

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Exploración preliminar del efecto de barreras geográficas  
y climáticas en la variabilidad genética del gecko  
*Gonatodes caudiscutatus* en el occidente del Ecuador y  
Galápagos**

**Lía Bernarda Altamirano Ponce**  
**Biología**

Trabajo de integración curricular presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Licenciada en Biología

Quito, 12 de mayo de 2020

# UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

## HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**Exploración preliminar del efecto de barreras geográficas y climáticas en la variabilidad genética del gecko *Gonatodes caudiscutatus* en el occidente del Ecuador y Galápagos**

**Lía Bernarda Altamirano Ponce**

**Calificación:**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Diego F. Cisneros Heredia, PhD  
María de Lourdes Torres, PhD**

**Firma del profesor:**

---

Quito, 12 de mayo de 2020

## DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Lía Bernarda Altamirano Ponce

Código: 00139677

Cédula de identidad: 1753446374

Lugar y fecha: Quito, 12 de mayo de 2020

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## RESUMEN

Los estudios de variabilidad genética entre poblaciones de una misma especie ofrecen evidencia para reconocer factores que intervienen en los procesos de especiación. Con base en estudios moleculares, se han documentado numerosos ejemplos del efecto de las barreras geográficas y diferencias climáticas en la especiación alopátrica. Así mismo, se ha logrado descartar supuestos aislamientos geográficos y eventos de especiación que estaban únicamente basados en diferencias morfológicas entre poblaciones de una misma especie. Por este motivo, es de gran interés el estudio de las variaciones genéticas de poblaciones que se cree, podrían estar divergiendo. *Gonatodes caudiscutatus* es un gecko endémico del occidente ecuatoriano que se introdujo en Galápagos hacia finales del siglo XIX. Estudios preliminares han identificado diferencias morfológicas a lo largo de su distribución, que podrían revelar diferenciación genética entre poblaciones de diferentes localidades. El objetivo de este estudio es determinar si las barreras geográficas y las diferencias climáticas a lo largo de la distribución de *Gonatodes caudiscutatus* afectan el flujo y variabilidad genética de las poblaciones. Tomamos muestras de músculo de la cola de 55 individuos, provenientes de 14 localidades en el occidente del Ecuador y 6 localidades en la isla San Cristóbal, Galápagos. Amplificamos dos genes nucleares (*CMOS* y *RAG2*) y un gen mitocondrial (*16S*). Con las secuencias obtenidas construimos un árbol filogenético y una red de haplotipos. *RAG2* no presentó variabilidad genética significativa entre los individuos, pero *CMOS* y *16S* validan la divergencia de dos grandes clados. Existen nueve haplotipos a lo largo del área muestreada, cuya variabilidad genética no se ve determinada por barreras geográficas o climáticas. En San Cristóbal se introdujeron dos de los haplotipos presentes a nivel continental. Dada la distribución homogénea de algunos haplotipos a nivel continental, no es posible saber si existieron una o numerosas introducciones, reflejando la importancia de profundizar en estudios moleculares de especies introducidas a las islas. A nivel continental las diferencias geográficas y climáticas no parecen actuar como barreras entre poblaciones y se evidencia flujo genético entre las diferentes regiones.

Key words: variabilidad genética, salamanquesa, gecko, *Gonatodes caudiscutatus*, Galápagos, zonas biogeográficas.

