



Huitzil

ISSN: 1870-7459

Sociedad para el Estudio y Conservación de las
Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Variación fenotípica infraespecífica de la codorniz de California (*Callipepla californica*, Aves: Odontophoridae) de la península de Baja California, México

Cabrera-Huerta, María; Ruiz-Campos, Gorgonio; Cueva, Horacio de la; Unit, Philip; García-De León, Francisco J.

Variación fenotípica infraespecífica de la codorniz de California (*Callipepla californica*, Aves: Odontophoridae) de la península de Baja California, México

Huitzil, vol. 19, núm. 2, 2018

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75660968004>

DOI: 10.28947/hrmo.2018.19.2.343

Artículos originales

Variación fenotípica infraespecífica de la codorniz de California (*Callipepla californica*, Aves: Odontophoridae) de la península de Baja California, México

Infraspecific phenotypic variation of the California Quail (*Callipepla californica*, Aves: Odontophoridae) from Baja California peninsula, Mexico

María Cabrera-Huerta¹ maria.cabrera@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California, Mexico

Gorgonio Ruiz-Campos^{2*}

Universidad Autónoma de Baja California, Mexico

Horacio de la Cueva³ cuevas@cicese.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada,
México

Huitzil, vol. 19, núm. 2, 2018

Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Recepción: 08 Enero 2018

Aprobación: 23 Abril 2018

DOI: 10.28947/hrmo.2018.19.2.343

Philip Unitt⁴ punitt@sdnhm.org

San Diego Natural History Museum, EUA

Francisco J. García-De León⁵ fgarcia@cibnor.mx

Centro de Investigaciones del Noroeste, México

CC BY-NC

Resumen: Para determinar caracteres diagnósticos de utilidad en la identificación taxonómica infraespecífica de la codorniz de California (*Callipepla californica*) de la península de Baja California, comparamos fenotípicamente cuatro subespecies nominales mediante el análisis estadístico multivariado de 18 caracteres: nueve morfométricos y nueve colorimétricos. Examinamos 338 especímenes de museos provenientes de 114 sitios, comparándolos por subespecie y localidad tipo. El análisis de componentes principales (ACP) no pudo determinar grupos congruentes con las subespecies taxonómicas a pesar de que los caracteres asociados con las medidas del pico y de coloración en ambos sexos tuvieron un poder de discriminación significativo. El análisis de función discriminante (AFD) presentó diferencias significativas en las categorías de comparación *a priori*, $P < 0.05$, donde fenotípicamente la distinción de las subespecies (*C.c. californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrusteria*) sólo fue posible entre las localidades tipo. Los machos se separan por la longitud del culmen, longitud de la mandíbula, luminosidad del pecho, flanco y parche amarillo, mientras que las hembras por la longitud del pico, longitud del ala y longitud de la mandíbula. Los resultados que obtuvimos no aportan evidencia suficiente para la validación o rechazo de las subespecies nominales, por lo que la presencia de un patrón de mosaico en la variación fenotípica de las poblaciones podría explicar las diferencias morfométricas y colorimétricas observadas.

Palabras clave: Codorniz de California, Galliformes, diferenciación fenotípica, localidad tipo.

Abstract : To determine useful diagnostic characters for infraspecific taxonomic identification of California Quail (*Callipepla californica*) from Baja California peninsula, we compared phenotypically four nominal subspecies by means of multivariate statistical analysis of 18 variables: nine morphometric and nine chromatic.

We examined 338 museum specimens from 114 sites, and compared using two categories: subspecies and type locality. The principal components analysis (PCA) did not show congruent groups with known taxonomic subspecies in spite of that characters associated to the measurements of peak and coloration in both sexes had a significant discriminant power. Discriminant function analysis (AFD) found significant differences in the *a priori* comparison categories, $P < 0.05$. Phenotypically, the distinction of subspecies (*C.c. californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* and *C.c. achrustera*) was only possible in its type localities. The males are separated by the culmen length, jaw length, brightness of the chest and flank, and yellow patch, while the females by the beak length, wing length, and jaw length. In summa, the results obtained are not sufficient evidence for the validation or rejection of the nominal subspecies, so the presence of a mosaic pattern in the phenotypic variation of the populations could explain the observed morphometric and colorimetric differences.

Keywords: California quail, Galliformes, phenotypic differentiation, type locality.

Introducción

La familia Odontophoridae es un grupo de aves terrestres exclusivas del continente americano, también llamadas codornices del nuevo mundo. Cuenta con nueve géneros y 32 especies (Mesta *et al.* 2011). La mayoría de las especies de codornices del nuevo mundo ocurren en México, Centro América y la mitad norte de América del Sur. Su nombre se debe al enorme parecido con las codornices europeas (codornices del viejo mundo). Sin embargo, no están estrechamente relacionadas y se clasifican en diferentes familias (Mobley 2009). En México se distribuyen 15 especies de codornices clasificadas en ocho géneros (Hernández *et al.* 2014), lo que representa el 47% de la totalidad las especies y el 89% de los géneros. Además, México es considerado como el centro de la historia evolutiva y origen geográfico de estas especies, por lo que se identifica como un país de importancia para la conservación y diversidad de este grupo (Hernández *et al.* 2014).

Se desconocen muchos aspectos de la ecología básica e historia natural de la codornices mexicanas, y se carece de información actual sobre su estatus poblacional. Son escasos los estudios que abordan el estatus de conservación de las codornices mexicanas (*e.g.* Carroll y Eitniear 2000, Eitniear y Aragon 2004), a pesar de que seis de las 15 especies de codornices presentes en nuestro país se encuentra bajo estado de protección por la NOM-059-SEMARNAT (2010). La información disponible proviene de estudios realizados sobre especies que se distribuyen en América del Norte (Hernández *et al.* 2014). El problema se extiende a especies de importancia cinegética como la codorniz norteña (*Colinus virginianus*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), codorniz de California (*Callipepla californica*) y codorniz de Gambel (*Callipepla gambelii*) (Hernández *et al.* 2014).

En México se permite la caza de nueve especies de codornices en 29 estados de la República. La cacería y el ecoturismo son actividades económicas emergentes para el país, principalmente en los estados del norte, donde miles de codornices son cazadas anualmente. Sin embargo, no existe una regulación apropiada de esta actividad en el país que garantice un aprovechamiento adecuado. Los desafíos que enfrenta la



conservación y el manejo de las codornices son: las limitaciones propias del modelo de UMA (unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre), la caza ilícita, la pérdida de hábitat y la incongruencia entre las legislación de cosecha y la conservación (Contreras-Gil *et al.* 2007, Hernández *et al.* 2014).

Por otra parte, existe una limitante escasamente abordada y que se refiere al uso reciente del nivel taxonómico de subespecie como unidad en la conservación y gestión de especies (Eo *et al.* 2010). El problema radica en que muchas subespecies de aves reflejan únicamente la variación geográfica de caracteres fenotípicos. En estos casos, la nomenclatura subespecífica representa de forma subjetiva un patrón de división clinal (Zink *et al.* 2016). Por ejemplo, se han reconocido 22 subespecies nominales de la codorniz norteña (*Colinus virginianus*), identificadas por la variación geográfica del plumaje masculino. Sin embargo, el análisis genético de cuatro de las subespecies encontró poca estructura genética que no fue compatible con los límites de las subespecies como unidades significativas para su manejo y conservación. Los resultados sugieren que tres (c.v. *virginianus*, c.v. *marilandicus* y c.v. *mexicanus*) de las cuatro subespecies podrían fusionarse como una sola unidad de manejo separadas de la subespecie c.v. *floridanus* (Eo *et al.* 2010).

La codorniz de California (*C. californica*) con distribución en la costa occidental de Norteamérica desde Columbia Británica, Canadá, a la península de Baja California, México (Calkins *et al.* 2014), es una de estas especies norteñas que destacan por su aprovechamiento cinegético, especialmente en la porción noroeste mediterránea (Koford 1987). Esta codorniz es gregaria, de tamaño mediano (machos: 260-270 mm, hembras: 241-266 mm) y con dimorfismo sexual marcado; el macho es ligeramente más grande que la hembra. Siete subespecies nominales de *C. californica* han sido descritas, cuatro de ellas se encuentran en la península de Baja California: *C.c. californica* [= *vallicola*], *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrustera*, definidas a través de un gradiente latitudinal y climático (Grinnell 1928, Van Rossem 1946, Wilbur 1987, Calkins *et al.* 2014). La codorniz de California presenta variaciones morfológicas y cromáticas a lo largo de su distribución geográfica, con una aparente asociación de la coloración con las condiciones climáticas prevalecientes, siendo el color más claro en climas tropicales que en el clima mediterráneo (Ridgway y Friedmann 1946, Van Rossem 1946).

La diferenciación fenotípica entre las subespecies de la codorniz de California ha sido fundamentada en el tamaño corporal, coloración del dorso, pecho y alas, así como tamaño y tonalidad del parche ventral (Van Rossem 1939, 1946; Ridgway y Friedmann 1946). Sin embargo, más allá de los estudios realizados para la descripción de las subespecies peninsulares que fueron basados en un limitado número de caracteres, no existen estudios que hayan evaluado y comparado cuantitativamente la variación fenotípica de las subespecies de *C. californica* de la península de Baja California.

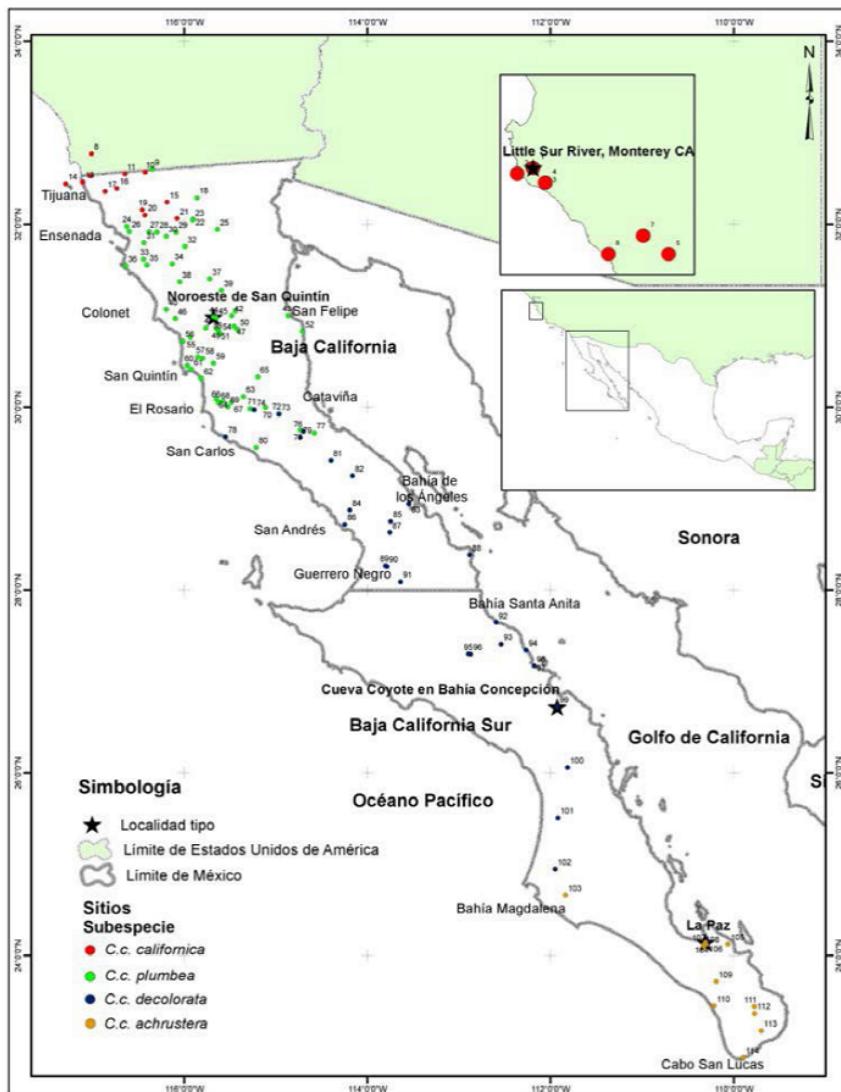
La diferenciación y estructura poblacional genética de la codorniz de California fue analizada utilizando aloenzimas (Zink *et al.* 1987). Los

resultados indicaron una leve variación genética entre las poblaciones de California y Baja California con excepción de la población continental de Tule Lake, que fue genéticamente más similar a las poblaciones peninsulares de Baja California que otras poblaciones vecinas geográficamente. Adicionalmente, se estimó que su dispersión desde el sureste de California hacia la península de Baja California fue aproximadamente entre 3 y 5 millones de años (Zink *et al.* 1987). Más recientemente y utilizando secuencias de ADN nuclear y mitocondrial, Vázquez-Miranda (2014) calculó que la divergencia desde el continente de la comunidad de aves en la península de Baja California se dio en tres eventos. El segundo evento ocurrió en el Pleistoceno temprano hace aproximadamente 0.92 millones de años, momento en el cual especies como *C. californica* divergieron del continente.

En virtud de lo anterior, comparamos estadísticamente 18 caracteres morfométricos y de coloración entre las subespecies nominales de *Callipepla californica* de la península de Baja California, con el propósito de evaluar su valor diagnóstico para la discriminación taxonómica infraespecífica.

Métodos

Para el análisis comparativo de las características morfométricas y cromáticas de las subespecies nominales de *C. californica* obtuvimos datos de 338 especímenes de museo, de los cuales 325 proceden de 107 localidades de la península de Baja California y otros 13 individuos proceden de siete localidades de California, EUA. (Figura 1 y Anexo 1). Los especímenes examinados fueron de las siguientes colecciones ornitológicas: Universidad Autónoma de Baja California (UABC, n = 54), Museo de Historia Natural de San Diego (SDNHM, n = 103), Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California Berkeley (MVZ, n = 131) y Academia de Ciencias de San Francisco (CAS, n = 50).

**Figura 1**

Sitios de muestreo de las subespecies *Callipepla californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrustera* en la península de Baja California, México y de la localidad tipo de la subespecie *C.c. californica* en Monterey California, Estados Unidos de América. Los números corresponden a los sitios detallados en el Anexo 1.

Los especímenes que analizamos fueron seleccionados con base en los siguientes criterios: buena condición general del espécimen y calidad del plumaje, organismos con plumaje completo de adulto, identificado taxonómicamente a nivel de subespecie en la colección con excepción de los organismos de la colección de aves de la UABC, los cuales identificamos a nivel de subespecie con base en los criterios descritos en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Descripción de los criterios utilizados para la clasificación taxonómica de los especímenes en subespecies y delimitación de las localidades tipo. Las medidas somáticas expresadas en milímetros.

