

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



“Dinámica y estructura poblacional de *Phyllodactylus sentosus* Dixon & Huey, 1970, en la Huaca Pucllana-Lima, Perú”

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología

Fernando Javier Valdez Ridoutt

Lima, Perú

2016

DEDICATORIA

A mi familia y amigos

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial al personal a cargo del Museo de Sitio Huaca Pucllana, principalmente a su directora Isabel Flores y a Maritza Huancaya por el apoyo, la confianza y por todas las facilidades que nos brindaron durante el desarrollo de este estudio, a Daniel Cossíos por enseñarme su trabajo y brindarme las herramientas para continuarlo, a quienes ayudaron en las evaluaciones de campo: Jaime Rodas, Micaela De la Puente, Tommy Clay y Marco Robles, y al “staff permanente” encabezado por Andrea Luna y su secretario Carlos Calvo, gracias por el esfuerzo y la predisposición.

RESUMEN

El gecko, *Phyllodactylus sentosus*, es endémico del Perú y el único miembro de la Familia Phyllodactylidae considerado amenazado por las leyes peruanas. Se conoce su distribución principalmente por subpoblaciones en siete sitios arqueológicos, aislados entre sí, dentro de la ciudad de Lima. Se analizó la dinámica y estructura poblacional de *P. sentosus* en la Huaca Pucllana, ubicada en el distrito de Miraflores, Lima, a través de evaluaciones mensuales de captura y recaptura. Se marcaron, midieron e identificaron hembras, machos y juveniles. La población varió estacionalmente y la estructura por clases de tamaño no siguió una distribución normal, la mayor parte de los organismos fueron juveniles y se distribuyeron en las clases de menor tamaño, los adultos presentaron una mayor dispersión y en todos los meses evaluados se registraron hembras, machos y juveniles. Las hembras fueron significativamente más grandes que los machos, por lo que existe dimorfismo sexual de tamaño. La temporada de reproducción fue de noviembre a febrero y de febrero a marzo se dieron la mayor cantidad de nacimientos. *P. sentosus* mostró una proporción de sexual de 1(♀) : 0,9(♂). Los resultados de este estudio muestran aspectos importantes sobre la historia de vida de *P. sentosus*, proveyendo información útil para la toma de decisiones sobre el manejo y conservación de esta especie amenazada.

Palabras clave: Captura y recaptura, dinámica poblacional, estructura poblacional, *Phyllodactylus sentosus*, gecko de Lima, Perú

ABSTRACT

The gecko, *Phyllodactylus sentosus*, is endemic to Peru and is the only member of the family Phyllodactylidae which is deemed threatened under the Peruvian legislation. Its distribution is mainly known in the form of subpopulations in seven separate archaeological sites, not connected with one another, within the city of Lima. The population dynamics and structure of *P. sentosus* were analyzed in the Huaca Pucllana, a pre-Incan temple, located in the Miraflores district in Lima. The analysis comprised monthly assessments of capture and recapture. Female, male and juvenile geckos were marked, measured and identified. The population varied on a seasonal basis and the size class structure did not follow a normal distribution. Most organisms were juvenile and distributed into the lower size classes. The adults presented a greater spread. Throughout the months of the assessment, females, males and juvenile geckos were recorded. The females were significantly larger than males. Therefore, there is sexual dimorphism in size. The mating season occurred from November through February and most births took place from February through March. *P. sentosus* showed a sex rate of 1(♀) : 0,9(♂). The results of this study feature important aspects in regard to the life history of *P. sentosus*, providing useful information for the decision making about the management and conservation of this threatened species.

Tags: Capture and recapture, population dynamics, population structure, *Phyllodactylus sentosus*, gecko of Lima, Peru

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	8
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Problema de investigación	11
1.1.1. Planteamiento del problema	11
1.1.2. Formulación del problema	11
1.1.3. Justificación de la investigación	12
II. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo General	13
2.2. Objetivos Específicos	13
III. MARCO REFERENCIAL	14
3.1. Taxonomía	14
3.2. Descripción de la especie	14
3.3. Rango y distribución	15
3.4. Hábitat y ecología	15
3.5. Amenazas	15
3.6. Dinámica y estructura poblacional	15
IV. ANTECEDENTES	17
4.1. El gecko de Lima	17
4.2. Dinámica poblacional	18
4.3. Estructura poblacional	20
4.4. Estimación de poblaciones	20
4.5. Categorización de especies amenazadas	22
V. HIPÓTESIS	24
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1. Lugar de ejecución	25
6.2. Tipo y diseño de investigación	26

6.2.1.	Tipo de investigación	26
6.2.2.	Diseño de investigación	26
6.3.	Variables	27
6.4.	Análisis de datos	27
6.5.	Procedimientos.....	28
6.5.1.	Reconocimiento de la especie	29
6.5.2.	Censo por captura – recaptura	29
6.5.3.	Identificación de sexo y edad	30
6.5.4.	Registro fotográfico y medición de ejemplares.....	30
6.5.5.	Marcaje de ejemplares	31
6.5.6.	Temperatura y Humedad	31
6.6.	Aspectos éticos	31
VII.	RESULTADOS	32
7.1.	Análisis global	32
7.2.	Dinámica poblacional.....	32
7.2.1.	Población anual	32
7.2.2.	Relación de la temperatura y la humedad relativa con la capturabilidad	33
7.3.	Estructura poblacional.....	36
7.3.1.	Distribución en clases de tamaño	36
7.3.2.	Proporción de sexos	38
VIII.	DISCUSIÓN	48
IX.	CONCLUSIONES	52
X.	RECOMENDACIONES	53
XI.	REFERENCIAS CITADAS	54

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> . Adulto (arriba) y juvenil (abajo).	17
Figura 2. Izq. = Mapa de Dixon y Huey (1970), Der. = Mapa de Cossíos e Icochea (2006), lugares de registros para <i>Phyllodactylus sentosus</i> (PC = Pucllana).	18
Figura 3. Ubicación del lugar de trabajo, la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	25
Figura 4. Intersticios utilizados como escondites por el gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	26
Figura 5. De Dixon y Huey (1970). Izq. = Vista dorsal de <i>Phyllodactylus sentosus</i> (holotipo). Der. = Dibujo del cuarto dedo de <i>Phyllodactylus sentosus</i> , vista ventral.	29
Figura 6. Registro fotográfico de los geckos capturados en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	30
Tabla 1. Individuos de <i>Phyllodactylus sentosus</i> capturados mensualmente por cada combinación de noches en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	34
Tabla 2. Valores de probabilidad y error estándar (ee) calculados para los diferentes modelos usados por el programa CAPTURE en la estimación del tamaño poblacional del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> , en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	35
Tabla 3. Datos poblacionales (número de individuos) y error estándar (ee) obtenidos por el programa CAPTURE para los modelos seleccionados en la estimación del tamaño poblacional del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> , en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	36
Tabla 4. Promedios mensuales y agrupados de la temperatura, humedad y capturabilidad en los doce meses evaluados en la población del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	39
Figura 7. Variación de la población del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> durante los doce meses evaluados (mayo 2011 – abril 2012) en la Huaca Pucllana, Lima Perú.	39
*El mes de agosto del 2011 no fue posible estimar la población	39
Figura 8: Correlación lineal entre capturabilidad y temperatura (°C), de los días de trabajo de captura y recaptura en la población del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	40
Figura 9: Correlación entre capturabilidad y humedad relativa (%), de los días de trabajo de captura y recaptura en la población del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	40
Figura 10. Estructura poblacional empleando intervalos de clases de tamaño ($n = 39$) para analizar la normalidad en la distribución de la LHC (mm) de la población del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> , en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	41
Figura 11. A = Estructura poblacional, utilizando intervalos de clases de Sturges para la frecuencia de la Longitud Hocico – Cloaca (LHC) mm del total de individuos (juveniles, machos y hembras) del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú; B = Estructura de machos y hembras, utilizando los intervalos de clases de Sturges, para la frecuencia de la Longitud Hocico – Cloaca LHC (mm) del gecko <i>Phyllodactylus sentosus</i> en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.	42

*Tabla 6. Proporción sexual de las muestras tomadas en los meses evaluados en la población del gecko Phyllodactylus sentosus en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.*_____44

Figura 12. *Estructura poblacional de noviembre del 2011 a abril del 2012, utilizando los intervalos de clases de Sturges, para la Longitud Hocico – Cloaca LHC (mm) del gecko Phyllodactylus sentosus, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.* _____46

*Tabla 7. Porcentaje de juveniles en las clases I y II en los doce meses evaluados en la población del gecko Phyllodactylus sentosus en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.*_____47

I. INTRODUCCIÓN

El estudio a nivel poblacional es un método que ha proporcionado información sobre el comportamiento de los sistemas ecológicos; al detectar qué especies son más susceptibles a los cambios del entorno se podría simplificar el monitoreo orientado a la toma de decisiones oportunas de conservación (Sánchez *et al.*, 2009). Entre los datos más útiles para el manejo de fauna silvestre se encuentran aquellos relacionados con la abundancia y la ecología; las fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones son motivo de la mayor parte de las investigaciones sobre ecología pura y aplicada (Cooch y Dhondt, 2004). La estructura de edades, sexos y parámetros vitales, así como las variaciones ambientales, son los principales determinantes de la dinámica de poblaciones (Lande *et al.*, 2002). La naturaleza de estos patrones comportamentales y los procesos de estos cambios poblacionales son a menudo complejos, por lo tanto, la biología de las poblaciones está normalmente llena de representaciones matemáticas bastante densas (Cooch y Dhondt, 2004).

El método de captura y recaptura (Petersen, 1896) es una herramienta útil y precisa para estimar el tamaño poblacional, la supervivencia, el reclutamiento y la tasa de crecimiento de la población (Lettink y Armstrong, 2003). Este método consiste en marcar de forma individual y aleatoria una serie de individuos de la población y liberarlos. Pasado un tiempo suficiente y bajo las mismas condiciones, se vuelve a capturar un grupo de individuos al azar de la misma población y se analiza la relación entre los recapturados con respecto al número total de capturados para estimar el tamaño de la población, obteniendo así diversas medidas repetidas en varios momentos de las vidas de los individuos.

Este método está especialmente indicado para la correcta estimación de los parámetros demográficos de poblaciones amenazadas (Burgman *et al.*, 1993), como el caso de *Phyllodactylus sentosus* Dixon y Huey, 1970, también conocido como gecko de las huacas, considerado en Peligro Crítico, (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI), debido a que su hábitat se encuentra severamente fragmentado y en continua disminución (Pérez y Balta, 2016). Hasta el momento, sólo se le ha registrado en ocho localidades en la ciudad de Lima, siete en sitios arqueológicos y en la Atarjea (Sedapal),

distrito del Agustino (Cossíos e Icochea, 2006, Pérez, 2013). A pesar del crítico estado de conservación en el que se encuentra esta especie, se le ha estudiado muy poco y la falta de información publicada dificulta la toma de decisiones para su manejo y conservación. La Huaca Pucllana parece albergar a la población más importante (Cossíos e Icochea, 2006), por lo que sería un lugar de particular importancia para la conservación de esta especie.

Al generar información básica para el desarrollo de planes de conservación, es necesario evaluar y determinar los factores que intervienen en los procesos naturales de las especies implicadas para su posterior manejo. Entre ellos se encuentran los elementos climáticos que regulan la dinámica poblacional de *P. sentosus*, siendo los principales agentes reguladores la temperatura y la humedad, que influyen en la época reproductiva, éxito reproductivo, proporción de sexos y disponibilidad de alimentos.

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Los resultados del presente estudio pretenden aportar información sobre la dinámica y estructura poblacional de *P. sentosus*, el cual se encuentra registrado en un bajo número de localidades por lo que presenta una mayor probabilidad de extinción, por lo tanto, es necesario tener en cuenta diferentes factores para conocer su estado de conservación, en este sentido el tamaño y la estructura poblacional y su variabilidad a lo largo del tiempo son de los más importantes, porque están relacionados con la vulnerabilidad de una población frente a catástrofes naturales y a cambios estocásticos de carácter genético, demográfico o ambiental (Frankham, 1996; Shaffer, 1981), los que son considerados como determinantes del riesgo de extinción (Reed *et al.*, 2003).

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo fue la dinámica y la estructura poblacional del gecko *P. sentosus* y que factores modulan a la población de la Huaca Pucllana, Lima-Perú, durante el período de estudio?

1.1.3. Justificación de la investigación

1.1.3.1. Justificación ambiental:

Debido a la gran amenaza que enfrenta esta especie endémica para Perú, por la constante disminución de su hábitat y la falta de información disponible, la presente investigación busca difundir resultados sobre su ecología, útiles para la toma de decisiones sobre manejo y conservación de esta especie amenazada.

1.1.3.2. Justificación científica-técnica:

En el presente estudio se presenta la posibilidad de evaluar una población de manera constante, debido a que este parche de hábitat se encuentra en la ciudad de Lima, es posible que el esfuerzo de las evaluaciones mes a mes sea ininterrumpido, presentándose una oportunidad para explotar esta posibilidad con la realización de futuras investigaciones.

1.1.3.3. Justificación normativa:

Los datos obtenidos, incrementan los conocimientos que se tienen de este gecko y son un instrumento para la elaboración de futuras listas de especies amenazadas.