## ABSTRACT

Studies on genetic variability among populations from a single species, provide evidence to identify the factors that could affect the speciation process. Abundant molecular study-based examples of how geographic barriers and climatic differences affect allopatric speciation have been documented. Likewise, purported geographic isolations and speciation events that were solely based on morphological differences among populations of the same species have been ruled out. Thus, studying the genetic variations in populations which are believed to be diverging bears great interest. *Gonatodes caudiscutatus* is an endemic gecko from western Ecuador, which was introduced in Galápagos by the end of XIX century. Preliminary studies have identified morphological variations all along its distribution, that may reveal genetic differences among populations from different locations. The objective of this study is to determine if the geographic barriers and the climatic differences along *Gonatodes caudiscutatus*' distribution affect the genetic flow and variability of the populations. Tail muscle samples were taken from 55 individuals, from 14 localities in western Ecuador and 6 locations in San Cristóbal island (Galápagos). We amplified two nuclear genes (*CMOS* and *RAG2*) and one mitochondrial gene (*16S*). With the obtained sequences, we built a phylogenetic tree and a haplotype web. *RAG2* didn't show significant genetic variability among individuals, but *CMOS* and *16S* support the divergence of two big clades. There are nine haplotypes along our sample area, whose genetic variability is not determined by geographic or climatic barriers. Two of the continental haplotypes were introduced in San Cristóbal, but given the homogenic distribution of some haplotypes in the mainland, it is not possible to know whether there were one or numerous introductions; reflecting the importance of carrying out more detailed molecular studies of the introduced species in the islands. In the mainland, geographic and climatic differences do not seem to act as geographic barriers among populations, and genetic flow among the different regions is evident.

Key words: genetic variability, gecko, *Gonatodes caudiscutatus*, Galápagos, biogeography

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	10
DESARROLLO .....	16
Área de estudio.....	16
Diseño del estudio .....	18
Extracción de DNA, amplificación y secuenciación .....	20
Análisis filogenético .....	21
Resultados.....	22
Árbol Filogenético .....	22
Red de Haplotipos.....	24
Discusión .....	27
CONCLUSIÓN .....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS .....	39
Anexo 1: Localidades visitadas a nivel continental.....	39
Anexo 2: Localidades visitadas en San Cristóbal .....	40
Anexo 3: Códigos de las muestras utilizadas para el análisis filogenético y puntos GPS .....	40
Anexo 4: Árbol filogenético del gen <i>RAG2</i> con el modelo Neighbor Joining .....	42
Anexo 5: Árbol filogenético del gen <i>16S</i> con el modelo Neighbor Joining .....	42
Anexo 6: Árbol filogenético del gen <i>CMOS</i> con el modelo Neighbor Joining .....	43
Anexo 7: Secuencias para el gen <i>16S</i> .....	43
Anexo 8: Secuencias para el gen <i>CMOS</i> .....	50
Anexo 9: Secuencias para el gen <i>RAG2</i> .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Secuencias de primers utilizados.....	21
--	----



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1: Localidades de las que se obtuvo muestras de tejido.....	19
Figure 2: Árbol filogenético de <i>Gonatodes caudiscutatus</i> .....	24
Figure 3: Red de Haplotipos.....	25
Figura 4: Dispersión de los Haplotipos.....	26

## INTRODUCCIÓN

El comprender cómo los procesos naturales afectan a la variabilidad genética de una población es importante en biología evolutiva. Es posible evaluar diferentes sucesos, como el flujo genético entre poblaciones, y determinar cómo ha ido incrementando -o no- la variabilidad genética. Las variables ambientales pueden alterar el flujo genético al influenciar el movimiento de alelos, determinando la estructura poblacional y consecuentemente el camino evolutivo de las poblaciones (Hedrick *et al.*, 1976; Rainey & Travisano, 1998; Philip, 2006; Cadena *et al.*, 2011; Chaves, 2018; Jetz *et al.*, 2004; Wu *et al.*, 2015). La limitación de dispersión, la adaptación local y el historial de colonización son factores que determinan la estructura genética de la población en paisajes naturales. Una especie extenderá su rango hasta que sea detenida por barreras de dispersión (Orsini *et al.*, 2013). La distribución de una especie puede estar determinada, en gran escala, por barreras geográficas como montañas, desiertos u océanos (Schargel *et al.*, 2010; Slatkin, 1975; Wegmann *et al.*, 2006), pero también puede existir expansión por medios antropogénicos (Prentis *et al.*, 2008 )