SUBESPECIE	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA USADOS	REFERENCIAS
Codorniz del valle de California		
<i>C. c. californica</i> (Shaw y Nodder 1798)	<p>Distribución: Residentes en el interior semiárido de California. En la península de Baja California se han reportado en Tijuana, Tecate, sur del valle de las Palmas y en las Islas Coronado.</p> <p>General: Color marrón grisáceo más oscuro que las subespecies de zonas áridas pero más claro que <i>C. c. brunneiceps</i>.</p> <p>Macho Adulto: Dorso en promedio más café que gris en plumaje fresco Figura 2A y pecho de color gris neutro más oscuro que <i>C. c. achrustera</i> Figura 3A pero más pálido que la subespecie <i>C. c. brunneiceps</i>. Medidas promedio (mm): Ala 110.6; Cola 89.2; Culmen 15.1; Tarsos 32.9 y Dedo medio 27.4.</p> <p>Hembra Adulto: Dorso como los machos Figura 4A y pecho café ante grisáceo en plumaje fresco Figura 5A. Medidas promedio (mm): Ala 107.8; Cola 83.8; Culmen 14.8; Tarsos 30.4 y Dedo medio 26.</p> <p>Localidad Tipo: Monterey, California, Estados Unidos de América.</p> <p>Coordinadas propuestas: 36°20'24"N, 121°48'09"O, altitud 261 msnm del sitio Little Sur River, Monterey, CA. Figura 1.</p>	Grimmell 1931 Ridgway y Friedmann 1946
Codorniz del valle de San Quintín		
<i>C. c. plumbea</i> (Grimmell 1926)	<p>Distribución: Residentes en chaparral abierto desde suroeste del condado de San Diego al noroeste de Baja California, alrededor de la latitud 30°N.</p> <p>General: Tono de coloración menos pardo, gris plomo en dorso, pecho y flancos, pero más oliváceo en las alas.</p> <p>Macho Adulto: Dorso más gris en plumaje fresco con poca o nula fusión marrón Figura 2B y pecho de color gris neutro Figura 3B más oscuro que <i>C. c. orocita</i>. Medidas promedio (mm): Ala 107.3; Cola 83; Culmen 14.5; Tarsos 30.9 y Dedo medio 25.8.</p> <p>Hembra Adulto: Dorso evidentemente gris menos marrón Figura 4B, pecho de color gris ratón Figura 5B opuesto al color grisáceo en <i>C. c. achrustera</i> Figura 5D. Medidas promedio (mm): Ala 105.3; Cola 82.2; Culmen 14.5; Tarsos 29.8 y Dedo medio 25.</p> <p>Localidad Tipo: San Quintin Baja California, México (Holotipo # 46206 MVZ, espécimen no disponible).</p> <p>Coordinadas propuestas: 30°59'N, 115°41'W, altitud 762 msnm, del sitio San José alrededor 45 millas Noreste de San Quintin, cerca de 31° latitud N, BC, México. Figura 1.</p>	Grimmell, 1926 Ridgway y Friedmann, 1946
Codorniz del centro de la península		
<i>C. c. decolorata</i> (Van Rossem 1946)	<p>Distribución: Residentes en Baja California desde la latitud 25°N hasta 30°N.</p> <p>General: Gris más uniforme caracterizado por una casi ausencia de tonos oliváceos en el dorso y tonos marrones en los costados y flancos.</p> <p>Machos: Dorso gris casi ausentes tonos oliva y marrón en los costados Figura 2C y parche ventral amarillo más pálido Figura 3C. Medidas promedio (mm): Ala 107.16; Cola 91.88; Culmen 13.26; Tarsos 32.59 y Dedo medio 26.05 (datos propios).</p> <p>Hembras: Tono pálido similar a las subespecies <i>C. c. achrustera</i> y <i>C. c. canfieldae</i> pero difiere por la ausencia de tonos pardos y oliváceos Figuras 4C y 5C.</p> <p>Localidad Tipo: Bahía Concepción, Baja California Sur, México.</p> <p>Coordinadas propuestas: 26°43'13"N, 111°55'44"O, altitud 267 msnm del sitio Isla en Cueva Coyote, Bahía Concepción, BCS, México. Figura 1.</p> <p>Medidas promedio (mm): Ala 103.40 Cola 89.43; Culmen 12.97; Tarsos 31.79 y Dedo medio 25.44 (datos propios).</p>	Van Rossem 1946
Codorniz de San Lucas		
<i>C. c. achrustera</i> (Peters 1923)	<p>Distribución: Residentes en la parte sur de península de Baja California, desde Cabo San Lucas a la latitud 25°N.</p> <p>General: Similar a la <i>C. c. canfieldae</i> pero menos pálida.</p> <p>Machos: Dorso oscuro en promedio más gris que café en plumaje fresco Figura 2D (lo opuesto para <i>C. c. californica</i>). Pecho gris neutro profundo más oscuro que <i>C. c. plumbea</i>. Figura 3D. Medidas promedio (mm): Ala 110; Cola 91; Culmen 15.4; Tarsos 31.2 y Dedo medio 25.8</p> <p>Hembras: Dorso más grisáceo que pardusco Figura 4D y pecho grisáceo a gris claro Figura 5D. Medidas promedio (mm): Ala 106; Cola 84.9; Culmen 15; Tarsos 30.2 y Dedo medio 24.8</p> <p>Localidad Tipo: La Paz, Baja California Sur, México.</p> <p>Coordinadas propuestas: 24°08'32"N, 110°18'39"O, altitud 32.57 msnm del sitio La Paz, BCS, México. Figura 1.</p>	Ridgway y Friedmann 1946

Referenciamos los datos históricos de las etiquetas a través de las bases de datos GBIF (2016), Arctos (2016), VertNet (2016) y Ruiz-Campos *et al.* (2004), lo cual permitió verificar la ubicación de los sitios de colecta y actualizar la nomenclatura de identificación taxonómica en los casos necesarios. En el análisis comparativo de especímenes entre subespecies, se incluyeron todos los individuos identificados a nivel de subespecie en las colecciones ornitológicas, además de los identificados taxonómicamente en este estudio. Los criterios utilizados se detallan en el apartado identificación taxonómica.



En el análisis comparativo de especímenes entre localidades tipo de las subespecies peninsulares, incluimos especímenes de referencia de la subespecie norteña *C.c. californica*. Las localidades tipo son aquellos sitios de donde proceden los especímenes utilizados para la descripción original de la subespecie en cuestión de acuerdo con Grinnell (1926, 1931), Ridgway y Friedmann (1946) y Van Rossem (1946).

Identificación taxonómica infraespecífica

Cada individuo que examinamos fue asignado a la subespecie correspondiente basado en la información contenida en su etiqueta y corroborado con la distribución de la subespecie en cuestión. Confirmamos la identificación de cada individuo a nivel subespecífico con base en la distribución geográfica conocida previamente y el patrón de color del plumaje según el sexo (Cuadro 1 y Figuras 2, 3, 4 y 5), utilizando los criterios de Grinnell (1926, 1931), Ridgway y Friedmann (1946) y Van Rossem (1946). Así mismo, identificamos aquellos individuos de los sitios reconocidos como localidades tipo de las diferentes subespecies peninsulares (Figura 1 y Cuadro 1).

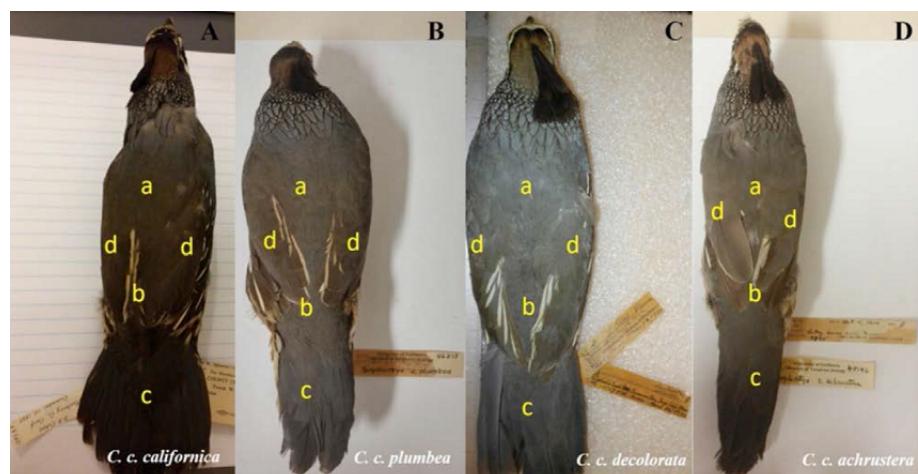


Figura 2

Vista dorsal de especímenes machos de las subespecies de *Callipepla californica* presentes en la península de Baja California. Los incisos corresponden: a) espalda alta, b) espalda baja, c) cola y d) ala derecha e izquierda. 2A Espécimen CAS # 58760 colectado por D.A. Cohen el 14 de diciembre 1925; 2B Espécimen MVZ # 46213 colectado por Chester C. Lamb el 23 de octubre de 1925; 2C Espécimen SDNHM # 15251 colectado por J. Elton Green el 26 de marzo de 1930; 2D Espécimen MVZ # 45146 colectado por Chester C. Lamb el 15 de octubre de 1924.

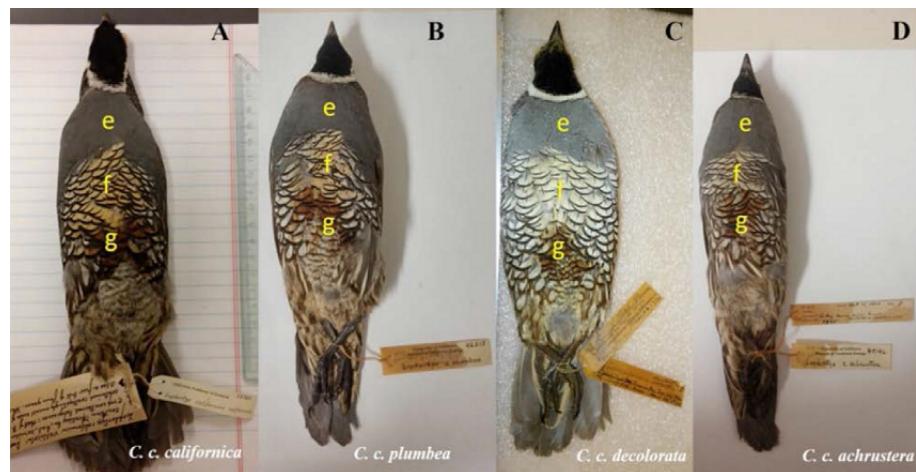


Figura 3

Vista ventral de especímenes machos de las subespecies de *Callipepla californica* presentes en la península de Baja California. Los incisos corresponden: e) pecho, f) parche amarillo y g) parche café. 3A Espécimen CAS # 58760 colectado por D.A. Cohen el 14 de diciembre 1925; 3B Espécimen MVZ # 46213 colectado por Chester C. Lamb el 23 de octubre de 1925; 3C Espécimen SDNHM # 15251 colectado por J. Elton Green el 26 de marzo de 1930; 3D Espécimen MVZ # 45146 colectado por Chester C. Lamb el 15 de octubre de 1924.

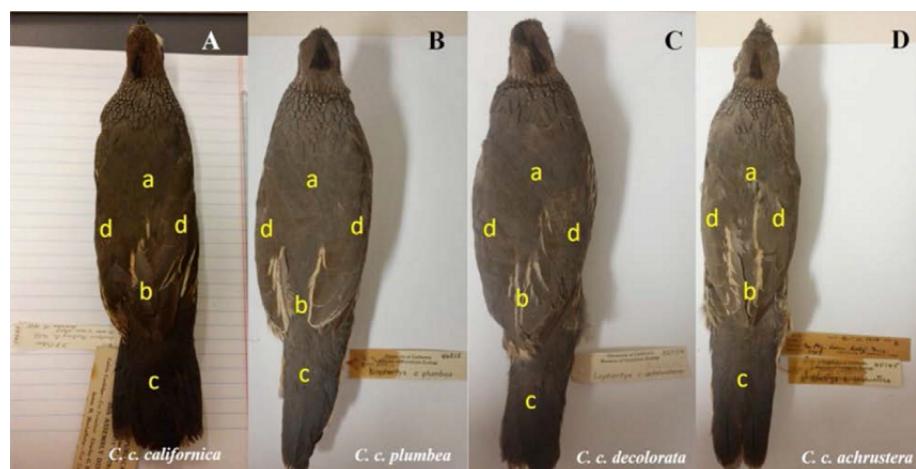


Figura 4

Vista dorsal de especímenes hembras de las subespecies de *Callipepla californica* presentes en la península de Baja California. Los incisos corresponden: a) espalda alta, b) espalda baja, c) cola y d) alas derecha e izquierda. 4A Espécimen CAS # 58761 colectado por D.A. Cohen el 14 de diciembre 1925; 4B Espécimen MVZ # 46212 colectado por Chester C. Lamb el 19 de octubre de 1925; 4C Espécimen MVZ # 50754 Colectado por Chester C. Lamb el 9 de mayo de 1927; 4D Espécimen MVZ # 45145 colectado por Chester C. Lamb el 11 de octubre de 1924.

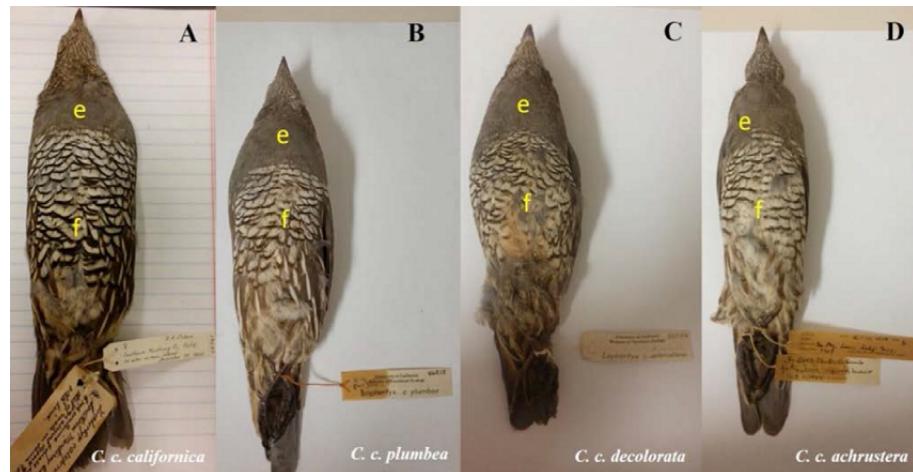


Figura 5

Vista ventral de especímenes hembras de las subespecies de *Callipepla californica* presentes en la península de Baja California. Los incisos corresponden: e) pecho y f) abdomen.
 5A Espécimen CAS # 58761 colectado por D.A. Cohen el 14 de diciembre 1925; 5B Espécimen MVZ # 46212 colectado por Chester C. Lamb el 19 de octubre de 1925;
 5C Espécimen MVZ # 50754 Colectado por Chester C. Lamb el 9 de mayo de 1927;
 5D Espécimen MVZ # 45145 colectado por Chester C. Lamb el 11 de octubre de 1924.

Medidas corporales y de color

Seleccionamos las variables con base en los caracteres morfométricos propuestos por Pyle *et al.* (1997) y caracteres colorimétricos referidos en Grinnell (1926), Ridgway y Friedmann (1946) y Van Rossem (1946). Con el uso de un vernier digital (precisión 0.01 mm) tomamos nueve medidas morfológicas (mm) basadas en Pyle *et al.* (1997) (Cuadro 2, Figuras 6A y 6B).

Cuadro 2

Caracteres morfométricos y colorimétricos cuantificados para las poblaciones de *Callipepla californica* en la península de Baja California, México y California, EUA. (Véase Figura 6 para puntos de referencia).