1.1.3.4. Justificación socio-económica:

La información obtenida en los resultados del presente trabajo se presentará a las autoridades encargadas de la Huaca Pucllana, donde actualmente se realiza, además de recorridos diurnos regulares, visitas turísticas nocturnas, este circuito se podría enriquecer con los datos que se les proporcionará y así darle un valor agregado a la zona, no solo como patrimonio cultural, sino también como un ecosistema.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la dinámica y estructura poblacional de *P. sentosus*, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

2.2. Objetivos Específicos

Establecer si la influencia de la temperatura y la humedad son factores fundamentales sobre la población del gecko de Lima en la Huaca Pucllana.

Estimar el tamaño poblacional total del gecko *P. sentosus* y la variabilidad de esta estimación en cada mes independientemente evaluado.

Estimar la temporada indicada para realizar estimaciones poblacionales del gecko *P. sentosus* mediante el método de captura y recaptura.

Determinar la estructura de clases de tamaño mensual y anual para hembras, machos y juveniles del gecko *P. sentosus*.

Definir la época reproductiva de *P. sentosus*.

Determinar la proporción de sexos (sex ratio) de *P. sentosus*.

III. MARCO REFERENCIAL

3.1. Taxonomía

El “gecko de Lima”, “gecko de las huacas” o “Lima Leaf - toed Gecko”, *P. sentosus*, es una de las nueve especies de filodactílicos en el Desierto Costero peruano (Dixon y Huey, 1970, Carrillo e Icochea, 1995), todas pertenecientes al género *Phyllodactylus* (Familia: Phyllodactylidae).

La posición sistemática de *P. sentosus* se presenta a continuación:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Orden: Squamata

Familia: Phyllodactylidae

Género: *Phyllodactylus*

Especie: *Phyllodactylus sentosus*

3.2. Descripción de la especie

La especie fue descrita por Dixon y Huey (1970) a partir de un holotipo colectado en noviembre de 1949 en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). El “gecko de Lima”, es un filodactílico de tamaño medio, de 44,5 a 52,5 mm (según los seis individuos examinados en la descripción), se distingue de otras especies de América del Sur, a excepción de *Phyllodactylus kofordi* Dixon y Huey, 1970, por la presencia de tubérculos triedros muy grandes en el dorso, muslo, tibia, antebrazo y cola. No se ha determinado si existe dimorfismo sexual.

3.3. Rango y distribución

Esta especie es endémica para Perú, presenta una distribución reducida, su hábitat natural es el desierto costero, hasta los 320 msnm (Dixon y Huey 1970), con áreas de suelo seco o sustrato de arena con algunas rocas y sin vegetación (Pérez y Balta, 2016). La distribución de esta especie se creía restringida hasta hace algunos años, a solo siete sitios arqueológicos ubicados entre los ríos Rímac y Lurín, en el departamento de Lima, Perú (Dixon y Huey, 1970; Cossíos e Icochea, 2006; Pérez, 2009). Pérez *et al.* (2013), reportó una nueva subpoblación, lo que indicaría que la distribución de esta especie se conoce de forma incompleta, en Lima, el hábitat adecuado para esta especie se limita a "unas pocas localidades" (Pérez *et al.*, 2013).

3.4. Hábitat y ecología

Es un reptil nocturno y ovíparo, el hábitat natural de esta especie es el desierto costero. Actualmente este tipo de hábitat se limita a unas pocas localidades en la ciudad de Lima. *P. sentosus* muestra una baja tasa reproductiva (Dixon y Huey, 1970) y baja capacidad de dispersión (Pérez *et al.*, 2013). Las subpoblaciones conocidas se limitan a pequeños sitios arqueológicos que conservan el hábitat natural del desierto.

3.5. Amenazas

Su historia natural, los impactos negativos de las actividades humanas en la ciudad de Lima, han dado lugar a la destrucción y la severa fragmentación de su hábitat (Carrillo e Icochea, 1998; Pérez, 2009; Pérez *et al.*, 2013). En las áreas que esta lagartija sobrevive, es probable que además esté expuesta a niveles altos de depredación por parte de depredadores introducidos como gatos y roedores.

3.6. Dinámica y estructura poblacional

El estudio de la estructura y la dinámica poblacional, lo ocupa la ecología de poblaciones, esta disciplina trata de conocer cómo se distribuyen los individuos de una

población en el espacio y tiempo, así como los cambios temporales en la abundancia y el porqué de estos cambios en el tiempo. La estructura de edades y sexos, así como las variaciones de parámetros vitales como la supervivencia específica de cada edad y las tasas reproductivas son los principales determinantes de la dinámica poblacional (Lande *et al.*, 2002), por lo tanto, un diseño confiable, con fines de recuperación suele integrar los parámetros poblacionales y ambientales, los que nos permitirán estimar las variaciones en la disponibilidad y usos de recursos y del hábitat.

IV. ANTECEDENTES

4.1. El gecko de Lima

El gecko *P. sentosus* (Fig. 1), fue descrito por Dixon y Huey (1970), a partir de seis especímenes colectados en el terreno del campus de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en ese entonces era el único hábitat conocido de esta especie y se especulaba que habitaba en los alrededores de la ciudad de Lima, tuvieron que pasar 36 años para que Cossíos e Icochea (2006), identificaran nuevas localidades para esta especie, ampliando su distribución conocida, la registraron en cuatro nuevos lugares: Huaca Mateo Salado, en el distrito de Pueblo Libre, Huaca Huallamarca en el distrito de San Isidro, al sur de Lima en el Santuario Arqueológico Pachacamac en el distrito de Lurín y en la Huaca Puruchuco ubicada al oeste de Lima en el distrito de Ate Vitarte, a 13,9 km de la línea costera y 320 msnm (Fig. 2).



Figura 1. Gecko *Phyllodactylus sentosus*. Adulto (arriba) y juvenil (abajo).

Uno de los estudios ecológicos más destacados es el realizado por Pérez (2009), quién estimó que la subpoblación más grande de *P. sentosus*, se encuentra en el Zoológico Parque de Las Leyendas (Lima), señala que esta es una especie de hábitos estrictamente nocturnos, insectívoro, que deposita un único huevo por puesta.

Pérez *et al.* (2013), reportaron un nuevo registro en la ciudad de Lima para *P. sentosus*, con cual se extiende su distribución 4,5 km (en línea recta) hacia el noreste, a pesar que la distancia sea relativamente pequeña entre este nuevo registro y la ciudadela de Puruchucho (la población conocida más cercana) se le considera a esta una población distinta porque hay barreras efectivas (pistas, edificios, etc.) que probablemente impidan la dispersión individuos entre las localidades, con este registro se tienen identificadas ocho localidades para esta especie.

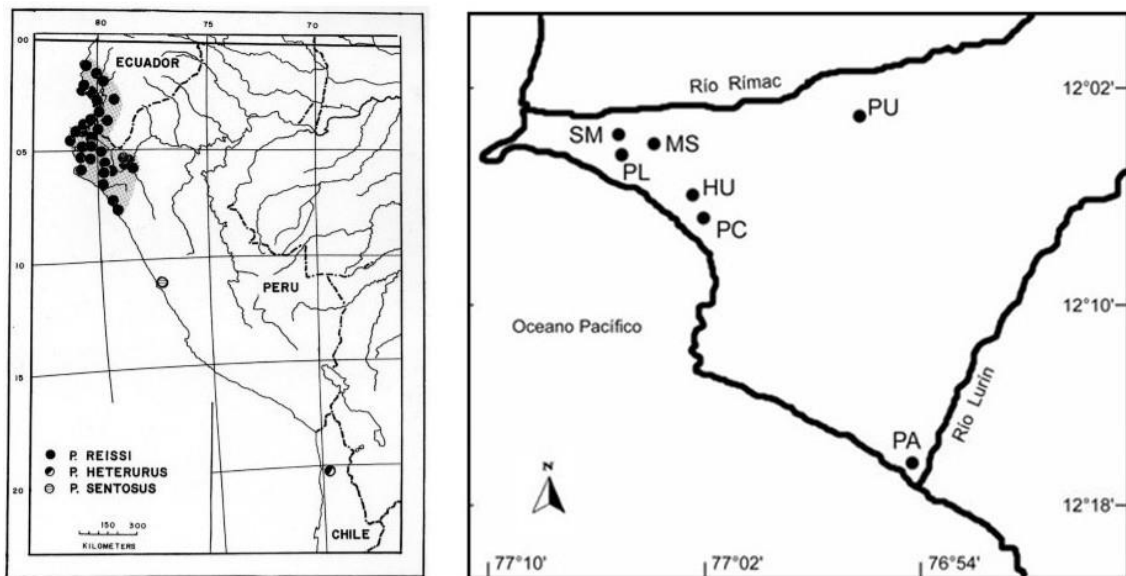


Figura 2. Izq. = Mapa de Dixon y Huey (1970), Der. = Mapa de Cossíos e Icochea (2006), lugares de registros para *Phyllodactylus sentosus* (PC = Pucllana).

4.2. Dinámica poblacional

El clima es un factor determinante para la densidad poblacional de los lagartos, adaptándose a este, regulan la dinámica de los recursos ambientales de tres formas básicas: temporal, espacial y trófica, es decir, las especies difieren en los tiempos de actividad, los lugares a los que explotan y/o los alimentos que consumen, estas diferencias en las actividades separan nichos, reducen la competencia, y

presumiblemente permiten la coexistencia de una variedad de especies (Pianka, 1973). La técnica de captura, marcaje y recaptura es ampliamente utilizada para estudios poblacionales de reptiles, Semenov y Borkin (1992), realizaron un trabajo sobre la ecología de *Teratoscincus przewalskii* Strauch, 1887 “gecko de Przewalsky” en Mongolia, combinando dos métodos de marcaje (permanente y temporal), lograron determinar el tiempo que demoran los juveniles en alcanzar el tamaño de un adulto promedio y el momento en que delimitan su territorio.

Arribas, en el 2010, efectuó un estudio de captura – recaptura a lo largo de 9 ocasiones de muestreo, en una población del reptil insular *Chalcides parallelus* (Doumergue, 1901), en el archipiélago de las Chafarinas en la isla española de Rey Francisco, demostró que con los parámetros demográficos estimados, la población se encuentra en buen estado de conservación, aunque fluctúe, tiende a estabilizarse alrededor de la capacidad de carga del medio cuando no hay presiones que modifiquen estos parámetros.

Además, una ventaja del marcaje es la posibilidad de realizar estudios a largo plazo, como el de Lind *et al* (2005), quién estimó la dinámica poblacional de la culebra acuática *Thamnophis atratus* (Kennicott, 1860), en Hurdygurdy Creek en el condado Del Norte, California, EE.UU, analizando 16 años de datos, desde 1986 hasta el 2001, marcaron 1 730 serpientes, demostraron que la densidad de culebras oscila de 274 – 615 individuos por 4,7 km de longitud del área de estudio, convirtiendo esto a densidad lineal da un rango de 58 a 131 serpientes/km con una media de 94,70.

En Perú, Jordán (2011), realizó un estudio ecológico de una población relicto de la lagartija de Lomas *Microlophus tigris* (Tschudi, 1845), en un hábitat artificial en el interior del Zoológico Parque de las Leyendas entre abril y octubre del 2006, encontró que la temperatura media del aire y la temperatura media del substrato se relacionan con temperatura corporal promedio demostrando que ambas variables interactúan e influyen en la temperatura y dinámica poblacional del lagarto.

4.3. Estructura poblacional

Predecir los cambios temporales en la abundancia, y el cómo y porqué de estos, se conoce como dinámica poblacional. La estructura de edades y sexos, así como las variaciones de parámetros, como la supervivencia y las tasas reproductivas forman parte de sus componentes (Lande *et al.*, 2002).

A través del método de captura, marcación y recaptura es posible describir la estructura poblacional, modelos de simulación, registros de mortalidad y depredación, Márquez *et al.* (2010) en las islas Galápagos estudió distintas poblaciones de las tres especies de iguanas terrestres del emblemático género *Conolophus* Fitzinger, 1843, obtuvo valiosos resultados sobre distribución, densidad poblacional y estructura poblacional, poniendo énfasis en la presencia o ausencia de juveniles en las poblaciones.

Los estudios de estructura poblacional, en concordancia con estimaciones de tamaño y proporción de sexos aportan información demográfica mediante la aplicación de los métodos de captura – recaptura, como en los trabajos de Sarre (1995), con la población del gecko *Oedura reticulata* Bustard, 1969, en bosques remanentes de eucalipto al suroeste de Australia y García-Grajales *et al.* (2007) quién obtuvo los primeros resultados de este tipo de estudio que se dieron a conocer para *Crocodylys acutus* (Cuvier, 1807) en la costa de Oaxaca, México, mediante la aplicación de dos métodos de captura-recaptura, proporcionando información para el diseño de estrategias de manejo de la población de *C. acutus* en el estero La Ventanilla.