Se han documentado numerosos ejemplos del efecto de barreras geográficas en especiación alopátrica (Barton, 2008; Hoskin, Higgie, McDonald, & Moritz, 2005; Hua & Wiens, 2010; Pyron & Burbrink, 2010). Se ha visto una tendencia a que exista mayor nivel de especiación por efectos de radiación adaptativa en las montañas de los trópicos debido a la disponibilidad de nichos, involucrando un mayor nivel de variabilidad genética (Esquerré *et al.*, 2019; Polato *et al.*, 2018; Quintero *et al.*, 2014). Se sabe que las barreras geográficas tienen un mayor efecto en los trópicos debido a

que: la efectividad de una barrera topográfica depende de la magnitud del gradiente de temperatura a través de esa barrera.; la latitud, la estacionalidad y la altitud influyen en la superposición climática entre altitudes; y que los organismos tropicales tienen rangos estrechos de tolerancia térmica independientemente de la altitud (Ghalambor, 2006; Janzen, 1967).

Por ejemplo, en Ecuador, los Andes actúa como barrera geográfica y a su vez, permiten que exista un amplio rango altitudinal en el que diversas especies pueden ocupar nichos únicos, promoviendo la radiación adaptativa (Amador *et al.*, 2018; Guayasamin *et al.*, 2017; Salgado-Roa *et al.*, 2018). Diferentes investigaciones han reportado nuevas especies en base a estudios genéticos tomando como base poblaciones distribuidas en los Andes. Meneses-Pelayo & Ramírez, (2020) describen una nueva especie de *Gonatodes* de la cordillera oriental de Colombia (*G. chucuri*), diferenciando poblaciones ubicadas en laderas opuestas de los Andes del Norte y sugiriendo que podrían existir más especies por descubrir tomando en cuenta los Andes colombianos como barrera geográfica. Gamble *et al.* (2008) investigaron la diversificación de los geckos del género *Gonatodes*, estudio en el cual se resalta el efecto de los Andes como barrera geográfica en el evento de vicarianza en algunos taxones, incluyendo a *G. caudiscutatus* y *G. eladioi*, cuyas poblaciones se encuentran a lados opuestos de los Andes ecuatorianos. Al occidente ecuatoriano, la diversificación de *Pristimantis ornatissimus* ha dado como resultado el remplazo por elevación de dos especies hermanas (Guayasamin *et al.*, 2017). Un estudio sobre la filogenia de *Engystomops* revela que existen dos grandes clados, donde aquel ubicado al occidente ecuatoriano presenta una radiación muy amplia dada la

disponibilidad de nichos; revelando que existen patrones de especiación marcados en la zona (Ron *et al.*, 2006).

Por otra parte, los océanos pueden actuar como barreras geográficas entre poblaciones de diferentes islas o con aquellas ubicadas en continente. En un experimento sobre diferenciación adaptativa se introdujeron ejemplares de dos especies del género *Anolis* en pequeñas islas de las Bahamas. Tras quince años se encontraron diferencias morfológicas entre las poblaciones, que se cree pudieron surgir a partir de cambios genéticos o por plasticidad fenotípica impulsada por el ambiente, o ambas (Losos *et al.*, 2001). La teoría de biogeografía de islas establece que la diversidad en islas tienden a alcanzar un equilibrio dinámico, resultado de un balance entre la tasa de colonización, especiación y extinción (MacArthur & Wilson, 1967); sin embargo, con el movimiento global cada vez mayor de especies asociadas con actividades humanas, se espera establecer un equilibrio diferente en comparación con las condiciones naturales (Silva-Rocha *et al.*, 2019). En islas, las especies introducidas de vertebrados son mayormente lagartijas, y dentro de estos, los geckos son el grupo más exitoso al momento de colonizar nuevos espacios (Austin *et al.*, 2004; Hawlitschek *et al.*, 2017; Silva-Rocha *et al.*, 2019; Torres-Carvajal *et al.*, 2014).