Código	Carácter morfométrico	Código	Carácter Cromático
WCL	Longitud de la cuerda del ala derecha	Br	Luminosidad del pecho
TiL	Longitud de la cola	TP ^M	Luminosidad del parche amarillo
TrL	Longitud del tarso derecho	BP ^M	Luminosidad del parche café
MTo	Longitud dedo medio derecho	UBa	Luminosidad de la espalda alta
ML	Longitud de la mandíbula	LBa	Luminosidad de la espalda baja
BeLN	Longitud del pico desde la nostrila a la punta	TB	Luminosidad de la cola
BeW	Ancho del pico	RF	Luminosidad del flanco derecho
BeD	Alto de pico	LF	Luminosidad del flanco izquierdo
ECL	Longitud del culmen expuesto	AB ^F	Luminosidad del abdomen

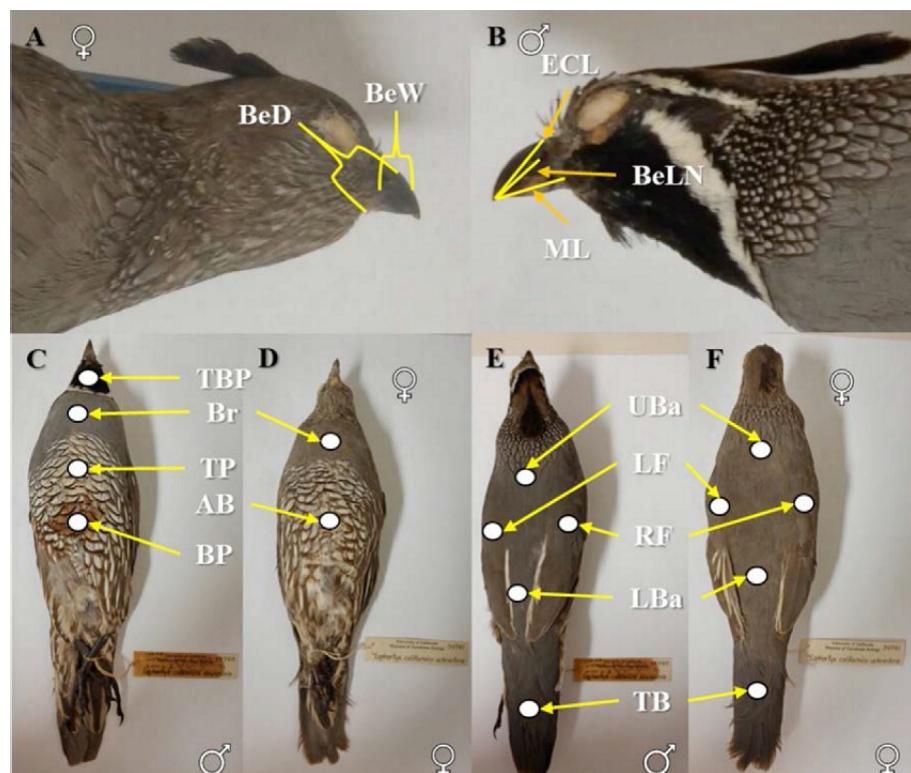


Figura 6

Puntos de referencia de las medidas morfométricas y colorimétricas de los especímenes de *Callipepla californica* analizados. A y B corresponden a las medidas del pico analizadas. C, D, E y F corresponden a las medidas de color analizadas. A, D y F corresponden a hembras mientras que B, C y E corresponden a machos de *Callipepla californica*.

Realizamos la medición del color de los especímenes cuantitativamente utilizando un colorímetro Minolta (Japón) Modelo CR-300, el cual mide el espectro reflectante de la superficie del plumaje en un diámetro de 8 mm. Tomamos nueve medidas de color para machos y siete medidas de color para hembras (Cuadro 2 y Figuras 6C, 6D, 6E, 6F) con base en los caracteres específicos utilizados para la identificación taxonómica de las subespecies de Grinnell (1926), Ridgway y Friedmann (1946) y Van Rossem (1946) y que se detallan en el Cuadro 1 y Figuras 2, 3, 4 y 5. El análisis colorimétrico lo llevamos a cabo usando la configuración del método CIELAB 1976 (Minolta 1991), el cual expresa el color y luminosidad de un objeto a través de un atributo numérico objetivo. Este atributo se calcula como $CIE = L^*a^*b^*$, donde: L^* = luminosidad; a^* = coordenadas rojo/verde (valores positivos +a indica rojo y valores negativos -a indica verde); b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo y -b indica azul) (Minolta 1991). Al usar el espacio de color $L^*a^*b^*$, sólo es posible comparar el atributo de luminosidad, L. Para este análisis únicamente incluimos los especímenes de las colecciones ornitológicas de SDNHM, MVZ y CAS.

El uso de especímenes de colección es apropiado para el análisis de color. Esto incluye a ejemplares de distintas décadas, ya que estudios independientes sobre el desvanecimiento de color en especímenes de museo determinaron que, aun existiendo decoloración entre ejemplares,

esto no fue causa suficiente para una mala interpretación. La decoloración en especímenes antiguos (con más de 150 años) no afectó la tonalidad, sólo la luminosidad (McNaught *et al.* 2002). Por lo que, con base en esta información, trabajamos bajo el supuesto de que no existió decoloración del plumaje por deterioro de los especímenes, ya que los ejemplares pueden conservarse por muchas décadas (Rojas-Soto *et al.* 2002). El intervalo de años entre los ejemplares analizados colorimétricamente para el presente estudio fue de 71 años (1893-1964). Los especímenes más antiguos correspondieron a dos ejemplares, 1 hembra y 1 macho, de la colección de aves de la Academia de Ciencias de San Francisco (CAS 73800 y CAS 73801, respectivamente); que se colectaron el 6 de julio de 1893, en rancho San Antonio, Sierra de San Pedro Mártir. El espécimen más reciente analizado en nuestro estudio fue una hembra de la colección de aves del Museo de Historia Natural de San Diego, colectado el 31 de diciembre de 1964, en rancho Escondido, Baja California (SDNHM 35277).

Análisis estadístico

Análisis de componentes principales

Realizamos un análisis de componentes principales (ACP) para identificar las variables fenotípicas más importantes en la formación de grupos y para determinar el patrón de variación de caracteres fenotípicos (morfométricos y coloración) entre las subespecies. Este método estadístico permite determinar la contribución de un conjunto de variables intercorrelacionadas (componentes principales) sobre un problema sin la pérdida de información (Aldás y Uriel 2017).

La variable subespecie se utilizó como una variable suplementaria en el análisis con la finalidad de corroborar que los especímenes identificados como *C.c. californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrustera*, correspondieran a grupos en el espacio multivariado y de esta manera determinar unidades de comparación.

Análisis comparativo de especímenes a través del Análisis Función Discriminante

Utilizamos un análisis estadístico de función discriminante (AFD) de paso por paso hacia adelante para evaluar la variación de caracteres fenotípicos (morfométricos y coloración) de los especímenes clasificados *a priori* a nivel de subespecies y de localidades tipo, para determinar la combinación de variables que discriminan mejor entre las subespecies y entre las localidades tipo. Utilizamos el programa Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., EUA), considerando como variables de agrupamiento a las subespecies y localidades tipo, respectivamente. Las variables independientes seleccionadas fueron nueve morfométricas y nueve de coloración. Todas las medidas anatómicas y de color fueron tomadas



por triplicado para cada ejemplar, cuyos valores promedio y desviación estándar se presentan en el Anexo 2.

Además, para la delimitación de los sitios considerados en la categoría de localidades tipo, efectuamos análisis de función discriminante entre las subespecies, identificando de modo radial aquellos sitios que permitieron una discriminación adecuada.

En el AFD se mide el poder de discriminación entre grupos usando la Lambda de Wilks, cuyos valores oscilan entre 0.0 (discriminación completa) y 1.0 (ausencia de discriminación). En este mismo análisis se determinan los coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) que indican el poder de discriminación de cada variable en el análisis global. Adicionalmente, construimos dendrogramas de agrupamiento basado en la matriz de distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) de las variables morfométricas y cromáticas entre los grupos (subespecies o localidades tipo) comparados.

Resultados

Determinación de unidades de comparación

En este estudio las unidades de comparación fueron basadas en las categorías de análisis previamente seleccionadas (Subespecie taxonómica y Localidad Tipo de la subespecie), con base en la información disponible de la literatura y en el examen de especímenes de las colecciones ornitológicas consideradas. Los resultados del análisis de componentes principales para determinación de unidades de comparación fueron los siguientes:

Machos: El análisis incluyó 201 individuos que se clasificaron con un 95% de confianza en un grupo subdividido en dos claramente definidos (Figura 7A). Ambos grupos incluyeron especímenes de todas las subespecies taxonómicas (*C.c. californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrusteria*). Por otra parte, los machos de las localidades tipo (29 individuos) formaron un solo grupo heterogéneo y no se observó una subdivisión (Figura 7C). El traslape entre los especímenes machos de las subespecie se puede observar en las Figuras 10A y 10C con sus respectivos límites de confianza (95%).

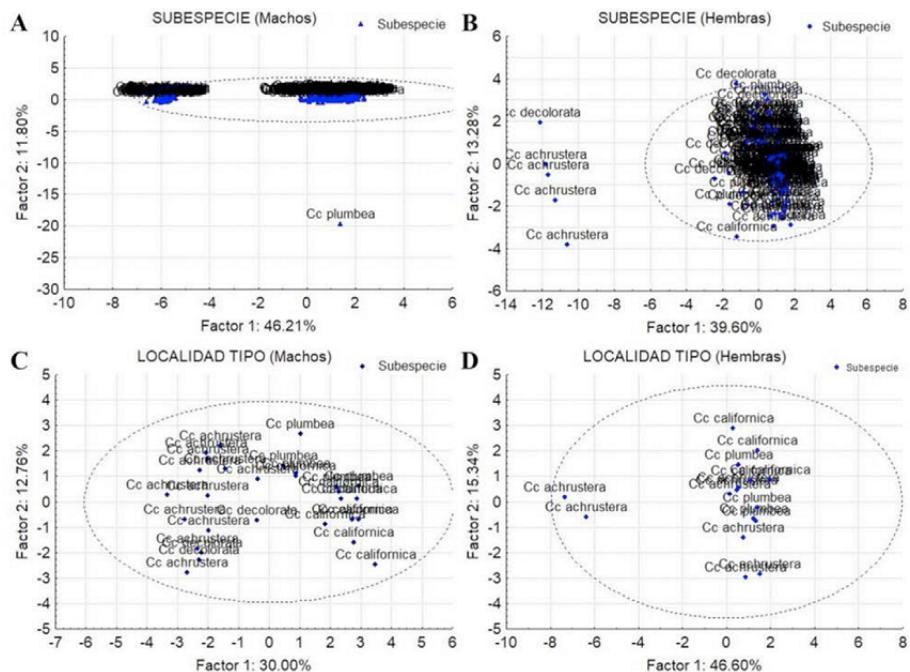


Figura 7

Diagrama de dispersión de componentes principales de las poblaciones de *Callipepla californica* separados por sexo y categoría. A) Machos por subespecie, B) Hembra por subespecie, C) Machos por localidad tipo y D) Hembra por localidad tipo. El factor 1 y 2 indica el porcentaje de variación explicada por el mismo, la elipse indica el límite de confianza a 95%.

Hembras: El análisis incluyó 115 individuos que, al igual que los machos, se clasificaron con un 95% de confianza en un solo grupo heterogéneo que incluyó todas las subespecies. Sin embargo se registraron 5 individuos fuera del grupo (Figura 7B). De igual forma, las hembras de las localidades tipo (16 individuos) se agruparon en un solo conjunto (Figura 7D). El traslape entre los especímenes hembras de las subespecies se puede observar en las Figuras 10B y 10D con sus respectivos límites de confianza de 95%.

Identificación de caracteres fenotípicos a través del análisis de componentes principales

Los resultados de los análisis de componentes principales (ACP) para la identificación de los caracteres fenotípicos más importantes en la formación de grupos para machos y hembras se muestran a continuación:

Machos: Los dos primeros factores explican el 58.1% de la varianza; el factor 1 explicó el 46.21% y el factor 2 el 11.80% (Cuadro 3). El factor 1 está integrado por las ocho variables de coloración (Br, TP, BP, UBa, LBa, TB, RF, LF); mientras que el factor 2 está determinado por el ancho y alto del pico (BeW y BeD) (Cuadro 3, 4 y Figura 8A).

Cuadro 3

Autovalores, varianza total (%), autovalores acumulados y acumulado (%) obtenidos del Análisis de Componentes Principales de las medidas fenotípicas (morfométricas y colorimétricas) de poblaciones de *Callipepla californica* en la península de Baja California y California, EUA: Machos totales (n = 201), hembras totales (n = 121) y por localidad tipo: machos (n = 29) y hembras (n = 16).

SUBESPECIE	Autovalores		Varianza total %	Autovalores Acumulados	Acumulado %	SUBESPECIE	Autovalores		Varianza total %	Autovalores acumulados	Acumulado %
	Sexo	Machos	Machos	Machos	Machos		Sexo	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras
Morfométricos											
WCL		7.855986	46.2168	7.85599	46.2117	WCL		6.336420	39.6026	6.33642	39.6026
TiL		2.005985	11.7991	9.86197	58.0116	TiL		2.124591	13.27869	8.46101	52.8813
TrL		1.509283	8.87813	11.37125	66.8897	TrL		1.290807	8.06754	9.75182	60.9489
MTo		1.161456	6.83210	12.53271	73.7218	MTo		1.100642	6.87902	10.85246	67.8279
ML		1.075653	6.32737	13.60836	80.0492	ML		1.065702	6.66064	11.91816	74.4885
BeLN		1.010500	5.94412	14.618886	85.9933	BeLN		0.774675	4.84172	12.69284	79.3302
ECL		0.814242	4.78966	15.43311	90.7830	ECL		0.742088	4.63805	13.43393	83.9683
BeW		0.595374	3.50220	16.02848	94.2852	BeW		0.699143	4.36964	14.13407	88.3379
BeD		0.365854	2.15208	16.39433	96.4373	BeD		0.564205	3.52628	14.69827	91.8642
Colorimétricos											
Br		0.194570	1.14453	16.58890	97.5818	Br		0.526657	3.29160	15.22493	95.1558
TP		0.170076	1.00045	16.75898	98.5822	AB		0.389194	2.43246	15.61412	97.5883
BP		0.082031	0.48253	16.84101	99.0648	UBa		0.156000	0.97500	15.77012	98.5633
UBa		0.049167	0.28922	16.89018	99.3540	LBa		0.132033	0.82521	15.90216	99.3885
LBa		0.034782	0.20460	16.92496	99.5586	TB		0.082921	0.51263	15.98418	99.9011
TB		0.033646	0.19792	16.92496	99.7565	RF		0.010902	0.06814	15.99508	99.9693
RF		0.028625	0.16838	16.98723	99.9249	LF		0.004920	0.03075	16.00000	100.000
LF		0.012769	0.07511	17.00000	100.000						
LOCALIDAD TIPO											
LOCALIDAD TIPO		Autovalores	Varianza total %	Autovalores acumulados	Acumulado %	LOCALIDAD TIPO		Autovalores	Varianza total %	Autovalores acumulados	Acumulado %
	Sexo	Machos	Machos	Machos	Machos		Sexo	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras
Morfométricos											
WCL		5.100087	30.00051	5.10009	30.0005	WCL		7.456747	46.60467	7.45675	46.6047
TiL		2.168509	12.75593	7.26860	42.7564	TiL		2.453929	15.33706	9.91068	61.9417
TrL		1.826309	10.74299	9.09490	53.4994	TrL		2.058310	12.86444	11.96899	74.8062
MTo		1.429691	8.40995	10.52460	61.9094	MTo		1.251135	7.81960	13.22012	82.6258
ML		1.321641	7.77436	11.84624	69.6837	ML		0.831181	5.19488	14.05130	87.8206
BeLN		1.152334	6.77844	12.99857	76.4622	BeLN		0.687245	4.29528	14.73855	92.1159
ECL		0.917750	5.39853	13.91632	81.8607	ECL		0.541393	3.38271	15.27994	95.4996
BeW		0.695943	4.09378	14.61226	85.9545	BeW		0.302469	1.89043	15.58341	97.3901
BeD		0.635878	3.74046	15.24814	89.6950	BeD		0.185460	1.15913	15.76787	98.5492
Colorimétricos											
Br		0.486231	2.86018	15.73473	92.5551	Br		0.143791	0.89869	15.91166	99.4479
TP		0.380327	2.23722	16.11470	94.7924	AB		0.064812	0.40508	15.97647	99.8530
BP		0.304318	1.79011	16.41902	96.5825	UBa		0.016199	0.10124	15.99267	99.9542
UBa		0.234140	1.37729	16.65316	97.9598	LBa		0.005761	0.03601	15.99843	99.9902
LBa		0.147637	0.86845	16.80080	98.8282	TB		0.001539	0.00962	15.99997	99.9998
TB		0.103185	0.60697	16.90398	99.4352	RF		0.000027	0.00017	16.00000	100.000
RF		0.069007	0.40592	16.97299	99.8411	LF					
LF		0.027012	0.15890	17.00000	100.000						

Cuadro 4

Valor de correlación de cada variable y proporción de varianza explicada por cada factor, obtenidos del Análisis de Componentes Principales de las medidas fenotípicas (morfométricas y colorimétricas) de poblaciones de *Callipepla californica* en la península de Baja California y California, EUA: Machos totales ($n = 201$), hembras totales ($n = 121$) y por localidad tipo: machos ($n = 29$) y hembras ($n = 16$). Los factores 1 y 2 explicaron el mayor porcentaje de varianza observada. Valores significativos en negritas.

