm	13 cm	20.8cm	12.9	13.3	10.6	26.639	53.301	17.69	5.57	1.36	10.50	9:57	10:27	42.62	50.57	31.50	15:32 pm	15:46 pm	
26/4/2021	Sc25	Hembra	11g	6.5cm	6.5 cm (Cola Amputada)	13cm	18.2	12.2	13.5	30.936	53.302	17.566	7.5	1.18	11.50	10:46	11:04	38.29	65.9	25.00	15:32 pm	15:38 pm	
26/4/2021	Sc26	Macho	20g	8 cm	4 cm (Cola Amputada)	12 cm	11.5	10.4	15	31.407	59.355	17.408	7.33	3.58	11.50	14:10	14:41	45.6	64.71	28.50	16:00 pm	16:09 pm	
26/4/2021	Sc27	Hembra	14g	7.5 cm	9.5 cm	17 cm	16	15.1	11.2	33.216	50.545	17.355	7.09	2.11	13.00	14:07 pm	14:37 pm	38.46	66.76	25.00	16:01 pm	16:08 pm	
30/4/2021	Sc28	Macho	20g	7.5cm	5.5 cm (Cola Amputada)	13cm	21.2	18.6	14.7	29.901	52.823	17.293	5.83	2.42	11.00	12:42	13:03	42.32	47.8	28.00	12:42	13:03 pm	
30/4/2021	Sc29	Macho	13g	7.3cm	8.7 cm	16cm	18.8	15.1	12.7	31.892	54.285	17.909	6.64	2.42	12.50	13:22 pm	13:45 pm	39.48	51.7	30.50	13:22 pm	13:45 pm	
3/5/2021	Sc30	Macho	12g	7 cm	10 cm	17cm	14.3	17.4	15.2	27.308	50.591	18.479	5.65	1.95	15.00	9:54	10:16	37.69	52.8	21.42	10:39	10:54	
				Promedio			19.16	19.60	15.66	30.24				5.80				40.00					

ANEXO E. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Secado de la arena



Acondicionamiento del laboratorio



Captura de *Stencercus cadlei*



Temperatura corporal *in situ*



Temperatura del sustrato



Registro de la temperatura ambiental con iButtons



Pesaje de las lagartijas



Terrarios con los especímenes



Temperaturas preferidas



Temperaturas críticas mínimas



Temperaturas críticas máximas



Retorno a la reserva en cada sitio de captura



epoch

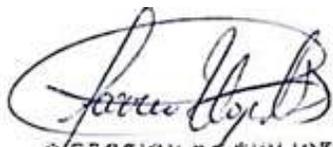
Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL*

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Heidy Gabriela Latorre Cevallos Doris Liliana Tipan Guachi
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniera en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.


DIRECCION DE BIBLIOTECAS
Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE
Y LA INVESTIGACION
 Ing. Monatan Parreño Uquillas MBA
ANALISTA DE BIBLIOTECA 1

1118-DBRA-UTP-2022

Correo: HEIDY GABRIELA LATORRE

https://outlook.office365.com/mail/inbox/id/AAQkADAxZGE1OWI1LTlyMjktNGJhMy05ZTE5LTNjMjQyOTU1ZmU0NgAQAAC%2FXC%...

ESPOCH Outlook

abstract_gabriela_latorre_&doris_tipán-... Descargar Imprimir Guardar en OneDrive Ocultar correo electrónico

ABSTRACT

The current project determined the thermal tolerances and population estimation of *Stenocercus cadlei*, a thermoregulatory lizard whose habitat is the Fauna Production Reservation of Chimborazo (RPFCH) at an approximate altitudinal range of 3200 - 4965 over sea level. 30 total captures were carried out in two places called Chorrera Mirador (Chimborazo province) and Colorado River (Tungurahua province); it is to say, 11 and 19 adult species respectively. Preferential temperatures (Tpref) were determined by means of a temperature gradient and maximum critical temperatures (TCmax) as well as minimum critical temperatures (TCmin) through the critical thermal method. Tpref was 30.00 °C for experimental units from Chorrera Mirador and 30.24 °C for those from Colorado River, TCmin was 5.82 °C for experimental units from Chorrera Mirador and 5.80 °C for those from Colorado river, it means that the units from both places have a similar tolerance to cold. Regarding TCmax, temperatures of 42.34 °C and 40.00 °C were registered respectively. This evidences that species from Chorrera Mirador present a higher tolerance to temperature increase; thus, they are adapted to resist temperature changes caused by climate change. For the population analysis, it was necessary to use MARK software by means of the MO method, which is based on the number of recaptures made during the sampling period, where each animal has the same probability of being recaptured, obtaining a population from 17 to 39 species in Chorrera Mirador; however, the population in Colorado River was not estimated since during the *S. cadlei* sampling process, none of the units analyzed were recaptured. It is recommended to socialized the results with the RPFCH surrounding communities in order to promote both, care and ethical management

resumen

BA Biotecnología Ambiental
Para: HEIDY GABRIELA LATORRE CEV Jue 07/07/2022 10:11

abstract_gabriela_latorre_&... 113 KB

Lcda. Marlene Durán M
SECRETARIA CARRERA INGENIERÍA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Panamericana Sur Km. 1 1/2
Teléfonos 593 (2) 998200 Ext. 2207
mduran@espoch.edu.ec

Recibido, gracias. Gracias. Muchas gracias.

¿Las sugerencias anteriores son útiles? Sí No

Responder Reenviar

DIRCOM COMUNICADO INVITACI... Vie 01/07

Escribe aquí para buscar

15°C 13:01 8/7/2022