Muchas especies de geckos están adaptadas para vivir en condiciones antrópicas, lo cual hace que sean exitosas en sitios geográficamente difíciles de alcanzar; logrando su dispersión, atravesando barreras geográficas, al ser esta facilitada por humanos (Cisneros-Heredia, 2018). Por ejemplo, (1) la diversidad de especies del género *Lepidoblepharis* en centro América revela la importancia del estudio de la especiación in situ producto de la actividad geológica (canal de Panamá como barrera geográfica),

las fluctuaciones climáticas y el posterior aislamiento temporal. En este estudio se encuentra una alta estructura genética lo cual conduce a la descripción de tres nuevas especies (Batista et al., 2015). (2) Schargel et al. (2017) reportan una nueva especie de *Gonatodes* en la Cordillera de Mérida (Venezuela) en donde, a pesar de la proximidad geográfica con grupos hermanos, la diferencia altitudinal en su rango de dispersión refleja un aislamiento geográfico. (3) El escudo guayanés se han reportado seis especies distintas de geckos del género *Gonatodes*. Los autores destacan que la diversificación a partir de un mismo ancestro en esta región sugiere que existen variaciones climáticas en tierras bajas que podrían influir en los eventos de especiación y esperan que se identifique un mayor número de especies del género *Gonatodes* en la zona, la cual alberga un 30% de las especies registradas para el género, seguido por los Andes con un 26% (Schargel et al., 2010). Dado que los geckos no tienen una área de vida amplia (Dubey et al., 2012; Pinto et al., 2019) se espera que dentro de un rango altitudinal no necesariamente amplio existan poblaciones aisladas y eventos de especiación.

En Ecuador existen muchas especies nativas cuya variabilidad genética a lo largo de su distribución no ha sido estudiada y que pueden darnos información valiosa sobre los patrones de especiación ligados al efecto de barreras geográficas. *Gonatodes caudiscutatus* es un gecko nativo del occidente ecuatoriano, cuyos machos se caracterizan por presentar una coloración amarillo-anaranjada en la cabeza y ocelos azules a los costados, que varían en tamaño y número, eh incluso se cree que presentan patrones diferentes dependiendo de la localidad. Por otra parte, las hembras y los juveniles son mucho menos llamativos, presentando coloraciones crípticas (Sturaro & Avila-Pires, 2013). Ocurre desde el norte de Ecuador al norte

Peruano naturalmente (Carvajal-Campos & Torres-Carvajal, 2012), ocupando diferentes zonas biogeográficas (Morrone, 2014), cubriendo una variación altitudinal de 0-3400 msnm (Sierra, 1999). Se ha reportado como introducido en Galápagos y en algunas provincias del oriente ecuatoriano (Carvajal-Campos & Torres-Carvajal, 2012)

*Gonatodes caudiscutatus* fue introducido a Galápagos en las islas Santa Cruz, Isabela y San Cristóbal (Archipiélagos de Galápagos)(Olmedo & Cayot, 1994). Su primer registro data de 1892 en esta última isla, la más próxima al continente (aprox. 960 km de distancia). Se cree que pudo ser introducido al transportar productos desde Guayaquil (Hoogmoed, 1989; Olmedo & Cayot, 1994). Tomando en cuenta la ecología de islas, se esperaría que al presentar distintas presiones evolutivas las poblaciones aisladas diverjan tanto a nivel genético como fenotípico, incrementando la variabilidad genética entre poblaciones de la misma especie que se encuentran distribuidas a nivel continental e isleño (Orsini et al., 2013). Las poblaciones fundadoras suelen ser relativamente pequeñas, lo que puede aumentar la probabilidad de cambio a partir de la reestructuración genética o la deriva (Losos et al., 2001). El océano Pacífico representa una barrera geográfica que podría estar aislando a la población de San Cristóbal de las continentales; en el caso de que no existan numerosas introducciones de *Gonatodes caudiscutatus* a la isla.