Variable	SUBESPECIE	SUBESPECIE	LOCALIDAD TIPO	LOCALIDAD TIPO	Variable	SUBESPECIE	SUBESPECIE	LOCALIDAD TIPO	LOCALIDAD TIPO
MACHOS									
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2		Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Morfométricos					Morfométricos				
WCL	0.000524	-0.084938	0.372089	-0.506686	WCL	0.063481	0.374159	0.405625	0.555610
TiL	-0.040086	-0.150967	-0.540589	0.059724	TiL	-0.098878	0.470399	0.244787	-0.421774
TiL	-0.167163	0.082846	0.031255	-0.585940	TrL	0.018815	-0.0099316	0.161119	0.229396
MT _o	0.088696	0.035539	0.112644	0.040765	MT _o	0.007370	0.401681	0.272070	0.651474
ML	-0.539448	-0.036179	-0.838457	-0.164937	ML	-0.036920	0.291663	-0.366090	-0.270280
BeLN	-0.350676	0.060384	-0.304433	-0.842342	BeLN	-0.412612	0.220226	-0.367768	0.556514
ECL	-0.332216	-0.087418	-0.508479	-0.615534	BeW	-0.288995	0.686769	-0.281057	0.773088
BeW	-0.060087	-0.989023	-0.770236	0.047703	BeD	-0.417685	0.684116	-0.533256	0.513851
BeD	-0.044886	-0.987056	-0.575176	-0.307383	ECL	-0.298702	0.620503	-0.345872	0.380677
Colorimétricos					Colorimétricos				
Br	-0.974976	0.009959	-0.861605	0.225706	Br	-0.968237	-0.101809	-0.984082	-0.110431
TP	-0.974298	0.005546	-0.785982	0.340932	AB	-0.935754	0.003903	-0.945512	-0.090565
BP	-0.970051	0.021536	-0.402700	-0.189443	UBa	-0.974836	-0.103290	-0.984987	-0.088962
UBa	-0.975436	0.014497	-0.415356	0.089143	LBa	-0.807543	-0.194616	-0.812070	0.209945
LBa	-0.911642	0.032148	-0.359355	0.346474	TB	-0.801793	-0.195354	-0.985610	-0.073149
TB	-0.895688	0.025615	-0.068045	-0.001403	RF	-0.899916	-0.168960	-0.979609	-0.092222
RF	-0.977757	0.010671	-0.822665	0.134170	LF	-0.967017	-0.134142	-0.978227	-0.121111
LF	-0.952330	0.014278	-0.414776	-0.042139					
Var. Explicada	7.855986	2.005985	5.100087	2.168509	Var. Explíc.	6.336420	2.124591	7.456747	2.453929
Proporción	0.462117	0.117999	0.300005	0.127559	Prop. Total..	0.396026	0.132787	0.466047	0.153371
Total.									

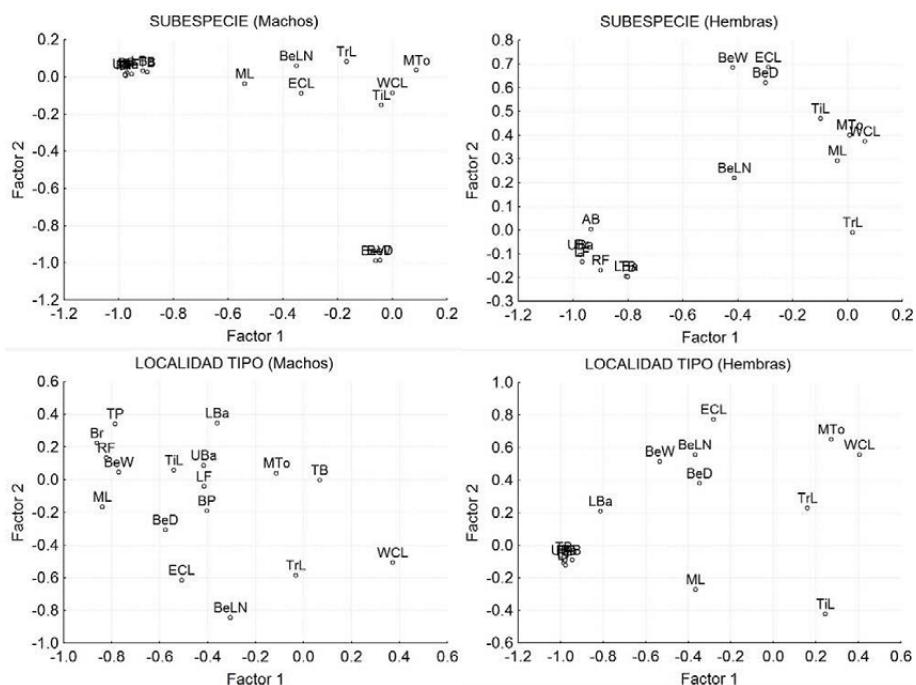


Figura 8

Diagrama de dispersión de las variables significativas de los componentes principales de las poblaciones de *Callipepla californica* separados por sexo y categoría. A) Machos por subespecie, B) Hembras por subespecie, C) Machos por localidad tipo y D) Hembras por localidad tipo.

Hembras: Los dos primeros factores explicaron el 52.88% de la varianza (Cuadro 3). El factor 1 con el 39.60% de la varianza está integrado, al igual que en los machos, por todas las medidas de color (Br, AB, UBa, LBa,

TB, RF, LF); mientras que el Factor 2 no está determinado por ninguna medida en particular (Cuadro 3, 4 y Figura 8B).

Para la categoría de Localidad Tipo, la identificación los caracteres fenotípicos más importantes en la formación de grupos para machos y hembras, se encontró de la siguiente manera:

Machos: Los dos primeros factores explicaron el 42.76% de la varianza; el factor 1 explicó el 30% y el factor 2 el 12.76% (Cuadro 3). El factor 1 se define por la longitud de la mandíbula (ML), el ancho del pico (BeW) y por la luminosidad del pecho (Br), del parche amarillo (TP), y del flanco derecho (RF); mientras que el factor 2 está determinado por la longitud del pico medido desde la nostrila a la punta (BeLN) (Cuadro 3, 4 y Figura 8C).

Hembras: Los dos primeros factores explicaron el 61.94% de la varianza (Cuadro 3). El factor 1 con el 46.60% de la varianza está integrado por todas las medidas de color (Br, AB, UBA, LBa, TB, RF, LF); mientras que el Factor 2 con el 15.34% sólo está determinado por el ancho del pico BeW (Cuadro 3, 4 y Figura 8D).

Análisis comparativo de especímenes a través del AFD

Los resultados de los análisis de función discriminante (AFD) para la comparación de sexos a nivel de subespecies y de localidades tipo son los siguientes:

Comparación de subespecies por sexo

El AFD para machos incluyó 201 especímenes: 23 de a *C.c. achrustera*, 42 de *C.c. decolorata*, 109 de *C.c. plumbea*, y 27 de *C.c. californica*. Las siete variables seleccionadas por el análisis mostraron un valor global de Lambda de Wilks (λ) de 0.56 ($P < 0.0001$) e indica un nivel relativamente bajo de discriminación entre las subespecies. Sin embargo, de manera particular, hubo cinco variables que discriminaron de modo significativo ($P < 0.01$) entre las subespecies, las cuales fueron longitud de la mandíbula (ML, $\lambda = 0.60$), la longitud del pico desde la nostrila a la punta (BeLN, $\lambda = 0.64$), luminosidad del parche amarillo (TP, $\lambda = 0.61$), luminosidad del parche café (BP, $\lambda = 0.58$) y la luminosidad del flanco derecho (RF, $\lambda = 0.58$) (Cuadro 5). Los coeficientes estandarizados de la raíz canónica 1 explicaron el 76.9% de la variación total observada entre las subespecies, mientras que la raíz canónica 2 contribuyó con el 15.1% de la variación total observada (Cuadro 6). La clasificación predictiva de los individuos en los grupos fue de 61.69%, siendo de 8.7% para *C.c. achrustera*, 48% para *C.c. decolorata*, 91% para *C.c. plumbea* y 11% para *C.c. californica*.

Cuadro 5

Valores de Lambda de Wilks, nivel de *P* y tolerancia para las variables morfométricas y colorimétricas seleccionadas para el Análisis de Función Discriminante de poblaciones de *Callipepla californica* por grupos de análisis y por sexo en la península de Baja California y California, EUA: Machos totales (*n* = 201), hembras totales (*n* = 121) y por localidad tipo: machos (*n* = 29) y hembras (*n* = 16). Machos de subespecies: 7 pasos, variables en el modelo: 7, Lambda de Wilks: 0.55807, *F* (27,552) = 4.5245, *P* < 0.0000; Hembras de subespecies: 11 pasos, variables en el modelo: 11, Lambda de Wilks: 0.32130, *F* (33,315) = 4.5014, *P* < 0.0000; machos de localidad tipo: 7 pasos, variables en el modelo: 7, Lambda de Wilks: 0.01798, *F* (21,55) = 8.0117, *P* < 0.0000; hembras de localidad tipo: 3 pasos, variables en el modelo: 3, Lambda de Wilks: 0.12801, *F* (6,22) = 6.5816, *P* < 0.0004. Valores significativos en negritas.

SUBESPECIE		Lambda de Wilks	Lambda parcial	Valor de F	Nivel de <i>P</i>	Tolerancia	Lambda de Wilks	Lambda parcial	Valor de F	Nivel de <i>P</i>	Tolerancia
Sexo	Machos	Machos	Machos	Machos	Machos	Machos	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras
Morfométricos											
WCL	0.573385	0.973286	1.729205	0.162440	0.968804		0.338330	0.949660	1.890634	0.135544	0.835203
TtL							0.356295	0.901778	3.884842	0.011128	0.926265
TtL							0.336751	0.954113	1.715328	0.168217	0.811821
MTo											
ML	0.606469	0.920192	5.463975	0.001269	0.553334						
BeLN	0.643786	0.866852	9.676731	0.000006	0.693650	0.348019	0.923222	2.966135	0.035313	0.804255	
BeW						0.351257	0.914713	3.325544	0.022468	0.610851	
ECL	0.570946	0.977444	1.453799	0.228313	0.723657	0.342983	0.936777	2.407128	0.071247	0.724395	
Colorimétricos											
Br	0.578041	0.965446	2.254798	0.083427	0.047220	0.369811	0.869795	5.386365	0.001718	0.015068	
TP	0.614376	0.908349	6.356613	0.000397	0.041578						
BP	0.583457	0.956485	2.866135	0.037901	0.061568						
UBa						0.363388	0.884177	4.672182	0.004160	0.013847	
LBa						0.342029	0.939391	2.301188	0.081344	0.263772	
TB	0.577590	0.966200	2.203901	0.089042	0.229196	0.337628	0.951637	1.812622	0.149245	0.271846	
RF	0.582719	0.957696	2.782899	0.042224	0.042193						
AB						0.342430	0.938290	2.345755	0.076935	0.152853	
LOCALIDAD TIPO		Lambda de Wilks	Lambda Parcial	Valor de F	Nivel de <i>p</i>	Tolerancia	Lambda de Wilks	Lambda Parcial	Valor de F	Nivel de <i>p</i>	Tolerancia
Sexo	Machos	Machos	Machos	Machos	Machos	Machos	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras	Hembras
Morfométricos											
WCL	0.025883	0.694664	2.78378	0.068931	0.530441	0.382275	0.334862	10.92468	0.002436	0.723925	
MTo											
ML	0.040361	0.445476	7.88366	0.001287	0.758143	0.269878	0.474322	6.09549	0.016535	0.737667	
BeLN						0.225576	0.567477	4.19202	0.044332	0.668581	
ECL	0.029498	0.609518	4.05738	0.021900	0.466975						
Colorimétricos											
Br	0.058677	0.306422	14.33532	0.000040	0.419897						
TP											
BP											
LBa	0.023226	0.774134	1.84785	0.172771	0.682690						
TB	0.028537	0.630060	3.71862	0.029370	0.543687						
RF	0.027497	0.653885	3.35236	0.040712	0.410780						



Cuadro 6

Coeficientes estandarizados para variables canónicas, resultado del análisis de función discriminante para datos morfométricos y colorimétricos de *Callipepla californica*, agrupaciones por sexo y categoría: Subespecie y Localidad tipo en la península de Baja California, México y California, EUA.

Variable	SUBESPECIE	SUBESPECIE	LOCALIDAD TIPO	LOCALIDAD TIPO	Variable	SUBESPECIE	SUBESPECIE	LOCALIDAD TIPO	LOCALIDAD TIPO
MACHOS									
	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 1	Raíz 2		HEMBRAS			
Morfométricos					Morfométricos				
WCL	0.00766	0.04140	-0.33603	0.923409	WCL				
TiL					TiL	0.31803	0.069883		
TrL					TrL	-0.32563	0.143889		
MTo					MTo	0.18152	0.288589		
ML	-0.60177	-0.26165	0.82733	0.400929	ML			0.89800	-0.444968
BeLN	-0.73587	0.24029			BeLN	0.12213	-0.520386	-0.82183	-0.771990
BeW					BeW	0.12192	-0.456243		
BeD					BeD				
ECL	-0.29382	-0.01484	0.84557	0.099794	ECL	-0.25389	-0.381194		
Colorimétricos									
Br	1.11143	0.07388	1.25819	-0.489606	Colorimétricos				
TP	-1.96573	0.12661			Br	4.31388	0.872005		
BP	0.54087	-0.08466			UBa	-4.22742	0.550827		
UBa					LBa	-0.25935	0.591549		
LBa			0.58544	-0.070385	TB	0.28330	-0.658928		
TB	0.00617	0.03738	-0.67297	-0.703541	RF				
RF	1.03293	-0.09612	-0.56670	0.620557	LF				
LF					AB	0.63494	-0.809418		
Valor propio	0.53658	0.10406	19.25259	1.008723	Valor propio	0.83337	0.474144	5.90262	0.131735
Prop. Acum.	0.76997	0.91929	0.93330	0.982202	Prop. Acum.	0.57115	0.896101	0.97817	1.000000

En el diagrama de árbol generado por las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) se distinguen dos subdivisiones, una integrada por las subespecies de la región central (*C.c. decolorata*) y sureña (*C.c. achrustera*) y la otra subdivisión conformada por las subespecies norteñas (*C.c. plumbea* y *C.c. californica*) (Figura 9A). En el diagrama de dispersión de los centroides de los especímenes de las subespecies comparadas (Figura 10A), no se distingue una separación clara entre ellas, existiendo un amplio traslape entre las subespecies *C.c. achrustera* y *C.c. decolorata*, así como entre *C.c. plumbea* y *C.c. californica*.