4.4. Estimación de poblaciones

La metodología de captura, marcaje y recaptura con fines ecológicos fue desarrollada por Petersen (1896), quien la empleó para estimar las fluctuaciones de una población de *Pleuronectes platessa* Linnaeus, 1758 “solla europea” en el Mar Báltico. Por medio de un programa de marcaje e identificación de cientos de sollas, analizó dónde fueron capturadas por los pescadores y encontró que estos peces no se desplazan grandes distancias y viven en poblaciones relativamente aisladas, además de medir tasas de mortalidad y de estimar el tamaño de la población de peces. Años más tarde, Lincoln (1930), implementó el primer programa de anillamiento de aves para estimar la

fluctuación anual aproximada de la composición numérica de aves acuáticas de Norteamérica. Durante siete años (1920-1926), anillaron aves en diferentes estaciones distribuidas en todo el país, como mínimo quinientas aves por estación, al año siguiente, los cazadores reportaban las aves cazadas, anilladas y no anilladas, con estos datos, se estimó las variaciones año tras año. Estos primeros estudios utilizaron solo una captura y una única sesión de recaptura, hasta que Schnabel (1938) adaptó cuatro métodos con estas características a múltiples muestreos aleatorios tomados a intervalos periódicos (por lo general alrededor de 24 h), lo cual es aplicable a una población cerrada, como de peces en un lago. Schnabel encontró con este método que las estimaciones que más se acercaron a la población N fueron las correspondientes al Censo III, con un margen de error del 0,55% a 5%.

Cuando Schumacher y Eschmeyer (1943), estimaron las poblaciones de algunos de los peces más comunes en el estanque artificial Yellow Creek, tomando muestras únicamente en aguas de más de cuatro m de profundidad y llegaron a la conclusión de que, para obtener resultados fidedignos, todos los individuos de la población deben tener la misma oportunidad de ser marcados. Estos resultados indicaron que es recomendable contar con información específica sobre la preferencia de hábitat de las especies a evaluar.

Para el caso particular de reptiles, Woodbury (1956) comprobó que las marcas aplicadas se pueden realizar de diferentes maneras. Dependiendo de la necesidad de la investigación, existen marcas que duran periodos cortos de tiempo; otras, para períodos más largos, o marcas permanentes, pueden ser aplicadas utilizando algún tipo de sistema de codificación, por lo que se puede utilizar un gran número de combinaciones, utilizando colores diferentes en distintas partes del cuerpo. Este método está especialmente indicado para la correcta estimación de los parámetros demográficos en poblaciones amenazadas e insulares (Burgman *et al.*, 1993), trabajando con un número suficiente de individuos marcados y recapturados, es posible estimar el tamaño de la población.

Los parámetros predichos mediante estos estudios, pueden ser combinados en modelos poblacionales que simulen y evalúen la viabilidad de la población para especies amenazadas, de esta manera a corto plazo, reducir al mínimo el riesgo de extinción y a largo plazo, promover las condiciones para que mantengan su potencial evolutivo y

predecir la respuesta de la población a diversas estrategias de gestión (Akçakaya y Sjögren-Gulve, 2000), este método aunque requiere mayor tiempo y esfuerzo comparado con otros métodos, es una herramienta precisa y confiable para estimar en condiciones naturales una serie de parámetros de la especie objeto de estudio (Lettink y Armstrong, 2003), quizá la técnica más simple es pintar una marca en cada animal, el uso de pintura, es un sistema de codificación que puede ser fácilmente empleado, todos los métodos suponen que las marcas no se pierdan, además de no influir en la mortalidad o conducta ni en la detectabilidad de los animales marcados (Sutherland, 2006).

4.5. Categorización de especies amenazadas

La Resolución Ministerial N° 1710 - 77 - AG, promulgada en 1977, fue el primer dispositivo legal que clasificó a las especies de flora y fauna silvestre en vías de extinción o amenazadas, basándose en los artículos 7 y 8 del Reglamento de Conservación de Flora y Fauna, esta resolución incluyó a 104 especies de fauna, 13 en vías de extinción, 60 en situación vulnerable, 18 en situación rara y 13 en situación indeterminada, no se incluyó al gecko de Lima en estas categorías.

En 1990 es derogada y se promulga la Resolución Ministerial N° 1082 - 90 - AG, Carrillo e Icochea (1998), proponen a *P. sentosus* como especie “En Peligro Crítico”, categoría correspondiente a las especies con mayor amenaza de extinción, al año siguiente, en 1999 es promulgado el Decreto Supremo N° 019 - 99 - AG, que deroga la Resolución de 1990 y aprueba la categorización de 222 especies de fauna silvestre amenazada, de las cuales 31 se encuentran en vías de extinción, 89 en situación vulnerable, 22 en situación rara y 80 en situación indeterminada, debido a la falta de información, el gecko no es incluido en la lista.

Cuando la UICN (2001), elabora un sistema para clasificar especies de alto riesgo de extinción, tomando criterios como la reducción del tamaño poblacional, distribución geográfica, tamaño de la población y probabilidad de extinción, con base suficientemente amplia como para permitir el listado apropiado de los taxones de todo el espectro taxonómico, a excepción de los microorganismos, dándose así un paso importante en el esclarecimiento sobre los puntos a tomar en cuenta para la

categorización de especies, este sistema fue adoptado por el estado peruano y en el Decreto Supremo N° 014 - 2001 - AG, se estableció que para la elaboración de la clasificación oficial de especies amenazadas de fauna silvestre en el Perú, se utilizarán como base los criterios y categorías de la UICN.

Finalmente, en las últimas listas de categorización de especies amenazadas de fauna silvestre, en el Decreto Supremo N° 034 - 2004 - AG y en el que lo deroga, el Decreto Supremo N° 004 - 2014 - MINAGRI, se incluye a *P. sentosus* en la categoría de Peligro Crítico (CR), máxima categoría de amenaza.

V. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H_1): Los factores ambientales y biológicos son determinantes en la dinámica y la estructura poblacional de *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima-Perú.

Hipótesis nula (H_0): Los factores ambientales y biológicos no son determinantes en la dinámica y la estructura poblacional de *P. sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima-Perú.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Lugar de ejecución

El lugar de ejecución fue la Huaca Pucllana de 6,07 Ha aproximadamente (Fig. 3), se encuentra dentro del área de Lima Metropolitana, provincia de Lima, distrito de Miraflores ($12^{\circ}06'38.02''$ S, $77^{\circ}01'59.67''$ W). Este es el sitio arqueológico de Lima más investigado, presenta gran número de intersticios entre los adobes que forman parte de las ruinas, los que podrían ser usados como escondites por los geckos o sus presas (Fig. 4); los datos obtenidos fueron procesados en el laboratorio de parasitología (LA-79), ubicado en el segundo piso del pabellón la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

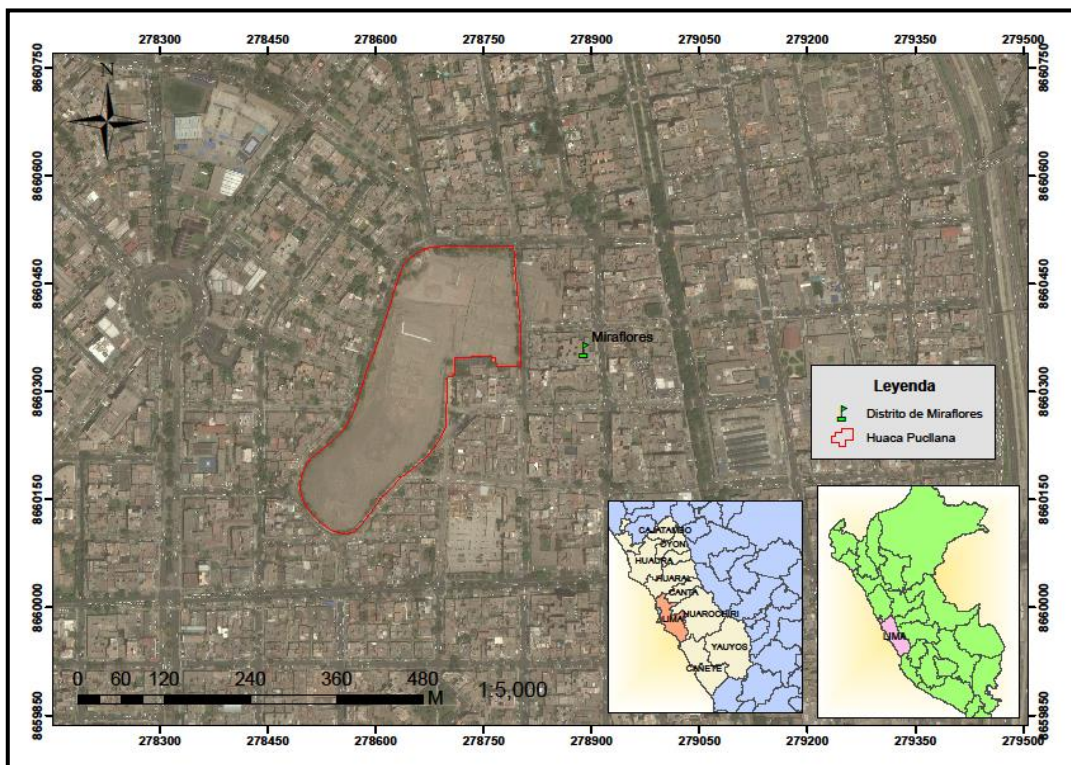


Figura 3. Ubicación del lugar de trabajo, la Huaca Pucllana, Lima, Perú.



Figura 4. Intersticios utilizados como escondites por el gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

6.2. Tipo y diseño de investigación

6.2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo correlacional, se correlacionaron variables ambientales con datos de la población y descriptiva, se interpretaron datos de mediciones para describir la estructura poblacional.

6.2.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación no experimental que se desarrolló en el presente estudio se llevó a cabo en un periodo de doce meses, durante cuatro noches consecutivas se

tomaron datos de captura y recaptura, se analizaron las muestras de cada mes de manera independiente, también se midieron los datos ambientales en cada día de trabajo. Se realizaron mediciones a todos los individuos capturados para evaluar la estructura poblacional.

6.3. Variables

Se calculó la población independientemente mes a mes, siguiendo un modelo de múltiples muestreos, se consideraron las variables temperatura y humedad relativa en cada día de trabajo, para evaluar la influencia de estos factores ambientales sobre la dinámica poblacional de *P. sentosus*; en el caso de la estructura poblacional se diferenciaron los organismos capturados en tres grupos, machos, hembras y juveniles, cada individuo fotografiado fue posteriormente medido, estos datos se ordenaron por los intervalos de Sturges (Sturges, 1926) para su procesamiento.

6.4. Análisis de datos

La información obtenida de la evaluación de captura y recaptura se procesó mes a mes, mediante el software informático CAPTURE (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 1982; Rexstad y Burnham, 1991), este programa asume que la población evaluada es cerrada, por lo tanto, permanece invariable durante el periodo de estudio, sin cambios por muertes o nacimientos, inmigración o emigración de individuos, adjudicando esta asunción de población cerrada mediante el test que incorpora el mismo software (Withe *et al.*, 1982).

El programa estimó el tamaño de la población bajo 7 modelos diferentes (Mo, Mh, Mb, Mbh, Mt, Mth y Mtb). De esta manera se extrajeron los valores de la población y el error estándar asociado a los diferentes modelos, los cuales difieren en sus fuentes asumidas de variación en la probabilidad de captura, por la variación entre los individuos a lo largo del tiempo, como resultado de haber sido capturados, y múltiples combinaciones de estos, se seleccionó el modelo que analice el conjunto de datos que mejor se adapte a los resultados obtenidos, con un margen de 0 para los no recomendados por el programa y 1 para los que se adaptan mejor a los datos ingresados

en siete diferentes estimadores de población, con los resultados mensuales, se analizó la mejor época para realizar estimaciones poblacionales y se calculó la población del gecko de Lima en la Huaca Pucllana.

Para correlacionar las variaciones estacionales de capturabilidad con la temperatura y humedad se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r de Pearson), utilizando el número de individuos capturados en cada uno de los 48 días de trabajo durante doce meses con la temperatura y la humedad, independientemente cada día, mediante el programa estadístico Microsoft Excel se correlacionaron y graficaron los resultados, para determinar la relación lineal de estas dos variables con la capturabilidad.

Para la evaluación de estructura poblacional se procesaron los datos de las mediciones de longitud hocico - cloaca (LHC) que se realizaron a los ejemplares capturados y fotografiados, se ordenaron en los intervalos de clase de Sturges (Sturges, 1926). Para su análisis y evaluación se graficó mes a mes la evolución de la población; también se obtuvo la media, moda y mediana de estas mediciones.

Para evaluar si la distribución de clases de tamaño, de los geckos medidos durante todo el período de trabajo, sigue una distribución normal se utilizó la prueba de Anderson-Darling. Para probar si existen diferencias entre las longitudes corporales de machos y hembras se empleó la prueba U de Mann-Whitney y la fórmula utilizada por Fitch (1981) para evaluar si existe dimorfismo sexual de tamaño en especies del género *Phyllodactylus*:

$$RHM = \left(\frac{\text{Prom. } \boxed{?}}{\text{Prom. } \boxed{?}} \right) \times 100$$

Por último, se analizó la proporción sexual mediante la prueba de chi-cuadrado (X^2).

6.5. Procedimientos

El estudio se realizó en la población de geckos *P. sentosus* de la Huaca Pucllana, Lima-Perú, el procedimiento se realizó de la siguiente manera:

6.5.1. Reconocimiento de la especie

Para la identificación de *P. sentosus* se utilizó la descripción original de Dixon y Huey (1970) y se siguieron las claves de identificación (Fig. 5).