Dado el tiempo de introducción de *Gonatodes caudiscutatus* en Galápagos, esto lo convierte en un modelo excelente para testear si las barreras geográficas están influyendo en la variabilidad genética de sus poblaciones y determinar la relación genética con las poblaciones continentales. Es importante entender más acerca de

los procesos de la biología de las introducciones en islas como Galápagos. Es muy poco lo que se sabe acerca de la población introducida de *Gonatodes caudiscutatus* en San Cristóbal. Reconocer el rango de dispersión de diferentes haplotipos podría permitir evaluar la capacidad de dispersión en ecosistemas similares dentro de las islas. Además, el entender las dinámicas moleculares en las diferentes poblaciones nos permite entender mejor los procesos evolutivos que se han dado en la región.

El objetivo de este estudio es ofrecer una exploración preliminar sobre el efecto de barreras geográficas y climáticas en la variabilidad genética del geco *Gonatodes caudiscutatus* en el occidente del Ecuador y Galápagos, implementando un estudio filogenético. Para reconocer el rango de dispersión de diferentes haplotipos evaluamos la distribución de los haplotipos encontrados en diferentes zonas biogeográficas a lo largo de su distribución natural.

## DESARROLLO

### Área de estudio.

El occidente ecuatoriano, o región costera, tiene unos 150 km de ancho desde la base de los Andes hasta la costa del océano Pacífico. Un rango costero relativamente bajo de montañas se extiende paralelamente tierra adentro en la costa, desde la ciudad de Esmeraldas al norte hasta Guayaquil en el sur, por una distancia de unos 350 km; lo cual se conoce como la cordillera de la costa. Las cumbres de las montañas costeras están en su mayoría entre 400 y 600 m de elevación, pero algunos picos aislados están por encima de 800 m. La cordillera costera es bastante continua en toda su longitud, pero es conocida por diferentes nombres locales: de norte a sur, las cordilleras de Mache Chindul, Jama, Colonche y Chongón (Neill, 2020). Al norte del Ecuador se encuentra el valle del río Esmeraldas, mientras que al sur del Ecuador se encuentra la amplia cuenca del río Guayas, casi llana. En la desembocadura del río Guayas se encuentra Guayaquil, la ciudad más grande de Ecuador y el puerto principal. El estuario del río Guayas desemboca en el Golfo de Guayaquil, el mayor embalse del Océano Pacífico en la costa sudamericana (Restall & Freile, 2018). La península de Santa Elena se extiende al oeste y sur de Guayaquil. Al sur de Guayaquil, hasta la frontera peruana, no hay una cadena costera de montañas, y allí la región costera es una franja estrecha de tierras bajas de 25 km de ancho entre los Andes y el Golfo de Guayaquil (Neill, 2020).

Nuestra área de estudio inicial tenía como propósito cubrir toda la distribución de *Gonatodes caudiscutatus* a lo largo del occidente ecuatoriano, sin embargo, solo logramos cubrir localidades entre Esmeraldas y Guayaquil. En esta área encontramos tres zonas biogeográficas, basadas en la clasificación por provincias de Morrone (2014) sobre la regionalización biogeográfica de la región neotropical, que toma en



cuenta análisis biogeográficas de plantas y animales terrestres para su delimitación. La primera es la zona biogeográfica Chocó-Darién; incluye las tierras bajas y altas del sudeste de Panamá, el oeste colombiano y las tierras bajas del pacífico y el piemontano de los Andes, bajo los 1000-1300 m de elevación, del oeste colombiano y noroeste ecuatoriano. Los límites al sur incluyen el río Esmeraldas y Guayllabamba (Ryan, 1962). La segunda es Western Ecuador (Ecuador Occidental); incluye tierras bajas y piemontano del occidente ecuatoriano, incluyendo la Cordillera de la Costa, bajo los 1000 m de elevación. Al norte limita con los ríos Esmeraldas y Guayllabamba y al sur no se tiene un límite claro. Se caracteriza por una zona climática húmeda tropical y se ve influenciado por la estacionalidad, ligado a un efecto sombra de la lluvia creado por la Cordillera de la Costa y las laderas occidentales de la cordillera del Ecuador (Dinerstein *et al.*, 1995). La tercera es Ecuadorian province (Provincia Ecuatoriana), que al igual que Western Ecuador no presenta un límite geográfico definido, pero están climáticamente vinculados. Se caracteriza por zonas tropicales semiáridas y áridas, y se ve afectada por la corriente de Humboldt (Müller, 1973). Tomamos en cuenta la distribución de *Gonatodes caudiscutatus* a lo largo de diferentes cuencas hidrográficas (en base a unidades hidrográficas de nivel 3) reportadas por SENAGUA (2009), razón por lo que colectamos muestras en varios sitios dentro de una misma zona biogeográfica.