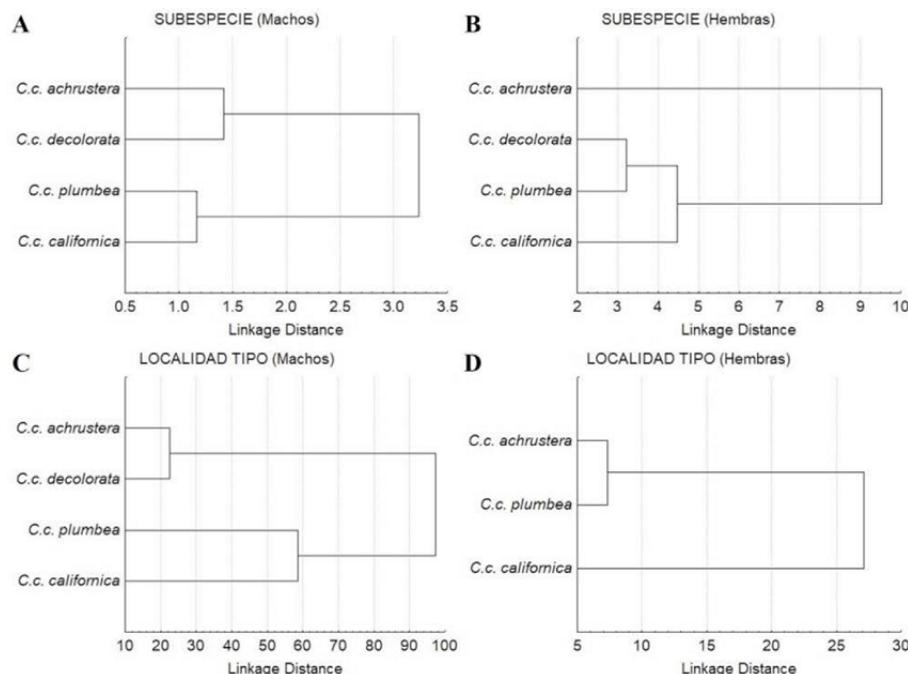


Figura 9

Dendrograma resultante de la Distancia cuadrática de Mahalanobis para las poblaciones de *Callipepla californica* por sexos y categorías. A) Machos por subespecie, B) Hembras por subespecie, C) Machos por localidad tipo y D) Hembras por localidad tipo.

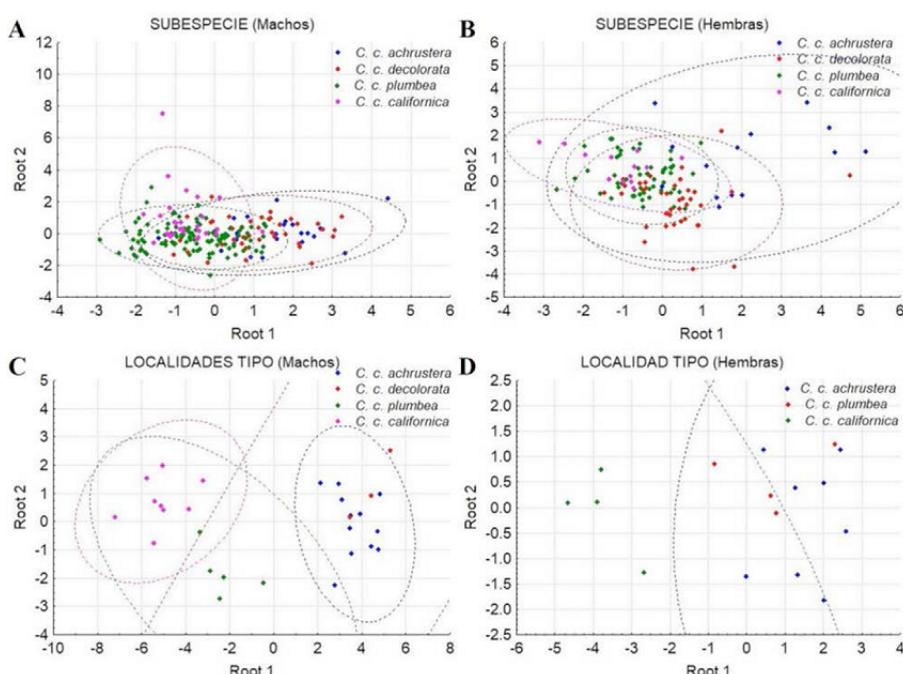


Figura 10

Diagrama de dispersión de centroides de las poblaciones de *Callipepla californica* analizadas por sexo y categoría. A) Machos por subespecie, B) Hembras por subespecie, C) Machos por localidad tipo y D) Hembras por localidad tipo.

En el caso de comparación de hembras entre subespecies, el AFD incluyó 115 individuos: 29 de *C.c. achrustera*, 20 de *C.c. decolorata*, 54 de *C.c. plumbea*, 12 de *C.c. californica* de localidades de California (EUA).

Once variables fueron seleccionadas por el modelo que dio un valor global de Lambda de Wilks (λ) de 0.32 ($P < 0.0001$), el cual indica un mayor poder de discriminación entre las hembras de las distintas subespecies comparadas (Cuadro 5). Las variables independientes que mostraron un mayor valor significativo de discriminación ($P < 0.01$) entre las hembras de las subespecies fueron la luminosidad de la espalda alta (LBa, $\lambda = 0.36$) y del pecho (TP, $\lambda = 0.37$), longitud del tarso (TrL, $\lambda = 0.35$), longitud del dedo medio (MTo, $\lambda = 0.33$), ancho de pico (BeW, $\lambda = 0.35$) y longitud del pico desde la nostrila a la punta (BeLN, $\lambda = 0.35$) (Cuadro 5).

Los coeficientes estandarizados de las variables canónicas 1 y 2 obtenidas del análisis explicaron el 57% y 33% de la variación observada, respectivamente (Cuadro 6). El porcentaje de clasificación correcta general fue 69.4%, siendo de 43% para *C.c. achrustera*, 69% para *C.c. decolorata*, 87% para *C.c. plumbea* y 23% para *C.c. californica*. El dendrograma basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) demuestra la formación de dos subdivisiones, la primera formada por las subespecies *C.c. decolorata*, *C.c. plumbea* y *C.c. californica*, y la segunda contiene sólo a la subespecie sureña *C.c. achrustera* (Figura 9B). En el diagrama de dispersión de los centroides de los especímenes hembra de las diferentes subespecies, sólo es posible discriminar a las hembras de la subespecie más sureña *C.c. achrustera* del resto de las subespecies *C.c. decolorata*, *C.c. plumbea* y *C.c. californica* (Figura 10B).

Comparación de subespecies por localidades tipo

En el AFD para machos se analizaron 29 individuos pertenecientes a las localidades tipo de las subespecies *C.c. achrustera* (La Paz, BCS., n = 12), *C.c. decolorata* (Bahía Concepción BCS, n = 3), *C.c. plumbea* (San Quintín, BC, n = 5), y *C.c. californica* (Monterey, California, EUA, n = 9). Solamente siete variables fueron seleccionadas por el modelo de AFD (Cuadro 5), registrando un valor global de Lambda de Wilks (λ) de 0.02 ($P < 0.0001$), mismo que denota una excelente discriminación entre las poblaciones de localidades tipo comparadas. Los coeficientes estandarizados de las variables canónicas 1 y 2 explicaron de manera combinada el 98% de la variación observada (Cuadro 6). Cinco variables contribuyeron de manera significativa ($P < 0.05$) a la discriminación de machos entre las localidades tipo de las subespecies comparadas, dos de tipo morfométrico como la longitud del culmen expuesto (ECL, $\lambda = 0.03$) y la longitud de la mandíbula (ML, $\lambda = 0.04$) y tres de tipo colorimétrico como la luminosidad del pecho (Br, $\lambda = 0.06$), la luminosidad de la cola (TB, $\lambda = 0.03$) y la luminosidad del flanco derecho (RF, $\lambda = 0.03$) (Cuadro 5).

El porcentaje de clasificación correcta de los individuos machos por localidad tipo fue de 93.1%. De manera particular, el 100% de los individuos de *C.c. achrustera* fueron correctamente clasificados en la localidad tipo de La Paz, BCS, mientras que el 33% de los individuos de *C.c. decolorata* fueron correctamente clasificados en la localidad tipo de Bahía Concepción, BCS. Por su parte, el 100% de los individuos

de *C.c. plumbea* fueron correctamente asignados a la localidad tipo de San Quintín, BC; y finalmente el 100% de individuos de *C.c. californica* fueron correctamente clasificados a la localidad tipo de Monterey, California, EUA.

El dendrograma de la Figura 9C basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) demuestra la presencia de dos grupos a un nivel de corte del 60% de distancia de enlace, el primero integrado por las subespecies *C.c. achrustera* y *C.c. decolorata* de las localidades más sureñas, La Paz, BCS y Bahía Concepción, BCS y el segundo representado por las subespecies *C.c. plumbea* y *C.c. californica* de las localidades tipo más septentrionales, San Quintín, BC y Monterey, California, EUA. El diagrama de dispersión de las variables canónicas 1 y 2 (Figura 10C) permitió observar dos grupos claramente definidos, uno formado por las localidades tipo de las subespecie *C.c. achrustera* (La Paz, BCS) y *C.c. decolorata* (Bahía Concepción, BCS) y el otro formado por las localidades tipo de las subespecies *C.c. plumbea* (San Quintín, BC) y *C.c. californica* (Monterey, California, EUA).

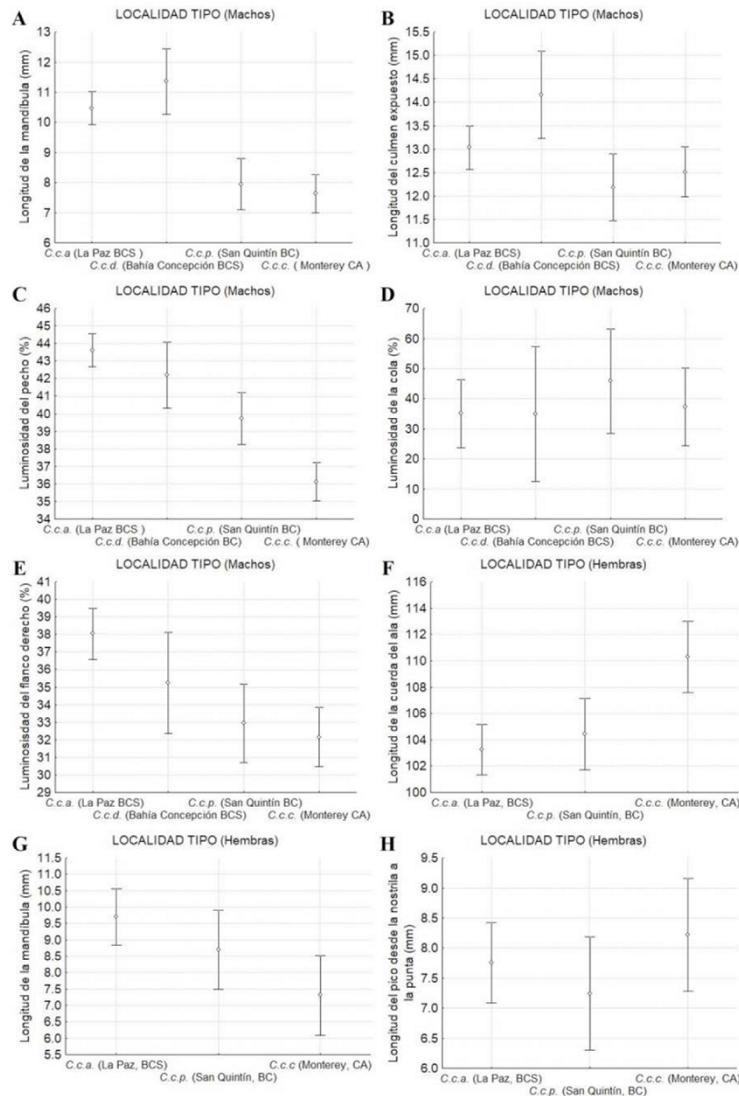
El AFD para hembras incluyó sólo a 16 individuos pertenecientes a las localidades tipo de las subespecies *C.c. achrustera* (La Paz, BCS n = 8), *C.c. plumbea* (San Quintín, BC n = 4) y *C.c. californica* (Monterey, California, EUA n = 4). No existieron registros de individuos hembra para la localidad tipo de la subespecie *C.c. decolorata* (Bahía Concepción, BCS). Tres variables fueron seleccionadas por el análisis discriminante (Cuadro 5). El valor global de Lambda de Wilks (λ) fue 0.13 ($P < 0.0001$) indicando un alto nivel de discriminación entre las poblaciones. Las variables morfométricas que resultaron ser significativas ($p < 0.05$) fueron la longitud de la cuerda del ala (WCL, $\lambda = 0.38$), la longitud del pico desde la nostrila a la punta (BeLN, $\lambda = 0.23$) y la longitud de la mandíbula (ML, $\lambda = 0.27$) (Cuadro 5). Los coeficientes estandarizados de la variable canónica 1 explicaron el 97.8% de la variación observada (Cuadro 6). De manera general, la clasificación correcta de los individuos hembras examinados fue 75%, siendo de 88% para *C.c. achrustera* en la localidad tipo de La Paz, 25% para *C.c. plumbea* en la localidad tipo de San Quintín, y 100% para *C.c. californica* en la localidad tipo de Monterey, California EUA.

En el dendrograma resultante de la distancia cuadrática de Mahalanobis (D^2) se formaron dos ramificaciones, una por la subespecie *C.c. californica* de la localidad tipo más norteña (Monterey, California, EUA) y la otra conformada por las subespecies *C.c. achrustera* y *C.c. plumbea* de las localidades tipo de La Paz, BCS y San Quintín, BC, respectivamente (Figura 9D). Por su parte, el diagrama de dispersión (Figura 10D) de las variables canónicas 1 y 2 permitió distinguir a los individuos de la localidad tipo de la subespecie más septentrional *C.c. californica* (Monterey, California, EUA) de las localidades tipo peninsulares (San Quintín, BC y La Paz, BCS) de las subespecies *C.c. plumbea* y *C.c. achrustera*.

Carácteres diagnósticos para la identificación taxonómica obtenidos del AFD

Los caracteres morfológicos y colorimétricos que permitieron con el valor de Lambda de Wilks a una mayor discriminación entre las poblaciones de *C. californica* se encontró en la categoría de localidad tipo para ambos sexos (machos, $\lambda = 0.02$ y hembras, $\lambda = 0.13$).

Una mayor longitud de la mandíbula (Figura 11A) y del culmen expuesto (Figura 11B) entre subespecies fueron registrados en los machos de las localidades tipo de *C.c. achrustera* (La Paz, BCS) y *C.c. decolorata* (Bahía Concepción, BCS), respectivamente. Se observó un patrón descendente latitudinalmente del porcentaje de luminosidad del pecho (Figura 11C) y del flanco derecho (Figura 11E), donde los machos de las localidades tipo de las subespecies más sureñas *C.c. achrustera* (La Paz, BCS) y *C.c. decolorata* (Bahía Concepción, BCS) fueron más claros, que las subespecies más norteñas (Figuras 11C y 11E). No así para la luminosidad de la cola, donde el patrón latitudinal mostró que las subespecies más norteñas *C.c. plumbea* (San Quintín, BC) y *C.c. californica* (Monterey, California, EUA) tuvieron mayor luminosidad que sus contrapartes sureñas (Figura 11D).