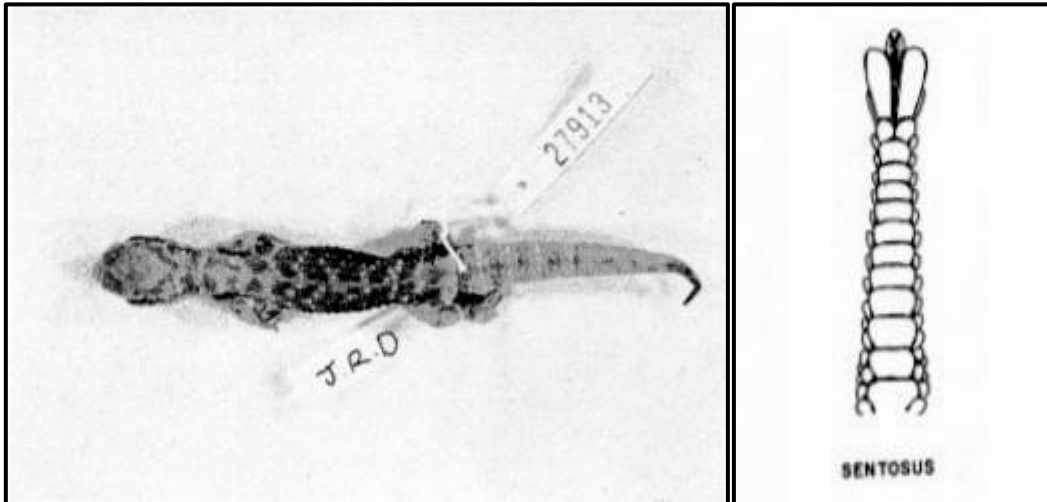


Figura 5. De Dixon y Huey (1970). Izq. = Vista dorsal de *Phyllodactylus sentosus* (holotipo). Der. = Dibujo del cuarto dedo de *Phyllodactylus sentosus*, vista ventral.

6.5.2. Censo por captura – recaptura

El estudio se ejecutó con un modelo que permite realizar múltiples muestreos (Cormack, 1964; Jolly, 1965; Seber, 1965). La toma de datos se efectuó en doce meses. En cada campaña, la búsqueda de especímenes de *P. sentosus*, se hizo durante 4 noches consecutivas, a partir de las 7 pm, recorriendo el sitio lentamente a pie por rutas preestablecidas, iluminando el área con linternas, los geckos se atraparón con ayuda de redes de malla o directamente con la mano.

6.5.3. Identificación de sexo y edad

Se diferenciaron tres categorías: machos, hembras y juveniles (en este último caso no se distinguió sexos), en las dos primeras se evaluó la presencia o ausencia de hemipenes y para la categoría de juveniles se analizó el color y tamaño.

6.5.4. Registro fotográfico y medición de ejemplares

Durante la primera noche, los animales se fotografiaron de manera perpendicular a la superficie (Fig. 6), sobre papel milimetrado, este procedimiento se realizó las siguientes noches solo con individuos nuevos (no recapturados), posteriormente se marcaron en el lugar que corresponda y se liberaron. Finalmente, se procesaron las fotos y se realizó la medición, Longitud Hocico - Cloaca (LHC) de los ejemplares de manera manual con un calibrador Vernier.



Figura 6. Registro fotográfico de los geckos capturados en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

6.5.5. Marcaje de ejemplares

El marcaje se efectuó pintando un punto sobre cada ejemplar, en zonas específicas del cuerpo, distintas para cada noche, en la primera se marcó la pata anterior derecha, en la segunda la pata anterior izquierda, en la tercera la pata posterior derecha y en la cuarta la pata posterior izquierda, esta técnica permitió identificar el o los días en que fueron capturados, recapturados o de no presentar marcas, se trataría de la primera captura. Las siguientes tres noches continuaron los marcajes, registrando qué geckos fueron recapturados, en qué noche y cuántos se observaron por primera vez. Estos últimos se fotografiaron siguiendo el protocolo mencionado anteriormente. Los geckos fueron identificados por el patrón de las manchas de esmalte. Al finalizar del procedimiento, se liberaron los especímenes sin haber sufrido ningún daño.

6.5.6. Temperatura y Humedad

Se tomaron medidas de estos factores ambientales por medio de un termómetro/higrómetro, se registró la temperatura y la humedad relativa promedio del área de estudio, por una hora, aproximadamente de 8 a 9 pm, todos los días de trabajo.

6.6. Aspectos éticos

La ejecución del trabajo fue autorizada por el permiso N°0598-2011-AG-DGFFS-DGEFFS dado por el Ministerio de Agricultura de la República de Perú, para realizar las evaluaciones de campo se contó con el consentimiento de la Directora de la Huaca Pucllana, Isabel Flores. En este estudio no se colectaron especímenes, la manipulación fue lo más breve posible para evitar estresar a los organismos y no se produjo marcaje permanente, por lo tanto, no se cortaron falanges.

VII. RESULTADOS

7.1. Análisis global

En un periodo de 12 meses y 48 días de trabajo, se capturó 1520 individuos, de los cuales 1480 fueron marcados, 40 no lo fueron, y se realizó 404 recapturas, dando un total de 1924 eventos, donde se incluyen todas las capturas y las combinaciones de éstas. La temporada con mayor tamaño poblacional estimada fue diciembre del 2011 a marzo del 2012, con un rango poblacional estimado de 306 a 452 individuos y los meses con menor tamaño poblacional fueron de julio a septiembre con 68 a 83 individuos (Fig. 7).

7.2. Dinámica poblacional

7.2.1. Población anual

De la evaluación mes a mes se obtuvieron los datos por el método de captura y recaptura (Tabla 1), procesados mediante el programa informático CAPTURE. Los resultados, dan prioridad a los modelos recomendados por el programa y tras analizarlos, se realizó una evaluación individual de su utilidad, obteniendo que en el 67,6% de los meses se utilizó el modelo M_h , los demás modelos empleados fueron M_b , M_{bh} , M_t y M_{th} , con un mes para cada uno, representando el 9,1% de los meses, respectivamente (Tabla 2).

La variación mensual de la abundancia poblacional reveló un ciclo anual donde se diferencian tres fases: de incremento de individuos, de septiembre a diciembre, de estabilidad de enero a abril, una fase de declinación de mayo a agosto, donde el último mes de esta fase, con la mínima capturabilidad del año, no fue posible estimar el tamaño poblacional por la insuficiente cantidad de capturas y recapturas (Tablas 1 y 3).

La abundancia poblacional, que aumentó gradualmente hacia el verano, desde septiembre hasta diciembre, se incrementó en promedio, a razón de 96 geckos, que representan un aumento del 37,1% mes a mes, hasta llegar al máximo valor anual en

diciembre (Fig. 7; $N_{\text{estimada}} = 452$), con una población estimada 6,65 veces mayor que la estimada para julio, el mes con menor abundancia ($N_{\text{estimada}} = 68$). La mayor estabilidad se dio en los meses de enero a marzo, durante este lapso la población se mantuvo sobre los 300 individuos ($N_{\text{estimada}} = 350, 306$ y 334 , respectivamente), para luego descender gradualmente en abril del 2012 ($N_{\text{estimada}} = 238$) (Tabla 3). La población total en la Huaca Pucllana, se estimó promediando los valores máximos y mínimos de los meses con poblaciones estimadas superiores a los 300 individuos, estos fueron diciembre, enero, febrero y marzo (Tabla 3), se calculó que la población fluctúa entre los 320 y 410 geckos.

7.2.2. Relación de la temperatura y la humedad relativa con la capturabilidad

Los resultados nos indican que existe una correlación positiva alta para capturabilidad y temperatura ($r = 0,72, p < 0,05$), para el caso de capturabilidad y la humedad relativa, la correlación fue negativa moderada ($r = -0,42, p < 0,05$) (Fig. 8 y 9).

En la Tabla 4 se exponen los promedios mensuales y agrupados en fases de la temperatura, humedad relativa y capturabilidad, donde se muestra en los resultados que, a mayor temperatura y menor humedad relativa, la capturabilidad aumenta y en consecuencia la población estimada.

Tabla 1. Individuos de *Phyllodactylus sentosus* capturados mensualmente por cada combinación de noches en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes Año	Capturas - Recapturas														
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Días 1 y 2	Días 1 y 3	Días 1 y 4	Días 2 y 3	Días 2 y 4	Días 3 y 4	Días 1, 2 y 3	Días 1, 2 y 4	Días 1, 3 y 4	Días 2, 3 y 4	Días 1, 2, 3 y 4
May-11	31	36	25	29	1	6	3	3	4	0	1	0	2	0	0
Jun-11	9	32	20	14	0	0	1	3	5	3	0	0	0	0	0
Jul-11	22	15	7	9	0	4	3	2	2	0	0	0	1	0	0
Ago-11	24	16	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set-11	21	16	14	7	0	5	3	3	1	0	0	0	0	0	1
Oct-11	26	20	20	16	0	3	4	3	5	1	0	1	0	0	0
Nov-11	33	26	23	28	4	6	3	3	6	3	0	0	1	1	1
Dic-11	48	39	39	46	9	11	4	3	4	3	4	2	0	1	0
Ene-12	40	37	30	26	7	7	6	6	5	6	0	1	1	1	0
Feb-12	41	27	28	19	2	9	6	6	3	3	4	1	2	0	0
Mar-12	38	33	30	26	6	5	2	6	3	6	3	1	0	1	1
Abr-12	55	40	34	24	8	10	7	5	5	2	1	1	3	1	2

Tabla 2. Valores de probabilidad y error estándar (ee) calculados para los diferentes modelos usados por el programa CAPTURE en la estimación del tamaño poblacional del gecko *Phyllodactylus sentosus*, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes - Año	Modelo (M) – Error estándar (ee)						
	M _o – ee	M _h – ee	M _b – ee	M _{bh} – ee	M _t – ee	M _{th} – ee	M _{tb} – ee
May-11	1,00 – 71	0,91 – 21	0,56 – 71	0,76 – 71	0,00 – 70	0,55 – 136	0,45 – 80
Jun-11	0,13 – 70	0,00 – 17	0,06 – 1215	0,08 – 11	1,00 – 64	0,65 – 68	0,31 – 5
Jul-11	0,80 – 35	0,72 – 14	1,00 – 6	0,90 – 6	0,00 – 33	0,44 – 52	1,00 – 3
Ago-11	-	-	-	-	-	-	-
Set-11	0,73 – 34	0,54 – 15	0,93 – 8	1,00 – 8	0,00 – 32	0,75 – 59	0,82 – 4
Oct-11	0,91 – 50	0,83 – 18	0,73 – 28	1,00 – 28	0,00 – 50	0,57 – 53	0,51 – 9
Nov-11	1,00 – 42	0,94 – 20	0,53 – 55	0,72 – 55	0,00 – 42	0,56 – 70	0,44 – 86
Dic-11	0,98 – 52	1,00 – 25	0,45 – 77	0,50 – 3175	0,00 – 52	0,47 – 110	0,41 – X
Ene-12	0,73 – 42	0,63 – 22	0,71 – 32	1,00 – 32	0,00 – 41	0,53 – 43	0,46 – 32
Feb-12	0,48 – 33	0,37 – 21	1,00 – 16	0,79 – 16	0,00 – 32	0,73 – 69	0,86 – 28
Mar-12	0,85 – 40	1,00 – 22	0,47 – 43	0,69 – 43	0,00 – 39	0,61 – 83	0,42 – 840
Abr-12	0,42 – 39	0,28 – 24	1,00 – 15	0,75 – 15	0,00 – 38	0,41 – 83	0,56 – 41

M_o = Modelo de probabilidad de captura constante.

M_h = Modelo donde la probabilidad de captura puede variar debido a la heterogeneidad entre individuos.

M_b = Modelo en el que las probabilidades de captura pueden variar por cambios en el comportamiento causados por capturas previas.

M_{bh} = Modelo que considera la independencia entre los diferentes factores cualitativos.

M_t = Modelo que considera que las probabilidades de captura pueden variar en las diferentes capturas debido al clima.

M_{th} = Modelo que considera la variación de los dos factores, pero de forma independiente.

M_{tb} = Modelo que considera la independencia entre los diferentes factores cualitativos.

= Indica el modelo seleccionado.

Tabla 3. Datos poblacionales (número de individuos) y error estándar (ee) obtenidos por el programa CAPTURE para los modelos seleccionados en la estimación del tamaño poblacional del gecko *Phyllodactylus sentosus*, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes - Año	Modelo	N estimada	ee	IC al 95%	
				Inferior	Superior
May-11	M(h)	312	21,2	276	358
Jun-11	M(t)	269	64,49	180	443
Jul-11	M(tb)	68	3,21	65	90
Ago-11	-	-	-	-	-
Set-11	M(bh)	83	7,88	74	113
Oct-11	M(h)	212	17,42	183	251
Nov-11	M(h)	288	20,16	253	332
Dic-11	M(h)	452	25,24	408	506
Ene-12	M(h)	350	22,12	312	399
Feb-12	M(h)	306	20,6	271	351
Mar-12	M(h)	334	21,67	297	382
Abr-12	M(b)	238	15,13	218	279

M_h = Modelo donde la probabilidad de captura puede variar debido a la heterogeneidad entre individuos.

M_b = Modelo en el que las probabilidades de captura pueden variar por cambios en el comportamiento causados por capturas previas.

M_{bh} = Modelo que considera la independencia entre los diferentes factores cualitativos.

M_t = Modelo que considera que las probabilidades de captura pueden variar en las diferentes capturas debido al clima.

M_{tb} = Modelo que considera la independencia entre los diferentes factores cualitativos.

IC = Intervalos de confianza.