Galápagos se caracteriza por tener un origen volcánico (Grehan, 2001). El clima varía dependiendo de la estación del año: caliente (en ciertos casos húmeda) en los meses de diciembre a mayo, donde ocurre el mayor crecimiento de plantas, abundancia de insectos y reproducción de aves; y fría o de garúa (en ocasiones seca) en los meses de junio a Noviembre, que se ve influenciada por la corriente de Humboldt. Este patrón

varía año a año y se ve influenciado por las corrientes del Niño o la Niña. Se reconocen siete zonas ecológicas en base a la fitoecología de las islas. De la elevación más baja a la más alta, se encuentra: (1) zona costera, (2) árida, (3) de transición, (4) *Scalesia*, (5) café, (6) *Miconia* y (7) las pampas (o zona de helechos) (Wiggins & Porter, 1971). Sin embargo, estas zonas no están bien definidas y pueden ir variando, dependiendo de la estación (Kricher, 2006). En Galápagos, las elevaciones altas y la humedad en ciertas zonas crea las condiciones adecuadas para que las especies invasoras puedan establecerse (Sampedro & Mena, 2018).

Nuestro estudio se enfocó en la isla San Cristóbal (558 km<sup>2</sup> de extensión), la cual cuenta con el reporte más antiguo de la introducción de *Gonatodes caudiscutatus*. Esta es una de las islas pobladas de Galápagos, cuyo primer asentamiento consta de 1832. En la actualidad, presenta poblados humanos en la parte baja y alta de la isla; con un enfoque en la producción agrícola y ganadera en esta última; la cual colinda con Parque Nacional. La ciudad principal, Puerto Baquerizo Moreno, cuenta con un aeropuerto con conexiones a los aeropuertos de Guayaquil y Quito en el Ecuador continental; y un puerto marítimo para pasajeros y carga, con conexiones a numerosos puertos nacionales e internacionales; incluyendo los puertos de Guayaquil, Manta y Salinas (Cisneros-Heredia, 2018).

## **Diseño del estudio**

### ***Colección de datos.***

Establecimos un total de 29 localidades a nivel continental y 11 localidades en San Cristóbal para llevar a cabo el muestreo. Nos basamos en los datos reportados sobre la distribución de *Gonatodes caudiscutatus* en el portal Bioweb de la PUCE

(SENESCYT & PUCE, 2019) para crear un itinerario de sitios en donde realizar la búsqueda de gecos durante los meses de Junio a Septiembre del 2019 (Anexo 1). Visitamos lugares en donde existiese un registro de la especie y en localidades donde se esperaría encontrarla en base a estudios en MAXENT reportados en el mismo portal. El muestreo se llevó a cabo a lo largo del occidente ecuatoriano y la isla San Cristóbal (Galápagos), visitando un total de siete provincias. A nivel continental visitamos las provincias: Santo Domingo de los Tsáchilas, Bolívar, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí y Guayas; cubriendo una variación altitudinal de 0-3400 msnm (Sierra, 1999). En San Cristóbal visitamos la parte baja y alta de la isla, con la zona agrícola como punto más alto.