**Figura 11**

Medidas de dispersión y tendencia central (media \pm IC) de los caracteres morfométricos y cromáticos que separaron mejor las poblaciones de las localidades tipo de las subespecies *C.c. californica*, *C.c. plumbea*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrustera* para los machos (A, B, C, D y E) y para las hembras (F, G y H).

En las hembras, los resultados obtenidos mostraron que ninguna variable de color discriminó entre las localidades tipo de las subespecies. Los valores más altos de los caracteres morfométricos se observaron en las hembras de la localidad tipo de la subespecie *C.c. californica* (Monterey, California, EUA) y *C.c. achrustera* (La Paz, BCS). La mayor longitud del pico medido desde la nostrila a la punta (Figura 11 H) se registró en la localidad tipo de la subespecie más septentrional (*C.c. californica*), así como la longitud de la cuerda del ala (Figura 11 F). Sin embargo, la longitud de la mandíbula (Figura 11 G) presentó un patrón latitudinal descendiente, al igual que en los machos, donde las hembras de la localidad tipo de la subespecie más sureña, *C.c. achrustera* (La Paz, BCS) presentaron los valores más altos de longitud de la mandíbula.

Discusión

La mayoría de las especies de aves que se distribuyen en la península de Baja California exhiben diferenciación morfológica a nivel subespecífico (Grinnell 1928). Las subespecies peninsulares se han descrito principalmente al norte y sur del Vizcaíno, especialmente en la región del Cabo (Zink y Blackwell 1997, Vázquez-Miranda 2014). De forma general, si se considera a la subespecie como una unidad evolutiva discreta y significativa para la especie, resulta entonces necesario el estudio integrativo de la variación interpoblacional que pueda probar que las subespecies propuestas son unidades evolutivas significativas (Zink *et al.* 2016).

La presencia de variantes morfológicas de una especie a través de su distribución, ha sido durante mucho tiempo el principal criterio para la clasificación nominal a nivel subespecífico (*cf.* Baptista y Martínez-Gómez 2002, Zink *et al.* 2016). *C. californica* ha sido clasificada en siete subespecies nominales, cuatro de las cuales están presentes en la península de Baja California en un gradiente latitudinal que se ha diferenciado a través de su variación morfométrica y colorimétrica (Grinnell 1928, Van Rossem 1946, Leopold 1977). En aves, como en otros grupos, el concepto de subespecie ha generado polémica debido a que en numerosos casos las subespecies sólo representan ejemplos de variación geográfica, ya que no se cuenta con caracteres diagnósticos consistentes que permitan su discriminación adecuada. Muchas subespecies de aves fueron descritas empleando pocos especímenes de pocas localidades. Un ejemplo de esta problemática lo constituye la perlita californiana (*Polioptila californica*), catalogada como especie amenazada, donde el análisis filogeográfico, incluyendo datos morfológicos y ecológicos, no apoyaron la discriminación de la subespecie *P.c. californica*, la cual habita zonas de matorral costero en California y Baja California (Zink *et al.* 2000, Zink *et al.* 2013, 2016).

En aves de importancia cinegética, son muy escasos los trabajos que abordan esta problemática taxonómica, a pesar de la importancia que implica una identificación infraespecífica adecuada para su conservación. La diferenciación de las subespecies de la paloma blanca *Zenaida asiatica*, un ave de caza que habita en Texas, Arizona y Nuevo México, está basada principalmente en su variación morfológica (Pruett *et al.* 2000). Sin embargo al evaluar los caracteres morfométricos y genéticos de sus poblaciones, se encontró congruencia entre la variación de la región control y el tamaño corporal de las palomas, así como heterogeneidad geográfica de las áreas de distribución histórica de las cuatro subespecies reconocidas. Los resultados obtenidos apoyan el reconocimiento de sólo dos subespecies con una zona de intergradación entre ellas (Pruett *et al.* 2000).

Nuestro estudio, que implicó un análisis comparativo extensivo tanto morfométrico como colorimétrico para 338 especímenes examinados de cuatro subespecies nominales de *C. californica* de la península de Baja California, hizo evidente un nivel de discriminación relativamente

bajo, lo cual indica que no hay una formación aparente de unidades poblacionales discretas que apoyen la identidad taxonómica de las subespecies nominales peninsulares.

Debido a que no fue posible definir unidades de comparación en el análisis de componentes principales (ACP) congruentes con las subespecies *a priori*, los resultados del análisis de función discriminante (AFD) deben tomarse con cautela. Si bien el AFD en la categoría de localidades tipo evidenció cuantitativamente la discriminación infraespecífica y los caracteres diagnósticos identificados son congruentes con las subespecies taxonómicas, también es necesario contar con un número mayor de datos de estas localidades, ya que los especímenes de éstas representaron sólo el 13.31% de la totalidad de los individuos analizados. Un análisis más robusto de las localidades tipo es necesario para corroborar los resultados obtenidos. La importancia de las localidades tipo radica en que estos sitios pueden presentar ciertas particularidades que permitan el mantenimiento de rasgos fenotípicos que han sido utilizados típicamente para la descripción taxonómica de subespecies y que podrían representar sólo adaptaciones locales.

En este sentido, los resultados obtenidos del ACP y AFD muestran diferenciación fenotípica para atributos relacionados con el tamaño del pico y coloración tanto en hembras como en machos. En aves, el tamaño del pico y el color del plumaje son caracteres asociados con patrones de la variación clinal y geográfica (Thorpe 1987). En *Sitta carolinensis*, el tamaño del pico muestra un patrón de variación clinal que permite distinguir poblaciones peninsulares de la Florida del resto de las poblaciones continentales (Wood 1992).

En *C. californica* existió un incremento del tamaño del pico en los especímenes colectados al extremo sur de la península en la región del Cabo (Figuras 11A, 11B, 11G y 11H), lo que nos indica que estos caracteres podrían estar relacionados a un patrón clinal al igual que las diferencias observadas en las variables de luminosidad del plumaje (Br, TP, BP, UBa, LBa, TB, RF, LF y AB). Siendo el patrón de coloración el principal criterio para la identificación de las subespecies en *C. californica*, existe la posibilidad de que todas sus subespecies, que se distribuyen desde Canadá hasta la provincia de Los Cabos en Baja California Sur, presenten la misma dificultad de identificación taxonómica observado en este estudio, donde las variaciones de coloración sean mejor explicadas por su ajuste a la regla geoclimática de Gloger, la cual indica que las plumas tienden a tener tonos más oscuros en hábitats donde la humedad relativa es más alta y tonos más claros donde la humedad relativa es más baja (Gloger 1883). Esta condición es debida a la proliferación de bacterias degradadoras del plumaje en hábitats con mayor porcentaje de humedad (Burtt e Ichida 2004). En este sentido, las diferencias observadas entre las siete subespecies descritas de *C. californica* podrían ser explicadas por este factor causal, ya que individuos provenientes de hábitats con mayor humedad como *C.c. brunneiceps* (franja costera de California) y *C.c. catalinensis* (Isla Catalina) presentan una tonalidad más oscura, mientras que organismos de hábitats más áridos son más claros, como

las subespecies *C.c. canfieldae*, *C.c. decolorata* y *C.c. achrustera*, pudiendo existir individuos con tonalidades intermedias como *C.c. californica* y *C.c. plumea*.

Existieron diferencias en el nivel de discriminación por sexos en ambas categorías de subespecies y localidades tipo en el AFD. En especies con dimorfismo sexual, como la codorniz de California, el análisis por sexo resulta necesario para una interpretación adecuada de la información obtenida. Sin embargo, la presencia de diferencias en el nivel de discriminación relacionadas con el sexo, aporta nuevas interrogantes sobre aspectos de la biología, la ecología y la etología de la especie que pueden estar influyendo la permanencia o pérdida de caracteres involucrados en su identificación infraespecífica.

La diferencia en el nivel de discriminación entre sexos podría explicarse por el intercambio de individuos, principalmente machos vagabundos, durante la formación de la parvada y por el proceso de selección de pareja reproductiva. *C. californica* es una especie gregaria que presenta parvadas dinámicas en constante cambio, mismas que son mantenidas por el reclutamiento de nuevos individuos (Leopold 1977). El proceso dinámico de formación de la parvada donde existe reclutamiento de individuos foráneos, sugiere una posible discontinuidad de las características locales, debido al intercambio de aves entre parvadas. Por otra parte, las hembras tienden a aparearse con machos de su misma parvada. Sin embargo, se ha demostrado experimentalmente que las hembras de la codorniz de California presentan preferencias activas y flexibles en la selección de pareja para rasgos ya existentes en los machos, pero también para rasgos novedosos y combinados (Calkins y Burley 2003). Esta flexibilidad en el proceso de selección de pareja sugiere que los machos reclutados recientemente tienen la posibilidad de reproducirse en una nueva parvada, promoviendo así mayor aleatoriedad en la reproducción.

Los resultados obtenidos a través del AFD indican que los machos de la codorniz de California provenientes de las localidades tipo son fenotípicamente distinguibles entre las subespecies norteñas y sureñas. También es posible distinguir a las hembras de la localidad tipo de la subespecie más norteña (*C.c. californica*) por la longitud del pico y del ala, y a las hembras de la subespecie más sureña (*C.c. achrustera*) por la longitud de la mandíbula.

No se encontraron evidencias morfométricas ni colorimétricas que apoyen la existencia de cuatro subespecies nominales para la península de Baja California distribuidas latitudinalmente. Sin embargo, tampoco es posible descartar la existencia de al menos dos subespecies, ya que al igual que en un patrón de mosaico, los caracteres diagnósticos encontrados a través del AFD en las localidades tipo, pueden estar presentes de forma aleatoria en la península de Baja California. Dichos caracteres diagnósticos (variación del tamaño del pico y coloración) pueden estar distribuidos como parches o mosaicos, limitados por la capacidad de dispersión de la codorniz y por un proceso de reproducción aleatorio. La variación morfológica en mosaico se refiere a áreas geográficas habitadas

por poblaciones distintivas que se distribuyen al azar a través del intervalo de la especie (Thorpe 1987). Por otra parte, se desconoce la estructura genética de las poblaciones peninsulares de esta codorniz, por lo que no es posible descartar flujo genético restringido, debido al aislamiento por distancia geográfica. Cabe mencionar que el trabajo genético de la especie realizado por Zink *et al.* (1987), sólo incluyó tres sitios de muestreo en la península y se llevó a cabo usando aloenzimas como marcador molecular. El uso de aloenzimas para este tipo de estudios presenta problemas relacionados con la sobreestimación de la variabilidad genética por modificaciones postraduccionales de las proteínas y con la subestimación porque las secuencias de aminoácidos no reflejan la variabilidad de los codones, debido a la degeneración del código genético. Por tanto, es necesario realizar un estudio de variabilidad genética con marcadores moleculares adecuados para las poblaciones peninsulares.

Se sugiere considerar, en trabajos de poblaciones con aves terrestres, un muestreo adecuado de las localidades tipo de las subespecies. Ya que las localidades tipo podrían tener información biológica y ecológica sobre las poblaciones relacionada con la conservación o pérdida de caracteres fenotípicos característicos de las subespecies. Es recomendable que instituciones como Semarnat y Conabio promuevan estudios sobre la biología y ecología de la codorniz de California, debido a que se desconoce el estatus actual de sus poblaciones en la península de Baja California. A pesar de ser una especie con manejo cinegético en la región, no se cuenta con información ecológica local. Por otra parte, las recomendaciones para su manejo y conservación provienen de una gran cantidad de estudios realizados hace ya varias décadas en poblaciones de California, por lo que es apremiante contar con información adecuada para su manejo y conservación.

La comparación fenotípica de las poblaciones peninsulares de *C. californica* para determinar caracteres diagnósticos para la identificación taxonómica infraespecífica reveló un posible patrón de variación geográfica en mosaico que obstaculiza la identificación taxonómica a nivel de subespecie, por lo que es recomendable que para asignar un individuo a una subespecie no sólo se considere la distribución latitudinal del mismo, sino que se ponga especial atención a la diferenciación en la tonalidad del plumaje y el tamaño del pico, así como de las características ambientales del sitio como temperatura y humedad para identificar posibles variaciones debidas a las condiciones micro climáticas. De otra forma no es recomendable la identificación taxonómica infraespecífica para esta especie en la península de Baja California.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada 368086 para la realización de los estudios de doctorado del primer autor. Al personal del San Diego History Natural Museum por su apoyo logístico; en el Museum of Vertebrate Zoology a C. Cicero, y en la California Academic Science particularmente a M. Flannery por su

apoyo en la logística para la toma de datos colorimétricos y por permitir la toma de datos de los especímenes de las colecciones a su cargo. A la Universidad Autónoma de Baja California por la beca de estancia académica BC-2016-1 y al Conacyt por la beca de movilidad 291062 que financiaron la realización de este trabajo. Al personal del Laboratorio de Vertebrados de la Universidad Autónoma de Baja California por su invaluable apoyo en el uso de la colección de aves y de las instalaciones. A los revisores anónimos por enriquecer este trabajo a través de sus valiosos comentarios y observaciones.

Literatura citada

- Aldás, J., E. Uriel. 2017. *Análisis multivalente aplicado con R*. Paraninfo, S.A. Madrid, España.
- Arctos. 2016. Collaborative Collection Management Solutions. Disponible en: Disponible en: <https://arctos.database.museum/SpecimenSearch.cfm> (consultado el 7 de julio de 2016).
- Baptista, L.F., J.E. Martínez Gómez, 2002. La investigación bioacústica de las aves del Archipiélago de Revillagigedo: un reporte de avance. *Huitzil* 3(2):33-41.
- Burtt, E.H., J.M Ichida. 2004. Gloger's rule feather-degrading bacteria and color variation among song sparrows. *The Condor* 106:681-686. DOI: <https://doi.org/10.1650/7383>.
- Calkins, J.D., N.T. Burley. 2003. Mate choice for multiple ornaments in the California quail *Callipepla californica*. *Animal Behaviour* 65(1):69-81. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbe.2002.2041>.
- Calkins, J.D., J. Gee, J.C. Hagelin, D.F. Lott. 2014. California Quail (*Callipepla californica*), version 2.0. In *The Birds of North America* (P.G. Rodewald, ed.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, EUA. DOI: <https://doi.org/10.2173/bna.473>.
- Carroll, J.P., J.C. Eitnlear. 2000. Quails in Mexico: needs and opportunities. *Proceedings of the National Quail Symposium* 4:191-193.
- Contreras-Gil, J., R. Martínez-Gallardo, E. Mellink. 2007. Tasas de aprovechamiento cinegético autorizadas para Baja California, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 3:129-137
- Eitnlear, J.C., T.A. Aragon 2004. Changing densities of singing quail on the El Cielo Biosphere, Tamaulipas, Mexico: 1949-1996. Pp. 5-7. En J.C. Eitnlear, J.T. Bacuus, S.L. Dingle, J.P. Carroll (eds.). *Conservation of Quail in the Neotropics*. Center of the study of tropical birds, San Antonio, Texas, EUA.
- Eo, S.H., J.P. Wares, J.P. Carroll. 2010. Subspecies and units for conservation and management of the northern bobwhite in the eastern United States. *Conservation Genetics* 11:867-875.
- GBIF. 2016. Global Biodiversity Information Facility. Table, gallery, map, taxonomy and charts. Disponible en: Disponible en: https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=6085330&data_set_key=84b26828-f762-11e1-a439-00145eb45e9a (consultado el 17 de septiembre de 2016).