7.3. Estructura poblacional

7.3.1. Distribución en clases de tamaño

La estructura de la población de *P. sentosus* en la huaca Pucllana no sigue una distribución normal ($A-D=26,73$, $p<0,05$; Fig. 10). Observándose que la mayor parte de los organismos están distribuidos en las primeras clases de tamaño (clase II= 19,8% y clase III= 18,5%; Fig. 11A), indicando que la población está conformada principalmente por juveniles y en menor proporción por adultos cuya distribución en las clases de tamaño es más amplia (clases IV - XII= 57,9%).

La longitud hocico - cloaca (LHC) máxima de las hembras fue de 74,7 mm y de los machos fue de 66,4 mm, para el caso de los juveniles la longitud máxima fue de 33,4 mm. Las hembras presentaron una LHC media de 53,4 mm (Tabla 5), y mayor dispersión en las clases de tamaño, concentrándose un alto porcentaje en las clases VII y IX, con 12,7% y 8,5%, respectivamente. La de los machos fue de 49,9 mm y se concentraron principalmente en las clases VI y VII, con 13,9% y 13%, respectivamente, siendo estas diferencias de tamaño significativas (U de Mann – Whitney, $U=436\ 000$, $p<0,05$; Fig. 11B) y utilizando la metodología de Fitch (1981), evaluamos la Relación Hembra – Macho (RHM), para promedios de LHC (mm). El resultado de este índice es de 112,5%, donde 100% demuestra la paridad en los promedios, se concluye que las hembras son más grandes que los machos, por consiguiente, existe dimorfismo sexual de tamaño.

La evaluación de la estructura poblacional mes a mes presentó hembras, machos y juveniles en todas las campañas (Fig. 12; Tabla 6), los adultos (LHC) se repartieron principalmente en las clases VI y VII, siendo el mes de noviembre ($n = 123$) donde se capturaron individuos de mayor tamaño (media = 53,4 mm); así mismo, en el mes de enero el número de adultos capturados fue el más alto ($n_{adultos} = 112$), representando el 65,1% del total de capturas en ese mes, donde el 17,4% pertenece a la clase VII (50 – 54,5 mm). Mientras que los juveniles, mostraron porcentajes más altos en las clases II y III, la primera obtuvo la mayoría de individuos en 8 de los 12 meses (66,6%), la clase III se concentró en 4 meses consecutivos (33,3%), de octubre 2011 a enero 2012, con un incremento promedio de 0,8 mm mes a mes en la media, alcanzando en enero la media y la moda más alta en todo el año (Tabla 5), y disminuyendo drásticamente el mes de febrero, donde la moda de 27,1 mm fue la más baja para los juveniles.

El bimestre de febrero y marzo del 2012 evidenció mayor cantidad de juveniles en las clases I y II (Tabla 7), con 38 y 51 individuos, representan el 2,6% y 3,4%, respectivamente, del total en la población ($n = 1480$), en estos meses se presentaron diferencias significativas en el porcentaje de geckos en las dos primeras clases, en el total mensual (adultos y juveniles) y en el de juveniles ($\chi^2= 4,59$, g.l.= 1, $p=0,03$; $\chi^2= 4,53$, g.l.= 1, $p=0,03$), por consiguiente, se demuestra que en febrero y marzo los juveniles estuvieron representados mayoritariamente en estas clases de menor tamaño, con la diferencia que el porcentaje de geckos en la clase I en febrero fue de 16,2% del

total de juveniles del mes y 8% del total de geckos, adultos y juveniles, en ese mes y en marzo se presentaron mayoritariamente juveniles en la clase II, 28,8% del total del mes y 53,5% de los juveniles del mes. En mayo y septiembre del 2011, se obtuvieron similares resultados, pero sin continuidad en el mes subsiguiente.

7.3.2. Proporción de sexos

De los 1480 geckos capturados y registrados, 25,1% fueron hembras, 21,5% fueron machos y 53,4% juveniles, a los que no se les precisó el sexo. Para estimar la proporción sexual de la población se tomaron en cuenta 690 organismos adultos a los que se les determinó el sexo. La relación entre sexos fue estadísticamente diferente a la proporción de esperada (01:01) en el mes de julio ($\chi^2= 5,47$, g.l.= 1, $p=0,01$), con 1 hembra por 0,2 machos. En la población total evaluada, esta proporción fue de 1 hembra por cada 0,9 macho, la diferencia entre sexos no fue significativa ($\chi^2= 2,12$, g.l.= 1, $p=0,14$), y por ende siguió la proporción cercana de 1 hembra por cada macho (Tabla 6).

Tabla 4. Promedios mensuales y agrupados de la temperatura, humedad y capturabilidad en los doce meses evaluados en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Fases	Mes Año	Promedios de los meses			Promedios de fases		
		T°	H%	Capt.	T°	H%	Capt.
Declinación	May-11	20,6	77,5	41,3	17,7	82,5	24,3
	Jun-11	18,1	84	24,8			
	Jul-11	16,6	83,8	19			
	Ago-11	15,8	84,8	12,3			
Incremento	Set-11	16,4	79,3	21,5	18,2	80,1	38,4
	Oct-11	17,4	79,8	29,3			
	Nov-11	19,1	80,8	42,5			
	Dic-11	19,8	80,8	60,5			
Estabilidad	Ene-12	22	74,8	54,5	22,4	76,6	55
	Feb-12	23,5	75,5	48,5			
	Mar-12	23,4	74,5	50,5			
	Abr-12	20,7	81,5	66,5			

T° = Temperatura

H% = Humedad relativa

Capt. = Capturabilidad

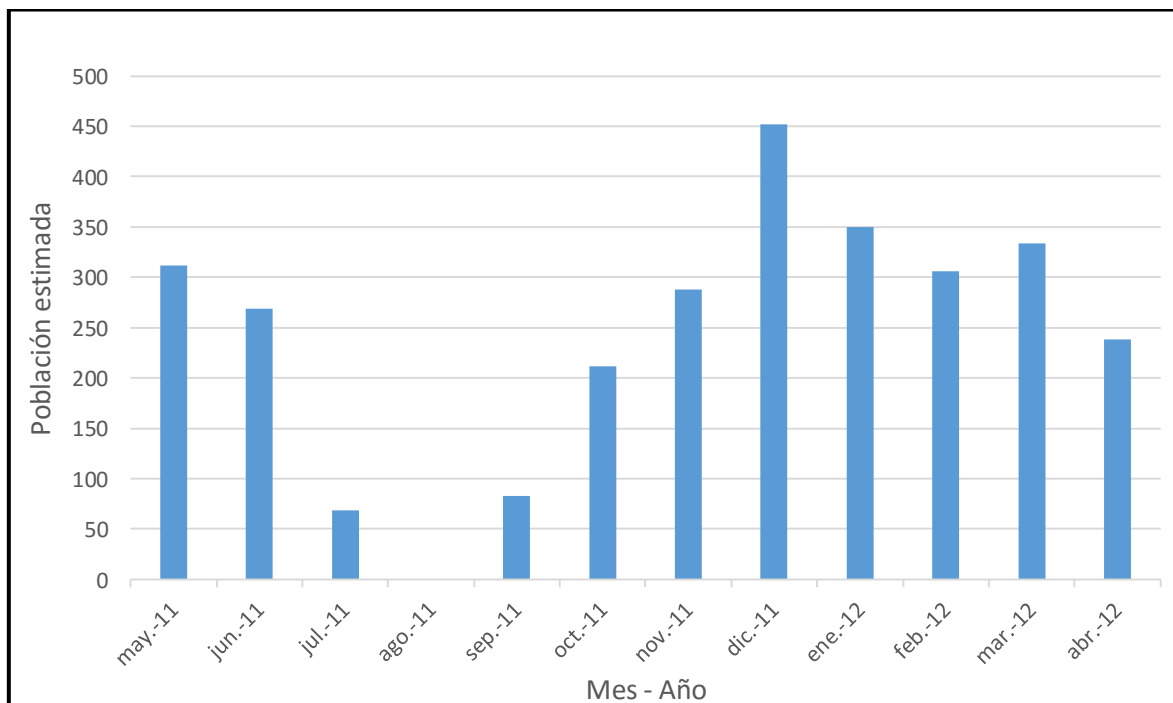


Figura 7. Variación de la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* durante los doce meses evaluados (mayo 2011 – abril 2012) en la Huaca Pucllana, Lima Perú.

*El mes de agosto del 2011 no fue posible estimar la población

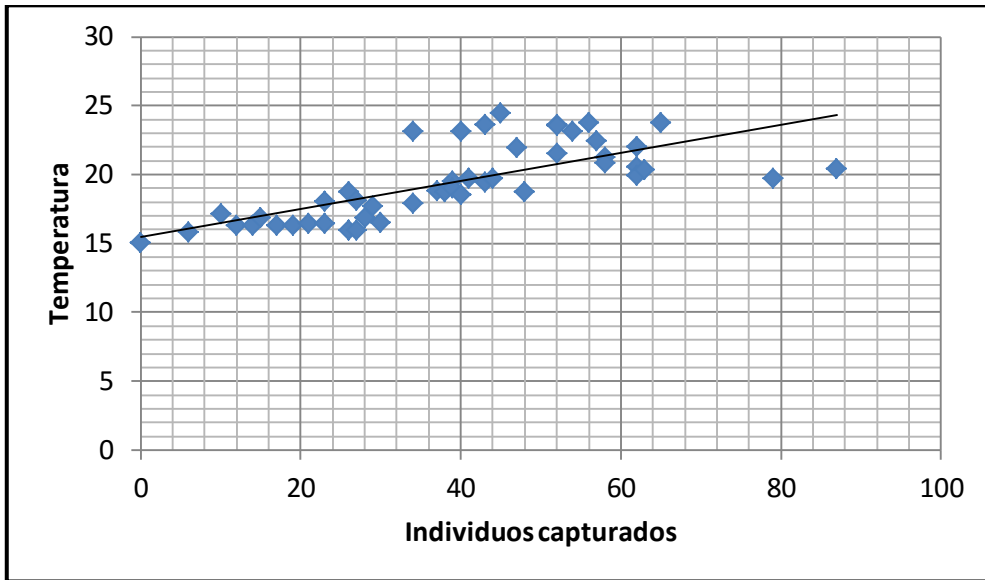


Figura 8: Correlación lineal entre capturabilidad y temperatura (°C), de los días de trabajo de captura y recaptura en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

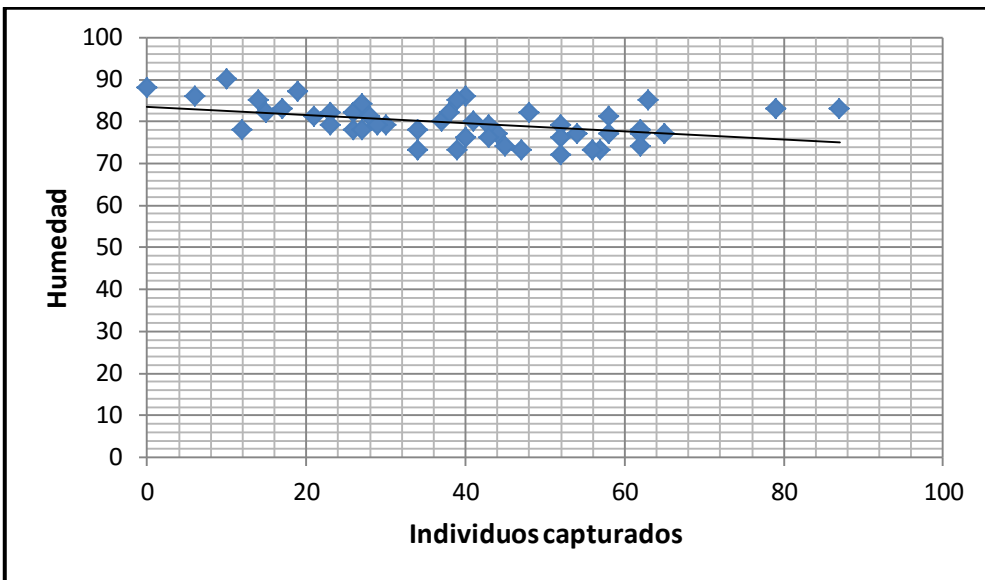


Figura 9: Correlación entre capturabilidad y humedad relativa (%), de los días de trabajo de captura y recaptura en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