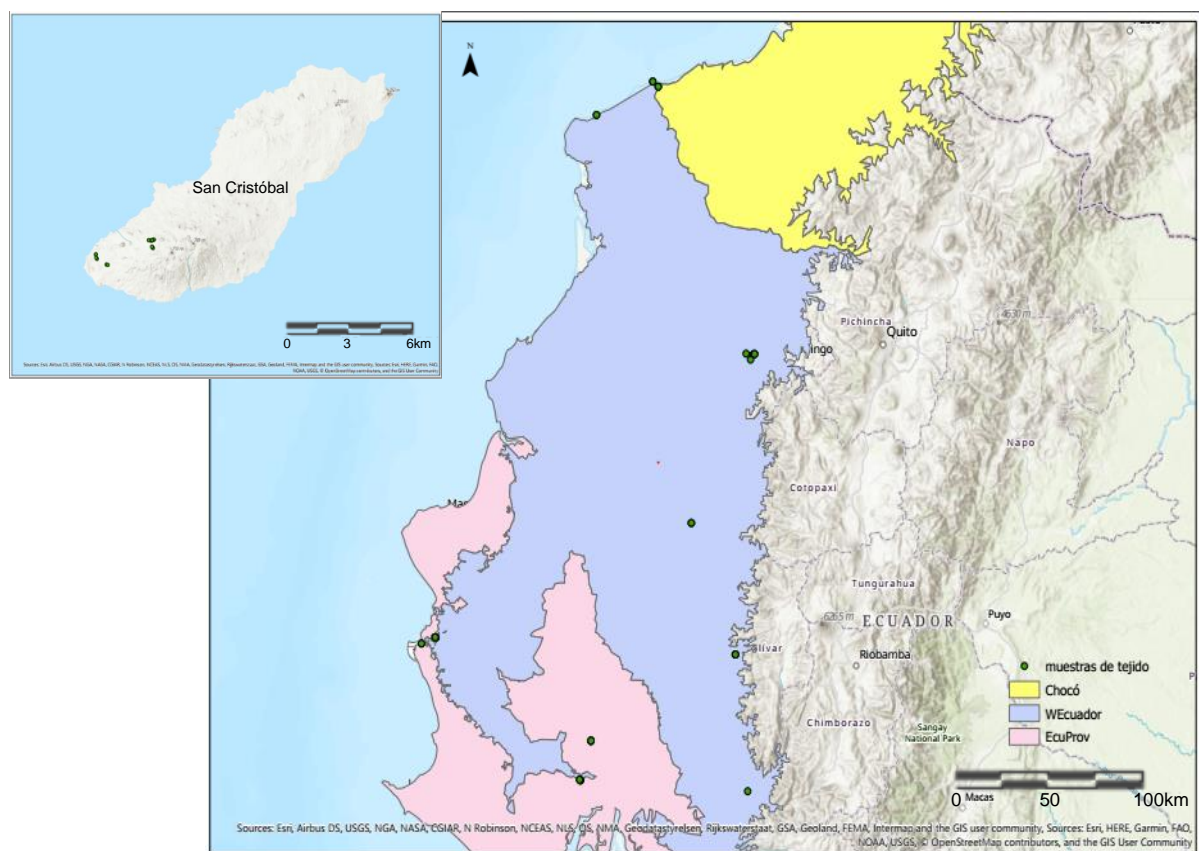


Figure 1: Localidades de las que se obtuvo muestras de tejido

En la leyenda: el punto verde representa tejidos colectados; los colores para las diferentes zonas biogeográficas: Amarillo Chocó-Darién (Chocó); azul Western Ecuador (WEcuador); y rosado Ecuador Province (EcuProv).

Realizamos transectos examinando con detenimiento debajo de piedras, troncos, escombros y cualquier otro microhábitat idóneo, colectando un total de 55 individuos de *Gonatodes caudiscutatus* en 14 localidades a lo largo de 6 provincias al occidente ecuatoriano y 6 localidades en la isla San Cristóbal (Figura 1). Nuestra unidad de muestreo es cada gecko del cual se obtuvo una muestra de músculo de la cola (obtenido de especímenes frescos eutanasiados en el campo), preservada en alcohol al 90% a una temperatura de -20°C. Los ejemplares fueron depositados en la colección de reptiles del laboratorio de Zoología Terrestre USFQ (Quito, Ecuador).