- Gloger, C.L. 1883. *Das Abandern der Vogel durch Einfluss des Klimas*. A. Schulz, Breslau, Germany.
- Grinnell, J. 1926. Another new race of Quail from Lower California. *The Condor* 28(3):128-129.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower Baja California. *University of California Publications in Zoology* 32:1-300.
- Grinnell, J. 1931. The type locality of the California quail. *The Condor* 33(1):37-38.
- Hernández, F., E.A. Lozano Cavazos, G. Chávez León, D.L. García Solórzano, A. Brennan. 2014. Codornices de México. Pp. 191-228. En R. Valdez, J.A. Ortega-S. (ed.). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México* (No. 591.972 V3.). Editorial del Colegio de Postgraduados. C.P., UAC, IICA. Texcoco, Edo. Méx., México.
- Koford, E.J. 1987. Variations in California quail productivity in relation to precipitation in Baja California Norte. Master thesis, University of California-Davis, CA, EUA.
- Leopold, A.S. 1977. *The California Quail*. University of California Press. Berkeley, CA, EUA.
- McNaught, M.K., I.P. Owens, 2002. Interspecific variation in plumage colour among birds: species recognition or light environment? *Journal of Evolutionary Biology* 15(4):505-514. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2002.00431.x>.
- Mesta, R., E. Fernández, O. Sánchez. 2011. La conservación y el manejo de codornices en el norte de México. Pp. 149-191 En Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters, H. Moya (ed.). *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. Semarnat, INE, USF&WL, UPC, UAT, UAEM, México, D.F.
- Minolta. 1991. Chroma Meter CR-300/CR-310/CR-321/CR-331/CR-331C. Instruction Manual. Minolta Co, Ltd. Osaka, Japan.
- Mobley, J.A. 2009 (ed.). *Birds of the World*. Marshall Cavendish Corporation, New York, EUA.
- Pruett, C.L., S.E. Henke, S.M. Tanksley, M.F. Small, K.M. Hogan, J. Roberson. 2000. Mitochondrial DNA and morphological variation of White-winged Doves in Texas. *The Condor* 102(4):871-880. DOI: [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2000\)102ENT#091;0871:mdamvoENT#093;2.0.co;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2000)102ENT#091;0871:mdamvoENT#093;2.0.co;2).
- Pyle, P., Howell, S.N., David, F.Y. 1997. *Identification guide to North American birds* (No. C/598.297 P9). Slate Creek Press. Bolinas, CA, EUA.
- Ridgway, R., H. Friedmann. 1946. The birds of North and Middle America. *United State Natural Museum Bulletin* 50(10):274-291.
- Rojas-Soto, O.R., López de Aquino S., Sánchez-González L.A., Hernández-Baños B.E. 2002. La colecta científica en el neotrópico: El caso de las aves de México. *Ornitología Neotropical* 13:209-214
- Ruiz-Campos, G., A.J. Contreras-Balderas, M. Rodríguez-Meraz, M.E. Valles-Ríos. 2004. Catálogo de especímenes recientes de aves de las sierras Juárez y San Pedro Martir, e inmediaciones, noroeste de Baja California, México. *Cotinga* 21:45-58.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo



y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, D.F. (Consultado el 12 de abril de 2018).

- Thorpe, R.S. 1987. Geographic variation: A synthesis of cause, data, pattern and congruence in relation to subspecies, multivariate analysis and phylogenesis. *Italian Journal of Zoology* 54(1):3-11. DOI: <https://doi.org/10.1080/11250008709355549>.
- Van Rossem, A.J. 1939. An Overlooked race of the California Quail. *The Auk* 56(1):68-69. DOI: <https://doi.org/10.2307/4078363>.
- Van Rossem, A.J. 1946. The California Quail of Central Baja California. *The Condor* 48(6):265-267. DOI: <https://doi.org/10.2307/1364078>.
- Vázquez-Miranda, H. 2014. *Multilocus assessment of population differentiation in Baja California birds: implication for community assembly and conservation*. Tesis de doctorado. University of Minnesota. Minneapolis, Minnesota, EUA.
- VertNet. 2016. National Science Foundation. Database. Disponible en: Disponible en: <http://portal.vertnet.org/search?q=callipepla+californica+plumbea> (consultado el 23 de septiembre de 2016).
- Wilbur, S.R. 1987. *Birds of Baja California*. University of California Press, Berkeley, California, EUA.
- Wood, D.S. 1992. Color and size variation in Eastern White-Breasted Nuthatches. *Willson Bulletin* 104(4):599-611
- Zink, R.M., R.C. Blackwell. 1997. Species limit in the Le Contes's thrasher. *The Condor* 99(1):132-138. DOI: <https://doi.org/10.2307/1370231>.
- Zink, R.M., G.F. Barrowclough, J.L. Atwood, R.C. Blackwell#Rago. 2000. Genetics, taxonomy, and conservation of the threatened California gnatcatcher. *Conservation Biology* 14(5):1394-1405. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99082.x>.
- Zink, R.M. , J.G. Groth, H. Vázquez-Miranda, G.F. Barrowclough . 2013. Phylogeography of the California Gnatcatcher (*Polioptila californica*) using multilocus DNA sequences and ecological niche modeling: Implications for conservation. *The Auk* 130(3):449-458. DOI: <https://doi.org/10.1525/auk.2013.12241>.
- Zink, R.M. , J.G. Groth , H. Vázquez-Miranda , G.F. Barrowclough . 2016. Geographic variation, null hypotheses, and subspecies limits in the California Gnatcatcher: A response to McCormack and Maley. *The Auk* 133(1):59-68. DOI: <https://doi.org/10.1642/AUK-15-63.1>.
- Zink, R.M. , D.F. Lott, D.W. Anderson. 1987. Genetic variation, population structure and evolution of California quail. *The Condor* 89:395-405. DOI: <https://doi.org/10.2307/1368493>

Anexos

Anexo 1

Especímenes examinados de *Callipepla californica* de la península de Baja California, incluyendo como grupo externo especímenes de la localidad tipo de *C.c. californica* de Monterey, California, EUA. MVZ = Museo de Zoología de Vertebrados en Berkeley (EUA), CAS = Academia de Ciencias de California en San Francisco (EUA), UABC = Universidad Autónoma de Baja California (Méjico), SDNHM = Museo de Historia Natural de San Diego (EUA). M = macho, H = hembra, *Sierra Juárez, ** Sierra de San Pedro Martir.

Núm.	Sitio	Subespecie	Colección	Número de catálogo del espécimen	Número de individuos	Coordenadas geográficas
1	Little Sur River, Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	44274	0H 1M=1	36°20'24"N, 121°48'09"W
2	Vicinity Point Sur, Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	18258	0H 1M=1	36°18'23"N, 121°53'55"W
3	Big Sur River, Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	17690, 17689, 17688	1H 2M=3	36°15'00"N, 121°43'39"W
4	Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	8719	0H 1M=1	36°14'02"N, 121°03'40"W
5	Sur Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	58761, 58760	1H 1M=2	35°48'49"N, 120°58'24"W
6	Monte Mars, Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	44273, 44275, 44276	1H 2M=3	35°48'45"N, 121°20'29"W
7	20 millas S King City, Monterey, CA	<i>C.c. californica</i>	CAS	87932, 87951	1H 1M=2	35°55'29"N, 121°07'41"W
8	Sun Valley, San Diego, CA	<i>C.c. californica</i>	UABC	548	0H 1M=1	32°46'15"N, 117°01'02"W
9	Salida Norte del Valle Nacho Guero*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	52124, 52125; 52129, 52128, 52127, 52126	2H 4M=6	32°36'00"N, 116°21'00"W
10	Eugenito (Escondido), Tecate	<i>C.c. californica</i>	SDNHM	35277	1H 0M=1	32°33'36"N, 116°25'12"W
11	Tecate	<i>C.c. californica</i>	SDNHM	253	0H 1M=1	32°33'00"N, 116°39'09"W
12	Cerca de Tijuana	<i>C.c. californica</i>	SDNHM	31092, 31094, 31095, 31096, 31093, 31091, 31090, 31089	4H 4M=8	32°31'48"N, 117°01'39"W
13	5 millas S del monumento 258, Tijuana	<i>C.c. californica</i>	MVZ	52119, 52118, 52116, 52117	1H 3M=4	32°27'31"N, 117°6'42"W
14	Islas Coronado	<i>C.c. californica</i>	CAS	11460, 11458, 11459, 73776	1H 3M=4	32°26'32"N, 117°17'51"W
15	Ejido Neji	<i>C.c. californica</i>	UABC	184	1H 0M=1	32°24'N, 116°19'W
16	Camino al S Valle de Las Palmas	<i>C.c. californica</i>	MVZ	52121, 52122, 52120, 52123	2H 2M=4	32°23'27"N, 116°44'13"W
17	Camino al Rancho Buenos Aires, Tij.	<i>C.c. californica</i>	UABC	1356	0H 1M=1	32°21'30"N, 116°52'00"W
18	Los Pozos*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	49799, 49802, 49801, 49800	1H 3M=4	32°17'18"N, 115°51'51"W
19	Rancho La Bellota*	<i>C.c. californica</i>	UABC	1933	0H 1M=1	32°09'26"N, 116°27'45"W
20	Rancho Kodoraki Arroyo Cauita Trib.	<i>C.c. californica</i>	UABC	1409	0H 1M=1	32°06'N, 116°26'W
21	Rancho Casa Verde*	<i>C.c. californica</i>	UABC	465, 123, 173	2H 1M=3	32°04'N, 116°05'W
22	Laguna Hanson A*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	49797, 49793, 49792, 49796, 49795, 49794, 49791	3H 5M=8	32°03'12"N, 115°54'26"W
23	Laguna Hanson B*	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	31110, 31109, 10975, 10974, 31107, 31108, 11078	3H 4M=7	32°02'48"N, 115°54'39"W
24	Arroyo San Antonio Minas, Ensenada	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1431	0H 1M=1	31°58'32"N, 116°37'38"W
25	Rancho Arrastradero, Ojos Negros*	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1515	0H 1M=1	31°56'24"N, 115°38'24"W
26	Pista Emilio Lopez, Ensenada	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	252	0H 1M=1	31°55'14"N, 116°36'16"W
			CAS	11464, 11465, 11461, 11462, 11463	2H 3M=5	31°55'14"N, 116°36'16"W
27	Las Cruces, 20 millas E de Ensenada*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	49810	0H 1M=1	31°55'00"N, 116°23'00"W
28	Rancho Ojos Negros*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	49803	0H 1M=1	31°54'48"N, 116°18'06"W
29	La Zorra*	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1624	1H 0M=1	31°54'44"N, 116°05'34"W
30	Valle San Rafael*	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	11039	0H 1M=1	31°52'00"N, 116°12'00"W
31	Cajón San Carlos, Ensenada	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	443	0H 1M=1	31°47'44"N, 116°26'36"W
32	Camino a San Felipe Km 73*	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	906	0H 1M=1	31°45'14"N, 115°59'33"W
33	Ejido Uruapan	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	588, 595, 596, 587, 589, 602, 601	2H 5M=7	31°37'04"N, 116°26'52"W
34	10 millas SE Alamo**	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	11111, 11120, 11121, 31099, 31100, 31102, 31103, 31101 11119, 11112, 31105, 31104, 11079, 31106	8H 6M=14	31°34'00"N, 116°08'03"W
35	Santo Tomas, Colonia Trujillo	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	182	0H 1M=1	31°33'15"N, 116°24'32"W
36	Km 25 camino a Arroyo San Antonio	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1245, 1255	2H 0M=2	31°32'33"N, 116°38'29"W
37	Valle de la Trinidad	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	49809, 49807, 49805, 49806, 49804	3H 3M=6	31°24'00"N, 115°43'23"W

Anexo 1 continuación

Especímenes examinados de *Callipepla californica* de la península de Baja California, incluyendo como grupo externo especímenes de la localidad tipo de *C.c. californica* de Monterey, California, EUA. MVZ = Museo de Zoología de Vertebrados en Berkeley (EUA), CAS = Academia de Ciencias de California en San Francisco (EUA), UABC = Universidad Autónoma de Baja California (Méjico), SDNHM = Museo de Historia Natural de San Diego (EUA). M = macho, H = hembra, *Sierra Juárez, ** Sierra de San Pedro Martir.

38	Aguas Amargas	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	30517, 30519, 30516, 30518	2H 2M=4	31°22'12"N, 116°03'00"W
39	Camino a Rancho Mike's Sky**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	921	0H 1M=1	31°16'34"N, 115°35'51"W
40	Colinet, Lat 31°*	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	46214	0H 1M=1	31°04'00"N, 116°12'00"W
41	Cafion El Cajón**	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	47915, 47911, 47916, 47912, 47910, 47909	2H 4M=6	31°03'00"N, 115°26'37"W

Anexo 1 continuación

Especímenes examinados de *Callipepla californica* de la península de Baja California, incluyendo como grupo externo especímenes de la localidad tipo de *C.c. californica* de Monterey, California, EUA. MVZ = Museo de Zoología de Vertebrados en Berkeley (EUA), CAS = Academia de Ciencias de California en San Francisco (EUA), UABC = Universidad Autónoma de Baja California (Méjico), SDNHM = Museo de Historia Natural de San Diego (EUA). M = macho, H = hembra, *Sierra Juárez, ** Sierra de San Pedro Martir.

Núm.	Sitio	Subespecie	Colección	Número de catálogo del espécimen	Número de individuos	Coordinadas geográficas
42	Vallencito**	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	47162, 47163	1H 1M=2	31°00'00"N, 115°29'00"W
43	San Felipe	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	47908, 47907	0H 2M=2	31°00'00"N, 114°52'02"W
44	San José, Lat 31°**	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	10819, 10820, 10821, 10823, 10824, 10825	4H 2M=6	30°59'N, 115°41'W
		<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	46212, 47220, 46213, 47219	2H 2M=4	
45	Camino a San Telmo**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	2038	0H 1M=1	30°58'28"N, 115°39'16"W
46	San Telmo	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1400	0H 1M=1	30°58'00"N, 116°06'00"W
			MVZ	46897	0H 1M=1	
47	La Grulla A**	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	47221, 46208, 46207, 47222, 46211, 46210, 46209	3H 4M=7	30°53'00"N, 115°27'30"W
48	Valladuras **	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	47218	0H 1M=1	30°52'00"N, 115°46'00"W
49	Arroyo Santa Cruz**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	789	1H 0M=1	30°52'N, 115°39'W
50	Arroyo Valladuras**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1110	0H 1M=1	30°51'N, 115°42'W
51	Camino a Rancho San Antonio**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1115	0H 1M=1	30°49'57"N, 115°37'46"W
52	Campo Percebo, San Felipe**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	632, 770	1H 1M=2	30°49'41"N, 114°42'33"W
53	La Grulla B**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	291, 271	0H 2M=2	30°48'59"N, 115°37'47"W
54	Rancho San Antonio**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1116, 1152, 1369, 1346	1H 3M=4	30°48'N, 115°37'W
			CAS	73800, 73801	1H 1M=2	
55	Santo Domingo	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	46901, 46899, 46900, 46898	2H 2M=4	30°45'51"N, 115°56'11"W
56	San Ramón, N Santo Domingo	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	46902, 46903, 47217	1H 2M=3	30°43'11"N, 116°01'03"W
57	Arroyo Nuevo York	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	46900, 46907, 100333, 46905, 46904, 46906	3H 3M=6	30°32'48"N, 115°51'14"W
58	Acapita spring cerca San Quintin	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	31097	0H 1M=1	30°32'00"N, 115°48'03"W
59	29 millas N El Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	CAS	73808	0H 1M=1	30°28'42"N, 115°41'05"W
60	Campo San Quintin	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	31112	1H 0M=1	30°27'12"N, 115°58'03"W
61	Cielito Lindo, San Quintin	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1926, 1925, 1924	0H 3M=3	30°18'46"N, 115°48'52"W
62	Socorro	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	59258, 59259	1H 1M=2	30°06'52"N, 115°21'19"W
63	Laguna, Arroyo San Juan de Dios**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	1705	1H 0M=1	30°06'52"N, 115°21'19"W
64	5 millas E El Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	8606	0H 1M=1	30°05'24"N, 115°39'00"W
65	El Carrizo**	<i>C.c. plumbea</i>	UABC	18, 19, 21	0H 3M=3	30°05'N, 115°12'W
66	10 millas E El Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	59250	0H 1M=1	30°03'52"N, 115°34'44"W
67	15 millas E El Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	126613, 126612	1H 1M=2	30°03'00"N, 115°27'13"W
68	12 millas E El Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	126611, 126610, 126609	1H 2M=3	30°02'58"N, 115°37'48"W
69	14 millas E Rosario	<i>C.c. plumbea</i>	CAS	73809, 73802, 73803	1H 2M=3	30°00'11"N, 115°31'37"W
70	10 millas NO El Aguila	<i>C.c. plumbea</i>	CAS	73804	1H 0M=1	29°59'45"N, 115°06'54"W
71	San Fernando	<i>C.c. plumbea</i>	CAS	44335, 44334, 38225, 44333, 44332	2H 3M=5	29°59'N, 115°17'W
			MVZ	59252, 59253, 59251	1H 2M=3	
72	San Agustín A	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	13473, 13472, 13470, 13471, 13597, 13598	1H 3M=6	29°55'40"N, 114°58'12"W
73	San Agustín B	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	59254, 59255	1H 1M=2	29°55'18"N, 114°58'08"W
74	Arroyo San Fernando**	<i>C.c. decolorata</i>	UABC	1264	1H 0M=1	29°58'13"N, 115°14'17"W
75	Catavilla A	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	13667, 13666	1H 1M=2	29°45'00"N, 114°44'02"W
76	Catavilla B	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	59256	1H 0M=1	29°44'08"N, 114°42'06"W