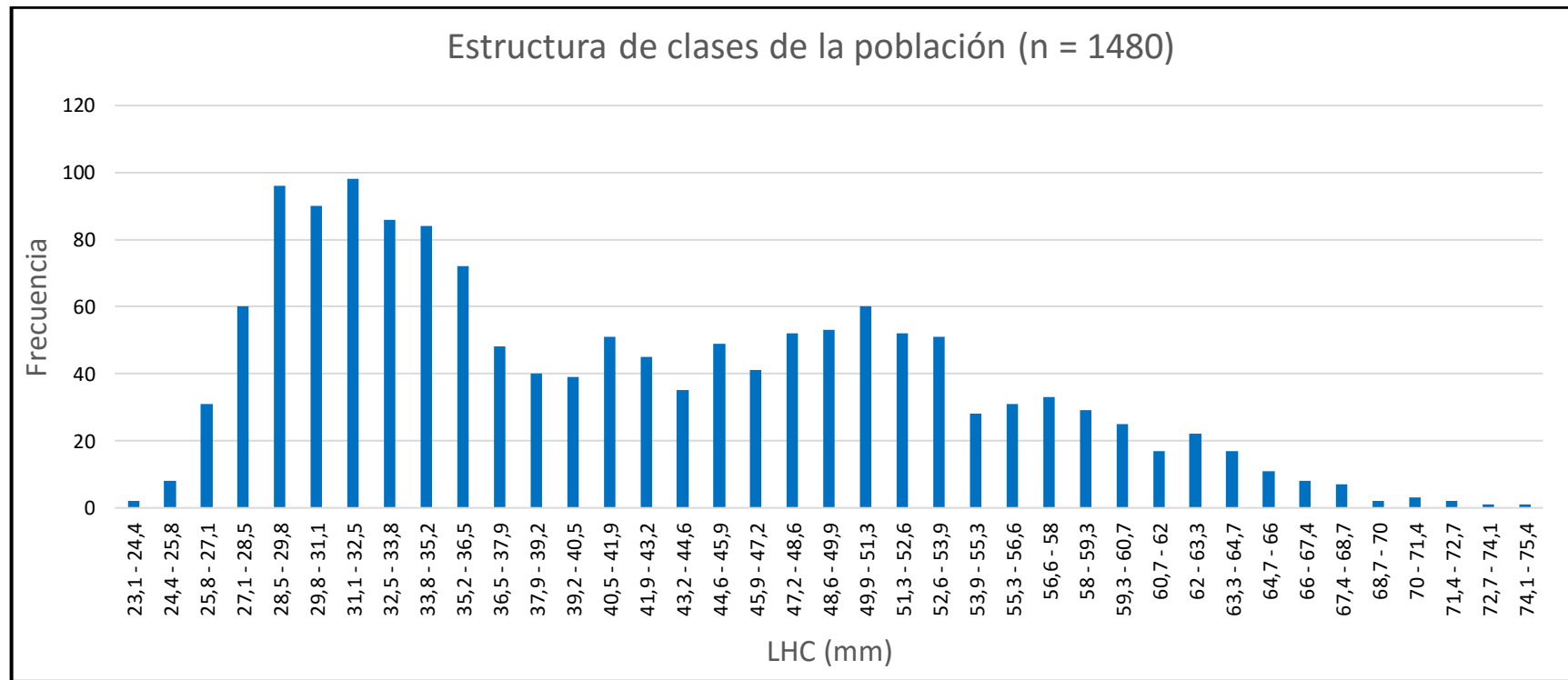


Figura 10. Estructura poblacional empleando intervalos de clases de tamaño ($\sqrt{n} = 39$) para analizar la normalidad en la distribución de la LHC (mm) de la población del gecko *Phyllodactylus sentosus*, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

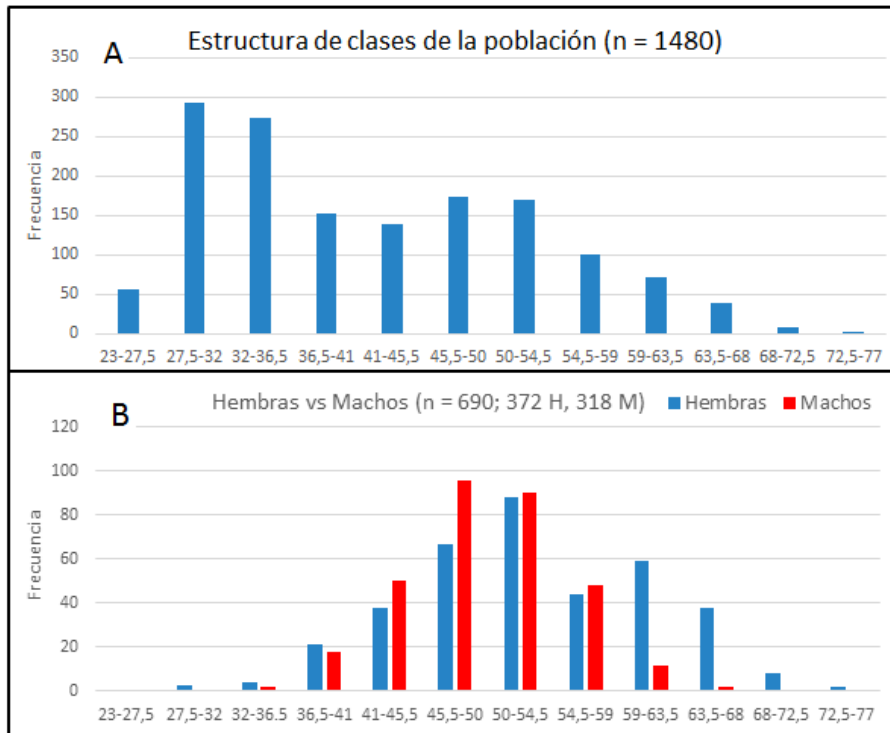


Figura 11. A = Estructura poblacional, utilizando intervalos de clases de Sturges para la frecuencia de la Longitud Hocico – Cloaca (LHC) mm del total de individuos (juveniles, machos y hembras) del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú; B = Estructura de machos y hembras, utilizando los intervalos de clases de Sturges, para la frecuencia de la Longitud Hocico – Cloaca LHC (mm) del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Tabla 5. Longitud hocico cloaca (LHC), □ = Media, Me = Mediana y Mo = Moda, de Juveniles, Machos y Hembras en los doce meses evaluados en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes - Año	LHC (mm)								
	Juveniles			Machos			Hembras		
	□	Me	Mo	□	Me	Mo	□	Me	Mo
May-11	31,7	31,4	29,1	50,7	50	46	52,7	50,5	48
Jun-11	32,9	32,2	27,6	51,3	51,4	51	52,9	51,4	65
Jul-11	31,2	31,3	31,6	52,5	51,8	-	44,9	43,4	41
Ago-11	32	31,3	29,6	49,7	49,3	50	48,2	49,1	40
Set-11	31,7	31,5	31,5	47,1	46,4	39	54,5	54,2	43
Oct-11	34,4	34,1	33,5	47,1	46	45	53,6	53,3	53
Nov-11	35	34,9	35	49,5	48,7	48	57,9	60,2	60
Dic-11	36,3	35	33,3	49,9	49	47	53,7	53,2	46
Ene-12	36,7	36,3	36,5	50,4	40,8	51	54,4	54,4	63
Feb-12	33,5	31,5	27,1	50	50,4	51	52,4	50,5	46
Mar-12	31,8	30,3	28,2	50,1	49	48	53,9	52,3	51
Abr-12	32,4	31,5	27,7	50,2	49,3	49	55	53,7	51

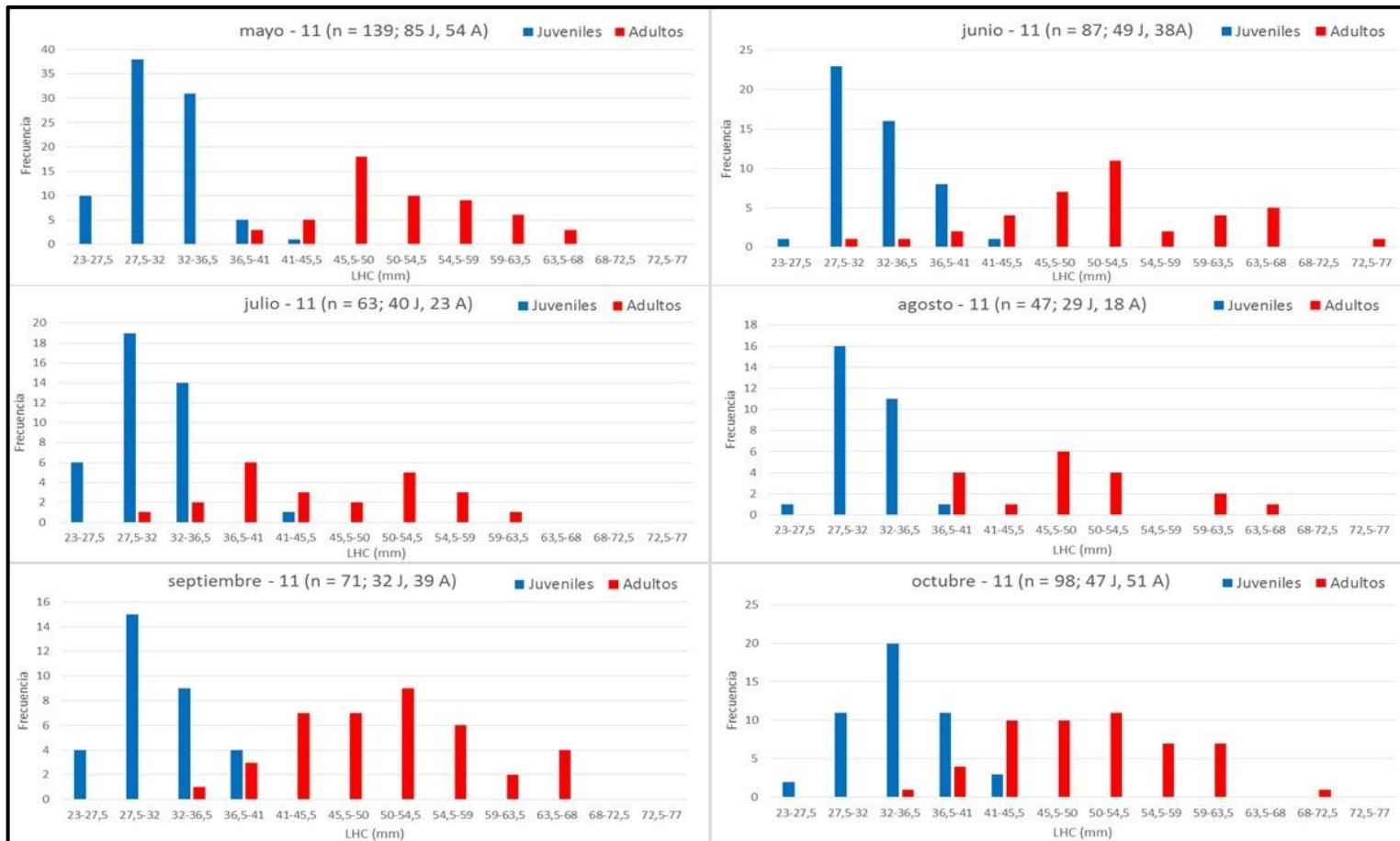
Tabla 6. Proporción sexual de las muestras tomadas en los meses evaluados en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes - Año	N	♀♀	♂♂	JJ	♀♀:♂♂	JJ:♀♀:♂♂	♀♀:♂♂ X ²	♀♀:♂♂ P
May-11	139	27	27	85	01:01	01:0,3:0,3	0	1
Jun-11	87	23	15	49	01:0,7	01:0,5:0,3	0,85	0,35
Jul-11	63	19	4	40	01:0,2	01:0,5:0,1	5,47	0,01
Ago-11	47	10	8	29	01:0,8	01:0,3:0,3	0,11	0,74
Set-11	71	20	19	32	01:01	01:0,6:0,6	0,01	0,91
Oct-11	98	29	22	47	01:0,8	01:0,6:0,5	0,48	0,49
Nov-11	123	26	30	67	0,9:01	01:0,4:0,4	0,14	0,7
Dic-11	192	50	49	93	01:01	01:0,5:0,5	0,01	0,94
Ene-12	172	54	58	60	0,9:01	01:0,9:01	0,07	0,79
Feb-12	151	43	34	74	01:0,8	01:0,6:0,5	0,53	0,47
Mar-12	160	39	35	86	01:0,9	01:0,5:0,4	0,11	0,74
Abr-12	177	32	17	128	01:0,5	01:0,3:0,1	2,35	0,12
Total	1480	372	318	790	01:0,9	01:0,5:0,4	2,12	0,14

JJ = Juveniles

X² = Chi cuadrado

P = Probabilidad



Continúa en la siguiente página.

Continuación.

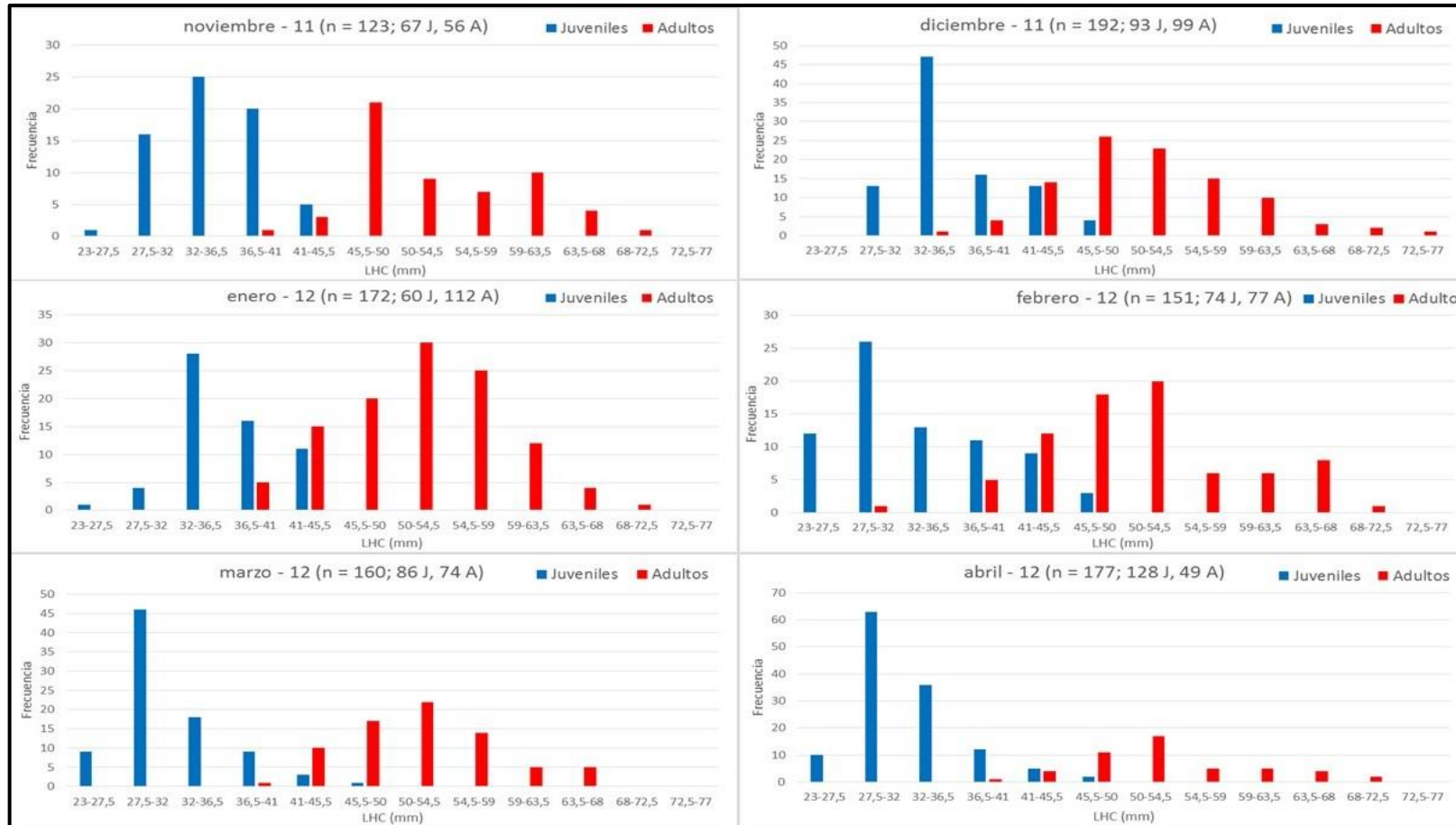


Figura 12. Estructura poblacional de noviembre del 2011 a abril del 2012, utilizando los intervalos de clases de Sturges, para la Longitud Hocico – Cloaca LHC (mm) del gecko *Phyllodactylus sentosus*, en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Tabla 7. Porcentaje de juveniles en las clases I y II en los doce meses evaluados en la población del gecko *Phyllodactylus sentosus* en la Huaca Pucllana, Lima, Perú.

Mes - Año	Clase I (23 - 27,5 mm)			Clase II (27,5 - 32 mm)			Total (23 - 32 mm)		
	Del (%)	total (%)	Juveniles (%)	Del (%)	total (%)	Juveniles (%)	Del (%)	total (%)	Juveniles (%)
May-11	7,2		11,7	27,3		44,7	34,5		56,4
Jun-11	1,1		2	26,4		46,9	27,5		48,9
Jul-11	9,5		12,5	30,2		47,5	39,7		60
Ago-11	2		4,2	34		55,2	36		59,4
Set-11	5,6		12,5	21,1		46,9	26,7		59,4
Oct-11	2		4,2	11,2		23,4	13,2		27,6
Nov-11	0,8		1,5	13		23,9	13,8		25,4
Dic-11	0		0	6,8		14	6,8		14
Ene-12	0,6		1,6	2,3		6,7	2,9		8,3
Feb-12	8		16,2	17,2		35,1	25,2		51,3
Mar-12	5,6		10,4	28,8		53,5	34,4		63,9
Abr-12	5,6		7,8	35,6		49,2	41,2		57

VIII. DISCUSIÓN

El clima es un factor determinante en el tiempo de actividad y la historia de vida de los reptiles, como lo muestra un estudio realizado con una base de datos de 861 especies de lagartos (Meiri *et al.*, 2013); sin embargo, los actuales paradigmas derivan, casi en su totalidad, de datos sobre especies de actividad diurna, aunque muchos reptiles son animales nocturnos (Kearney y Predavec, 2000).

A pesar que los estudios de dinámica poblacional y de comportamiento de termorregulación de los geckos han recibido menos atención que otros grupos de lagartos, los trabajos con lagartijas diurnas están más desarrollados y se conoce mejor la relación e importancia de los factores ambientales sobre estas, como es el caso de la lagartija diurna *Sceloporus undulatus* (Bosc y Daudin, 1801) estudiada por Adolph y Porter (1993), los datos encontrados en el presente trabajo sobre la dinámica poblacional del gecko *P. sentosus*, en concordancia con dicho estudio, demuestran la influencia de los factores ambientales evaluados, temperatura y humedad, representados por claras fluctuaciones en el tamaño poblacional a lo largo de los meses. Estas variaciones, se pueden explicar por la falta de movimiento y ahorro energético de los geckos, en lapsos de tiempo cuando las temperaturas son bajas y por lo tanto, se obtiene escasa capturabilidad. John-Alder y Bennett (1981) explicaron este comportamiento como la dependencia térmica entre la energía y la resistencia, dicha dependencia, es de particular importancia para los ectotermos que experimentan una considerable variación diaria y/o estacional en la temperatura corporal.

Grant y Dunham (1988), con la de lagartija diurna *Sceloporus merriami* Stejneger, 1904, en la zona oeste del desierto de Texas, EEUU, refieren sobre la importancia del ambiente en las actividades individuales y notaron que se veían restringidas (tasas de movimiento, huelgas de alimentación y manifestaciones sociales) a ciertas horas después de la salida del sol y por la tarde, además de la importancia del uso de microclimas, principalmente cuando las tasas de actividad disminuyen y el uso de refugios no se da de manera aleatoria. Esta afirmación se puede relacionar con los datos de temperatura corporal obtenidos de las especies del género *Phyllodactylus* estudiadas

en Perú y el uso de escondites durante el día para regular un ciclo diario bimodal de temperatura corporal, baja por la noche y alta durante el día (Werner *et al.*, 1996).

En relación con los datos obtenidos sobre la actividad de *P. sentosus*, se puede inferir que la disminución de su actividad y mantenerse refugiado, resulta de la importancia de regular su temperatura y ahorrar energía en los momentos de menor capturabilidad y difícil ubicación para realizar el marcaje, lo cual se evidencia en los días de menor temperatura y de mayor humedad. La reducción en la tasa de actividad de los geckos podría potencialmente limitar su éxito en la alimentación, escape frente a depredadores o su dominio social en comparación con su hipotética actividad a temperaturas corporales más altas (Autum, 1999; Autum *et al.*, 1994, 1997, 1999, 2002). El uso de microhábitats ha sido estudiado anteriormente con geckos en cautiverio y en estado silvestre con similares resultados sobre la termorregulación conductual y sus limitantes en el ambiente térmico disponible (Strokes y Meek, 2003; Hitchcock y McBrayer, 2006).

Cuando la temperatura aumentó y la humedad relativa disminuyó, se mantuvo un tamaño poblacional alto y relativamente estable durante diciembre y los primeros tres meses del año, con cifras por encima de los 300 individuos. Adolph y Porter (1993), indican que cuando disminuye la temperatura, influye sobre los tiempos de actividad, pudiendo causar variación en la tasa de supervivencia anual y en la fecundidad, lo que lleva a una correlación negativa entre la tasa de supervivencia y la fecundidad de las poblaciones en diferentes ambientes térmicos, y por ende una disminución en la población. Rose (1981), evaluó la actividad del lagarto *Sceloporus virgatus* Smith, 1938, en el desierto de Chihuahua, México, e indica que la inactividad es una estrategia de adaptación de los lagartos y no solo una respuesta a las inclemencias del tiempo, porque disminuye el riesgo a la depredación y se recurre a la conservación de energía, aumentando así la probabilidad de la supervivencia y la futura reproducción. Estas afirmaciones sustentan los resultados obtenidos para *P. sentosus* y se fundamentan con la teoría existente sobre los comportamientos de termorregulación que disponen los reptiles, los cuales han sido agrupados en tres categorías básicas: (1) la restricción de tiempo de actividad diaria o estacional; (2) la selección de microhábitats (por ejemplo, yendo y viniendo entre sol y sombra u otras fuentes de calor, el ascenso, la agrupación animales, la selección de microhábitats), y (3) los ajustes en la postura como la

orientación al sol, los cambios en la posición del cuerpo y la orientación al viento (Huey *et al.*, 1977; Huey, 1982; Stevenson, 1985; Losos, 1987).

La población estimada de geckos de la Huaca Pucllana es relativamente pequeña, con poco más de 400 individuos. El tamaño encontrado es menor a los 500-1000 individuos que generalmente se espera para una población viable (Lehmkuhl, 1984; Thomas, 1990), sin embargo, quedan zonas de difícil acceso sin evaluar y se estima que el tamaño poblacional sea superior al obtenido.

Sobre el alza en la población, se puede especificar que es un incremento propio de la época reproducción donde se acrecienta la actividad y aumentan las probabilidades de captura, mejorando la estimación del tamaño poblacional, este período corresponde a primavera/verano, el cual es la temporada de reproducción y eclosión de huevos de diferentes especies de lagartos (Tinkle, 1976; John-Alder *et al.*, 1983; Bull 1987). En algunos reptiles, la época de ovoposición, está íntimamente correlacionada con las lluvias de verano (Abts, 1987; Phillips *et al.*, 1990; Andrews, 1988, 1991) y esta humedad es necesaria para el correcto desarrollo de los embriones. En los días de lluvia las capturas llegaron a ser nulas, pero no se ha demostrado su influencia en el éxito reproductivo, en consecuencia, su peso como un factor determinante en la dinámica poblacional del gecko de Lima, a pesar que se encontró correlación negativa con la capturabilidad; es probable que su importancia vaya más allá del comportamiento de estos reptiles frente a este factor climático y resida en la cantidad de humedad necesaria para el desarrollo correcto de los embriones, demostrable mediante un estudio experimental.

Sobre la estructura poblacional, los resultados de esta investigación son los primeros para *P. sentosus*, en donde se complementa la información de la dinámica de la población con las mediciones corporales realizadas. Estos resultados responden a un ciclo anual de actividad donde los máximos tamaños poblacionales obtenidos coinciden con la época de mayor actividad reproductiva (primavera/verano), descendiendo sus valores en otoño/invierno. Estos resultados sobre la época reproducción y nacimientos son respaldados por la presencia de hembras grávidas desde noviembre hasta febrero (Valdez, observación personal) y por la información obtenida sobre la estructura de la población, quedando demostrado que por la mayoritaria presencia de juveniles en las primeras clases de tamaño, febrero y marzo son los meses donde se registran mayor

cantidad de nacimientos. Se puede afirmar que en concordancia con los resultados obtenidos por Phillips *et al.* (1990), la elevada temperatura del ambiente acelera el desarrollo los embriones y este conduce a la aparición de juveniles de menor tamaño.

Mediante la medición y clasificación de individuos, se ha demostrado que existe dimorfismo sexual en *P. sentosus*. La información publicada anteriormente sobre este tema, data de la descripción de Dixon y Huey (1970), donde se promedió el tamaño de dos machos y dos hembras (52,5 mm y 44,5 mm, respectivamente). Fitch (1981) recolectó y procesó la información sobre el género *Phyllodactylus* en Sudamérica publicada en el mencionado trabajo de 1970, y concluye que de las 10 especies evaluadas, donde no incluyó a *P. sentosus*, es *Phyllodactylus lepidopygus* (Tschudi, 1845), con un RHM de 114,7%, la única especie que presentó hembras de mayor tamaño y por lo tanto dimorfismo sexual, el RHM obtenido en este estudio es de 112,5%. En geckos el dimorfismo sexual en tamaños presenta una considerable variación sin una marcada tendencia (Cox *et al.*, 2007).

La proporción sexual cumple con el principio de Fisher (1930), porque existe una relación de igualdad entre los sexos, este parece ser el caso generalizado en una población teóricamente saludable que sigue esta estrategia evolutivamente estable (Hamilton, 1963; Maynard y Smith, 1973), como es el caso de diferentes especies de reptiles (Tinkle, 1976; Ortega-Rubio *et al.*, 1999; Salvidio y Delaugerre, 2003; De la Galvez Murillo y Pacheco, 2009). Darwin (1871), hizo mención sobre la evolución de la proporción de sexos, pero dejó la respuesta para futuras investigaciones debido a que consideró el problema demasiado complicado como para admitir una solución inmediata.

IX. CONCLUSIONES

Del estudio realizado, en relación a la dinámica y la estructura poblacional de *Phyllodactylus sentosus*, se concluye que están regidas por cambios en los factores ambientales evaluados.

Las variaciones en el tamaño poblacional estimado se deben a la falta de movimiento; disminuyen su actividad y ahorran energía cuando las temperaturas son bajas, en contraste con su actividad a temperaturas más altas.

La población estimada de *P. sentosus* en la huaca Pucllana fluctúa aproximadamente entre los 320 a 410 individuos, en la zona estudiadas.

La mejor época para estimar la población del gecko de Lima es a finales de primavera hasta finales de verano (diciembre – marzo).

Phyllodactylus sentosus presenta dimorfismo sexual en tamaño, las hembras son más grandes que los machos.

La época reproductiva del gecko de las huacas se da en la temporada de primavera/verano, de noviembre a febrero.