Anexo 1 continuación

Especímenes examinados de *Callipepla californica* de la península de Baja California, incluyendo como grupo externo especímenes de la localidad tipo de *C.c. californica* de Monterey, California, EUA. MVZ = Museo de Zoología de Vertebrados en Berkeley (EUA), CAS = Academia de Ciencias de California en San Francisco (EUA), UABC = Universidad Autónoma de Baja California (Méjico), SDNHM = Museo de Historia Natural de San Diego (EUA). M = macho, H = hembra, *Sierra Juárez, ** Sierra de San Pedro Mártir.

77	Misión Santa María	<i>C.c. plumbea</i>	MVZ	59257	0H 1M=1	29°43'00"N, 114°35'00"W
78	Camino a San Carlos, Ensenada	<i>C.c. decolorata</i>	UABC	999	1H 0M=1	29°40'30"N, 115°33'08"W
79	7 millas S Catavilla	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	11774, 11775, 31046, 11773, 31044	3H 2M=5	29°40'01"N, 114°44'02"W
80	5 millas NE Santa Catarina	<i>C.c. plumbea</i>	SDNHM	8633, 8635, 8634	1H 2M=3	29°33'31"N, 115°13'02"W
81	28 millas S Catavilla	<i>C.c. decolorata</i>	CAS	73805	1H 0M=1	29°24'54"N, 114°24'03"W
82	25 millas N Punta Prieta	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	14032, 14033, 14034, 14035, 14030, 14031	4H 2M=6	29°14'49"N, 114°09'56"W
83	Campo Los Angeles	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	11955, 31042, 11956, 31043	2H 2M=4	28°56'31"N, 113°33'02"W
84	5 millas SO Punta Prieta	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	13756, 13755	1H 1M=2	28°52'19"N, 114°11'44"W

Anexo 1 continuación

Especímenes examinados de *Callipepla californica* de la península de Baja California, incluyendo como grupo externo especímenes de la localidad tipo de *C.c. californica* de Monterey, California, EUA. MVZ = Museo de Zoología de Vertebrados en Berkeley (EUA), CAS = Academia de Ciencias de California en San Francisco (EUA), UABC = Universidad Autónoma de Baja California (Méjico), SDNHM = Museo de Historia Natural de San Diego (EUA). M = macho, H = hembra, *Sierra Juárez, ** Sierra de San Pedro Martir.

Núm.	Sitio	Subespecie	Colección	Número de catálogo del espécimen	Número de individuos	Coordinadas geográficas
85	Misión San Juan	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	30203, 30206	0H 2M=2	28°42'01"N, 112°45'02"W
86	San Andrés	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	11794, 31045, 13813	3H 0M=3	28°43'01"N, 114°15'02"W
87	Sierra San Borja, San Juan Mirre	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	30208	0H 1M=1	28°37'37"N, 113°45'20"W
88	Bahía Santa Teresa	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	15251, 15254	1H 1M=2	28°23'01"N, 112°53'02"W
89	Rancho Mesquinal	<i>C.c. decolorata</i>	CAS	31438	0H 1M=1	28°15'51"N, 113°48'21"W
			MVZ	50756, 50757	1H 1M=2	
90	1 milla SE Rancho Mesquinal	<i>C.c. decolorata</i>	CAS	73810	0H 1M=1	28°15'25"N, 113°47'30"W
91	15 millas SE El Mesquinal	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	116080	0H 1M=1	28°05'24"N, 113°38'24"W
92	Bahía Santa Ana	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	57151, 57152	1H 1M=2	27°38'52"N, 112°35'51"W
93	25 millas E San Ignacio	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	50754	1H 0M=1	27°24'25"N, 112°32'34"W
94	Bahía Santa Rosalia	<i>C.c. decolorata</i>	CAS	31440, 31439	1H 1M=2	27°20'28"N, 112°16'01"W
95	San Ignacio A	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	50755, 50751, 50749, 50753, 50752, 50750, 50748	3H 4M=7	27°18'00"N, 112°54'00"W
		<i>C.c. decolorata</i>	CAS	31434, 31435, 31437, 31430, 31431, 31432, 31433, 31436	3H 5M=8	27°18'00"N, 112°54'00"W
		<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	11844, 31050, 11900, 11901, 31049, 11917, 15250, 20427 11845, 31048, 11899, 31047, 20428	8H 5M=13	27°18'00"N, 112°54'00"W
96	San Ignacio B	<i>C.c. decolorata</i>	UABC	1932, 1931	1H 1M=2	27°17'52"N, 112°52'24"W
97	San Bruno 27°9'	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	15253, 15252	1H 1M=2	27°09'N, 112°10'W
98	2 millas N San Bruno	<i>C.c. decolorata</i>	CAS	73807, 73806	1H 1M=2	27°10'07"N, 112°10'50"W
99	Cueva Coyote, Bahía Concepción	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	15251	0H 1M=1	26°43'13"N, 111°55'44"W
100	Comondú	<i>C.c. decolorata</i>	MVZ	59261, 59260	0H 2M=2	26°03'24"N, 111°49'02"W
101	Santo Domingo Lat 25°30'	<i>C.c. decolorata</i>	SDNHM	18430, 18431, 18432, 18433, 18434	2H 3M=5	25°30'19"N, 111°55'14"W
102	Camino San Carlos Km 13 Cd. Constit.	<i>C.c. decolorata</i>	UABC	1927	0H 1M=1	24°56'47"N, 111°57'00"W
103	Laguna al N Bahía Magdalena	<i>C.c. achrustera</i>	SDNHM	15249	0H 1M=1	24°39'43"N, 111°50'20"W
104	La Paz	<i>C.c. achrustera</i>	UABC	2006	1H 0M=1	24°08'32"N, 110°18'39"W
			MVZ	45143, 45146, 45144, 59270, 59264, 59263, 59262	1H 6M=7	
105	Los Pinos, Sierra Cacachilas	<i>C.c. achrustera</i>	UABC	2030	1H 0M=1	24°07'31"N, 110°03'49"W
106	3 millas S La Paz	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54941, 54943, 54942, 54940	2H 2M=4	24°07'23"N, 110°18'00"W
107	2 millas SO La Paz	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54939, 54935, 54934, 54938, 54937, 54936	3H 3M=6	24°07'12"N, 110°19'48"W
108	4 millas S La Paz	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54944	0H 1M=1	24°05'52"N, 110°20'06"W
109	Ejido Alvaro Obregón	<i>C.c. achrustera</i>	UABC	2008, 2007	1H 1M=2	23°42'59"N, 110°11'37"W
110	Todos Santos	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54933	1H 0M=1	23°27'00"N, 110°13'00"W
111	Agua Caliente	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54954, 54949, 54955, 54956, 54948	2H 3M=5	23°26'31"N, 109°46'29"W
112	Miraflores	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	59268, 59267, 59266, 59265	1H 3M=4	23°22'01"N, 109°46'28"W
		<i>C.c. achrustera</i>	CAS	38226	0H 1M=1	
113	Santa Anita	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54946	0H 1M=1	23°10'42"N, 109°42'04"W
114	Cabo San Lucas	<i>C.c. achrustera</i>	MVZ	54945	0H 1M=1	22°53'00"N, 109°54'00"W
					135H	
					203M	
				Total	338	



Anexo 2

Medidas (media ± DE en mm) de las variables morfométricas y colorimétricas por grupo de análisis para *Callipepla californica* de la península de Baja California, México. En negro, variables que discriminan entre grupos.

Variable		WCL	TiL	TrL	MTo	ML	BeLN	ECL	BeW	BeD
	Media±DE									
SUBESPECIES										
n=										
<i>C.c. achrusteria</i>	Machos	23	105.10±5.10	92.38±4.94	32.84±2.00	26.45±1.98	10.43±0.88	8.28±0.74	13.20±0.86	8.85±0.57
	Hembras	14	102.59±3.10	91.86±7.92	31.33±1.87	25.34±1.59	10.18±1.09	7.89±0.98	12.15±1.46	8.38±0.90
<i>C.c. decolorata</i>	Machos	42	107.16±4.45	91.88±8.07	32.59±2.73	26.05±1.24	10.29±1.37	8.41±0.68	13.26±0.91	8.93±0.85
	Hembras	41	103.40±5.57	89.43±5.94	31.79±1.91	25.44±1.61	10.19±1.19	8.09±0.65	12.97±0.87	8.53±0.75
<i>C.c. plumbea</i>	Machos	109	105.53±5.00	91.68±6.28	32.80±1.92	25.97±1.55	9.49±1.73	7.96±0.69	13.26±0.91	9.53±9.01
	Hembras	64	104.32±4.33	87.72±6.49	32.39±1.83	25.56±1.30	10.65±11.84	7.66±0.61	12.45±1.02	7.95±0.55
<i>C.c. californica</i>	Machos	27	107.57±5.50	89.72±9.08	32.85±1.91	25.90±1.29	9.17±2.06	7.92±0.56	12.51±1.09	8.09±0.83
	Hembras	16	106.22±7.99	85.82±5.56	36.65±17.83	25.29±2.21	8.95±2.36	7.69±0.90	12.27±1.03	7.96±0.53
LOCALIDAD TIPO										
n=										
<i>C.c. achrusteria</i>	Machos	12	103.96±4.57	93.92±4.24	33.34±2.16	26.97±2.34	10.46±0.84	8.21±0.72	13.03±0.85	8.87±0.42
La Paz, BCS	Hembras	8	103.26±2.47	90.55±9.97	31.03±2.33	25.23±1.52	9.70±1.04	7.75±1.12	11.57±1.65	7.99±1.01
<i>C.c. decolorata</i>	Machos	3	109.27±5.67	95.10±9.50	33.46±2.34	26.45±0.16	11.35±1.23	9.09±0.30	14.15±0.66	9.09±1.00
Bahía Concepción, BCS	Hembras	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>C.c. plumbea</i>	Machos	5	103.54±5.80	90.14±7.22	31.66±1.19	25.71±1.25	7.94±1.23	7.65±0.49	12.18±0.97	8.05±0.49
San Quintín, BC	Hembras	4	104.42±2.99	86.91±2.73	32.15±1.46	26.28±0.45	8.69±1.05	7.24±0.41	11.99±1.21	7.71±0.92
<i>C.c. californica</i>	Machos	9	111.21±5.38	86.78±9.20	33.72±2.25	26.83±1.00	7.63±0.60	8.04±0.49	12.51±0.53	7.76±0.37
Monterey, CA	Hembras	4	110.30±1.94	86.46±6.32	50.75±34.86	26.39±2.15	7.30±1.31	8.21±0.41	12.59±0.96	7.97±0.46
SUBESPECIES										
n=										
<i>C.c. achrusteria</i>	Machos	34	42.52±2.37	56.67±5.43	36.43±25.32	38.85±24.16	45.17±33.01	36.56±11.85	40.88±23.83	40.88±23.80
	Hembras	29	45.74±12.15	ND	35.73±13.08	37.57±12.54	41.00±21.13	37.22±12.73	37.67±12.68	57.14±10.17
<i>C.c. decolorata</i>	Machos	27	41.75±1.23	55.07±3.98	28.49±5.08	33.09±1.22	40.81±26.86	38.90±18.51	34.54±1.63	34.87±2.03
	Hembras	20	43.08±2.14	ND	ND	32.67±2.08	37.74±15.24	36.90±15.39	33.86±2.78	34.65±2.44
<i>C.c. plumbea</i>	Machos	77	40.75±15.58	51.48±3.88	26.86±5.39	31.50±1.83	38.90±27.63	34.98±13.84	32.95±1.92	36.80±22.79
	Hembras	54	42.64±9.31	ND	ND	31.76±10.05	35.30±13.39	33.74±13.60	34.98±13.48	33.93±9.79
<i>C.c. californica</i>	Machos	25	38.38±2.45	48.29±5.12	27.02±4.99	31.36±1.63	38.88±5.69	36.83±20.03	32.49±2.09	32.70±1.98
	Hembras	12	39.68±1.76	ND	ND	30.32±1.74	37.84±20.27	37.18±20.49	32.32±2.46	32.13±1.96
LOCALIDAD TIPO										
n=										
<i>C.c. achrusteria</i>	Machos	12	43.61±1.65	56.89±3.35	40.14±20.92	40.83±19.48	48.91±24.85	35.03±1.80	38.03±2.27	43.18±18.63
La Paz, BCS	Hembras	8	59.32±26.97	ND	51.24±32.58	52.80±31.63	51.64±32.34	52.52±31.85	53.31±31.36	67.04±22.99
<i>C.c. decolorata</i>	Machos	3	42.19±1.05	54.40±1.89	31.03±1.40	33.55±1.80	35.09±1.26	34.88±0.88	35.24±3.00	34.80±3.20
Bahía Concepción, BCS	Hembras	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>C.c. plumbea</i>	Machos	8	39.72±1.86	51.51±6.71	29.81±7.77	31.51±1.67	34.21±2.74	45.81±32.10	32.94±2.44	33.55±2.58
San Quintín, BC	Hembras	4	39.52±1.36	ND	ND	30.40±1.71	33.10±1.75	31.06±0.75	32.69±1.73	34.80±4.65
<i>C.c. californica</i>	Machos	9	36.12±1.44	46.05±5.89	26.54±6.07	30.89±2.13	32.85±3.86	37.29±24.36	35.15±2.44	32.35±2.53
Monterey, CA	Hembras	4	39.41±1.20	ND	ND	29.54±1.61	49.87±36.09	30.53±1.22	33.08±1.95	30.63±1.84

Notas de autor

Editor: Patricia Escalante Pliego
asociada:

*

Autor de correspondencia: gruiz@uabc.edu.mx