Dentro de la época reproductiva, el bimestre de febrero y marzo, es cuando se dan la mayor cantidad de nacimientos, en estos meses se presentan la mayor cantidad de juveniles y de menor tamaño.

La estructura poblacional de *P. sentosus* está conformada principalmente por individuos juveniles, la distribución en las clases de tamaño, por lo tanto, no sigue una distribución normal.

La proporción sexual (sex ratio) se encuentra en equilibrio, considerándose una población teóricamente saludable.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar este estudio en las diferentes huacas de Lima donde se ha reportado esta especie, durante la temporada de mayor actividad (diciembre-marzo) para obtener datos aproximados al tamaño poblacional real. Es necesario contar con esta información para diseñar estrategias unificadas de manejo de las poblaciones de *P. sentosus* en los diferentes sitios arqueológicos de Lima, además de aprovechar el estatus de patrimonio histórico de estos hábitats remanentes para su conservación. El estado de las poblaciones en aislamiento, incluso las que se muestran aparentemente estables, debe ser monitoreado con regularidad.

Implementar un programa de crianza *ex situ* para dilucidar las respuestas de los embriones en desarrollo a la temperatura y la humedad disponibles, y establecer un protocolo estandarizado que pueda ser utilizado con fines de conservación.

En general, la tendencia poblacional es desfavorable, por el aislamiento de las poblaciones que lleva a la endogamia y por la destrucción de su hábitat, lo que la hace una especie potencialmente sensible a los cambios que pueden darse en un futuro, por esta razón, se requiere el desarrollo de estrategias de conservación y gestión que aseguren su viabilidad.

XI. REFERENCIAS CITADAS

Abts M. Environment and variation in life history traits of the Chuckwalla, *Sauromalus obesus*. *Ecological Monographs*. 1987; 57(3): 215-232.

Adolph S., Porter W. Temperature, activity, and lizard life histories. *The American Naturalist*. 1993; 142(2): 273-295.

Akçakaya H., Sjögren-Gulve P. Population viability analysis in conservation planning: an overview. *Ecological Bulletins*. 2000; 48: 9-21.

Andrews R. Demographic correlates of variable egg survival for a tropical lizard. *Oecologia*. 1988; 76(3): 376-382.

Andrews R. Population stability of a tropical lizard. *Ecology*. 1991; 72(4): 1204-1217.

Arribas R. Estudio de la dinámica poblacional de un reptil insular: El caso del eslizón de Chafarinas (*Chalcides parallelus*) [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma de Madrid; 2010. p. 33.

Autumn K. Secondarily diurnal geckos return to cost of locomotion typical of diurnal lizards. *Physiological and Biochemical Zoology*. 1999; 72(3): 339-351.

Autumn K., Farley C., Emshwiller M., Full R. Low cost of locomotion in the Banded Gecko: A test of the nocturnality hypothesis. *Physiological Zoology*. 1997; 70(6): 660-669.

Autumn K., Jindrich D., DeNardo D., Mueller R. Locomotor performance at low temperature and the evolution of nocturnality in geckos. *Evolution*. 1999; 53(2): 580.

Autumn K., Ryan M., Wake D. Integrating historical and mechanistic biology enhances the study of adaptation. *The Quarterly Review of Biology*. 2002; 77(4): 383-408.

Autumn K., Weinstein R., Full R. Low cost of locomotion increases performance at low temperature in a nocturnal lizard. *Physiological Zoology*. 1994; 67(1): 238-262.

Bull C. A population study of the viviparous australian lizard, *Trachydosaurus rugosus* (Scincidae). *Copeia*. 1987; 1987(3): 749.

Burgman M, Ferson S, Akçakaya H. Risk assessment in conservation biology. London: Chapman and Hall; 1993. p. 315.

Carrillo N., Icochea J. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. Public. del Museo de Hist. Natural (UNMSM) Serie A, Zoología. 1995; 49: 1-27.

Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. Decreto Supremo N° 04-2014-MINAGRI. Diario Oficial El Peruano (Abr. 8, 2014).

Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. Decreto Supremo N° 019-99-AG. Diario Oficial El Peruano (1999).

Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. Decreto Supremo N° 034-2004-AG. Diario Oficial El Peruano (Sept. 22, 2004).

Categorización Oficial de especies de fauna silvestre amenazadas y en peligro. Resolución Ministerial N° 1082-90-AG. Diario Oficial El Peruano (1990).

Clasificación de las Especies de Flora y Fauna Silvestres. Resolución Ministerial N° 1710-77-AG. Diario Oficial El Peruano (1977).

Cooch E., Dhondt A. Population dynamics. *Animal Biodiversity and Conservation*. 2004; 27(1): 469-470.

Cormack R. Estimates of survival from the sighting of marked animals. *Biometrika*. 1964; 51 (3/4): 429.

Cossíos E.D., Icochea J. Nuevos registros para el gecko de Lima, *Phyllodactylus sentosus* (Reptilia, Geckonidae). *Ecología Aplicada*. 2006; 5: 182-184.

Darwin C. The Descent of Man and Selection in Relation to Sex. Murray, London: John Murray; 1871. p. 399.

Dixon J., Huey R. Systematics of the lizards of the gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America. *Contributions in science, Los Angeles County Museum of Natural History*. 1970; 192: 1-78.

- Fisher R. The genetical theory of natural selection. Oxford: Clarendon Press; 1930.
- Fitch H. Sexual size differences in reptiles. Lawrence: University of Kansas; 1981.
- Frankham R. Relationship of genetic variation to population size in wildlife. *Conservation Biology*. 1996; 10(6): 1500-1508.
- García-Grajales J., Aguirre G., Contreras A. Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero La Ventanilla, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 2007; 23: 53-71.
- Grant B., Dunham A. Thermally imposed time constraints on the activity of the desert lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology*. 1988; 69(1): 167-176.
- Hamilton W. Extraordinary sex ratios. *Science*. 1967; 156(3774): 477-488.
- Hitchcock A., McBrayer L. Thermoregulation in nocturnal ectotherms: Seasonal and intraspecific variation in the mediterranean gecko (*Hemidactylus turcicus*). *Journal of Herpetology*. 2006; 40(2): 185-195.
- Huey R. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In: Gans C., Pough H., ed. by. *Biology of the Reptilia*. 12th ed. London: Academic Press; 1982. p. 25-91.
- Huey R., Pianka E. Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. *Ecology*. 1977; 58(5): 1066-1075.
- John-Alder H., Bennett A. Thermal dependence of endurance and locomotory energetics in a lizard. *American Journal of Physiology*. 1981; 241(5): R342-9.
- John-Alder H., Lowe C., Bennett A. Thermal dependence of locomotory energetics and aerobic capacity of the Gila monster (*Heloderma suspectum*). *Journal of Comparative Physiology*. 1983; 151(2): 119-126.
- Jolly G. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. *Biometrika*. 1965; 52(1-2): 225-248.
- Jordán J. Notas sobre la ecología de una población relicto de la lagartija de las Lomas *Microlophus tigris* (Tropiduridae: Sauria) en el Parque Zoológico Las Leyendas (Lima, Perú). *Revista peruana de biología*. 2011; 18(3): 73-376.

Kearney M., Predavec M. Do nocturnal ectotherms thermoregulate? A study of the temperate gecko *Christinus marmoratus*. *Ecology*. 2000; 81(11): 2984.

Lande R., Engen S., Sæther B.-E., Filli F., Matthysen E., Weimerskirch H. Estimating density dependence from population time series using demographic theory and life-history data. *American Naturalist*. 2002; 159: 321-337.

Lehmkuhl J. Determining size and dispersion of minimum viable populations for land management planning and species conservation. *Environmental Management*. 1984; 8(2): 167-176.

Lettink, M., Armstrong D. An introduction to using mark-recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series*. 2003; 28A: 5-32.

Lincoln F. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. *United States Department of Agriculture Circular*. 1930; 118: 1-4.

Lind A., Welsh H., Tallmon D. Garter snake population dynamics from a 16-year study: considerations for ecological monitoring. *Ecological Applications*. 2005; 15(1): 294-303.

Losos J. Postures of the military dragon (*Ctenophorus isolepis*) in relation to substrate temperature. *Amphibia-Reptilia*. 1987; 8(4): 419-423.

Márquez C., Muñoz E., Gentile G., Tapia W., Zabala F., Naranjo S., Llerena A. Estado poblacional de las iguanas terrestres. (*Conolophus subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*: Squamata, Iguanidae), Islas. Galápagos. *Boletín Técnico 9, Laboratorios IASA I*. 2010; 6: 25-43.

Meiri S., Bauer A., Chirio L., Colli G., Das I., Doan T., *et al.* Are lizards feeling the heat? A tale of ecology and evolution under two temperatures. *Global Ecology and Biogeography*. 2013; 22(7): 834-845.

Murillo E., Pacheco L. Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank'o (*Liolaemus signifer*; Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción

comercial en el Altiplano de Bolivia. *Tropical Conservation Science*. 2009; 2(1): 106-115.

Ortega-Rubio A., Barbault R., Halffter G. Population dynamics of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) at Durango, Mexico. *The Southwestern Naturalist*. 1999; 44(1): 64-72.

Otis D., Burnham G., White, Anderson D. Statistical inference from capture data on closed populations. *Wildlife Monographs*. 1978; 62:1-135.

Pérez J. Ecología e conservação do geconídeo das huacas *Phyllodactylus sentosus* (Reptilia: Gekkonidae), na cidade de Lima [Tesis Doctoral]. Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2009.

Pérez J., Balta K. *Phyllodactylus sentosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T48442971A48442982. 2016 [actualizado el 30 de jun 2016; citado el 2 de oct 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T48442971A48442982>

Pérez J., Ramírez C., Balta K. A new record of *Phyllodactylus sentosus* (Dixon & Huey, 1970) (Squamata: Phyllodactylidae) for the coastal desert of Peru. *Cuadernos de herpetología*. 2013; 27: 171-171.

Petersen C. G. The yearly immigration of young plaice into the limfjord from the german Sea. *Report of the Danish Biological Station (1895)*. 1896; 6: 5-84.

Phillips J., Garel A., Packard G., Packard M. Influence of moisture and temperature on eggs and embryos of green iguanas (*Iguana iguana*). *Herpetologica*. 1990; 46(2): 238-245.

Pianka E. The Structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1973; 4(1): 53-74.

Reed D., O'Grady J., Brook B., Ballou J., Frankham R. Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation*. 2003; 113(1): 23-34.

Reglamento de ley forestal y de fauna silvestre. Decreto Supremo N° 014-2001-AG. Diario Oficial El Peruano (2001).

Rexstad E., Burnham K. Users guide for interactive program CAPTURE. Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit. Colorado State University, Fort Collins, Colorado; 1991. p. 29.

Rose B. Factors affecting activity in *Sceloporus virgatus*. *Ecology*. 1981; 62(3): 706-716.

Salvidio S., Delaugerre M. Population dynamics of the European leaf-toed gecko (*Euleptes europaea*) in NW Italy: Implications for conservation. *Herpetological Journal*. 2003; 13(2): 81-88.

Sánchez O., Zamorano P., Peters E., Moya H., Sánchez O. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. 1a ed. México; 2009.

Sarre S. Size and structure of populations of *Oedura reticulata* (Reptilia: Gekkonidae) in woodland remnants: Implications for the future regional distribution of a currently common species. *Austral Ecology*. 1995; 20(2): 288-298.

Schnabel Z. The estimation of total fish population of a lake. *The American Mathematical Monthly*. 1938; 45(6):348.

Schumacher F., Eschmeyer, R. The estimation of fish populations in lakes and ponds. *Journal of the Tennessee academy of science*. 1943; 18: 228-249.

Seber G. A note on the multiple-recapture census. *Biometrika*. 1965; 52(1-2): 249-260

Semenov D., Borkin L. On the Ecology of Przewalsky's Gecko (*Teratoscincus przewalskii*) in the Transaltai Gobi, Mongolia. *Asiatic Herpetological Research*. 1992; 4: 99-112.

Shaffer M. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience*. 1981; 31(2): 131-134.

Smith J., Price G. The logic of animal conflict. *Nature*. 1973; 246(5427): 15-18.

Stevenson R. The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling body temperature in terrestrial ectotherms. *The American Naturalist*. 1985; 126(3): 362-386.

Strokes D., Meek R. Diurnal body temperatures in semi-captive tokay geckos (*Gekko gekko*); evidence for thermoregulation? *Herpetological Bulletin*. 2003; 85(85): 24-28.

Sturges H. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*. 1926; 21(153): 65-66.

Thomas C. what do real population dynamics tell us about minimum viable population sizes? *Conservation Biology*. 1990; 4(3): 324-327.

Tinkle D. Comparative data on the population ecology of the desert spiny lizard, *Sceloporus magister*. *Herpetologica*. 1976; 32(1): 1-6.

UICN. Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN; 2001. p. 34.

Werner Y., Carrillo de Espinoza N., Huey R., Rothenstein D., Salas A., Videla F. Observations on body temperatures of some neotropical desert geckos (Reptilia: Sauria: Gekkonidae). *Cuadernos de Herpetología*. 1996; 10(1-2): 62-67.

White G., Anderson D., Burnham K., Otis D. Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory LA-8787- NERP, Los Alamos, New Mexico; 1982. p. 13.

Woodbury A., Ricker W., Cottam C., Taber R., Pendleton R. Symposium: Uses of Marking Animals in Ecological Studies. *Ecology*. 1956; 37(4): 665-689.