### **Extracción de DNA, amplificación y secuenciación**

Extrajimos ADN de las colas utilizando el protocolo de Lacértidos (Carranza *et al.*, 1999) y se purificó bajo el protocolo de fenol/cloroformo estandarizado en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la USFQ. Se realizaron algunas modificaciones en el proceso de limpieza con el fin de obtener una mayor concentración de ADN, en el cual se añadió acetato de amonio (NH<sub>4</sub>) y pistilos esterilizados para la completa pulverización del tejido muscular. Se resuspendió el ADN en TE 1x. La concentración y calidad del ADN obtenido fue evaluada en NANODROP 2000 y la inspección visual se realizó en geles de agarosa al 1,5% con SYBR Safe. Se diluyó cada muestra de ADN para obtener una concentración final de 20 ng/μl.

Utilizamos PCR para amplificar un fragmento del gen mitocondrial 16S rRNA (417 pb) y dos genes nucleares codificantes: oocyte-maturation factor MOS (*CMOS*) (415 pb) y recombination activating gene 2 (*RAG2*) (410 pb) (Gamble *et al.*, 2008; Schargel *et al.*, 2010), siguiendo los protocolos establecidos previamente para este estudio

(Villacreses-Arauz, 2019), basados en el estudio de Lobos (2013) para la sistemática molecular de las lagartijas del género *Alopoglossus*. Los primers utilizados tanto en la amplificación como en la secuenciación y alineamiento de estos fragmentos de ADN nuclear y mitocondrial están listados en la Tabla 1. El secuenciamiento fue realizado por Macrogen y las secuencias obtenidas fueron limpiadas y alineadas utilizando Geneious® bajo los parámetros default. Utilizamos a *Gonatodes eladioi* (Gamble et al., 2008) como outgroup, cuya secuencia se encuentra disponible en GenBank.

Tabla 1: Secuencias de primers utilizados

Gen	Primer	Secuencia (5'-3')	Condición termociclador
CMOS	FU-F	TTTGGTTCKGTCTACAAGGCTAC	Denaturación inicial de 96°C por 3 minutos, seguido de 32 ciclos de denaturación de 94°C por 32 segundos, una temperatura de hibridación de 52°C por 45 segundos y una temperatura de extensión de 72°C por 1 minuto; finalmente, una extensión de 72°C por 10 minutos
	FU-R	AGGGAACATCCAAAGTCTCCAAT	
RAG2	PY1-R	AACTGCCTRTTGTCCTGGTAT	Denaturación inicial de 94°C por 5 minutos, seguido de 32 ciclos de denaturación de 94°C por 32 segundos, una temperatura de hibridación de 52°C por 45 segundos y una temperatura de extensión de 72°C por 1 minuto; finalmente, una extensión de 72°C por 5 minutos
	PY1-F	CCCTGAGTTTGGATGCTGTACTT	
16S	16-F	CTAACCGTGCAAAGGTAGCGTAATCAC	Denaturación inicial de 94°C por 3 minutos, seguido de 45 ciclos de denaturación de 94°C por 30 segundos, una temperatura de hibridación de 52°C por 60 segundos y una temperatura de extensión de 72°C por 1 minuto; finalmente, una extensión de 72°C por 10 minutos
	16b	CTCCGGTCTGAACTCAGATCACGTAG	

### Análisis filogenético

Las relaciones filogenéticas se evaluaron bajo inferencia bayesiana (BI) y de máxima verosimilitud (ML). Construimos un árbol filogenético para cada gen con el modelo Neighbor Joining, utilizando la opción Geneious Tree Builder bajo los parámetros default, para evaluar la resolución de los marcadores utilizados. Para construir el árbol filogenético concatenamos las secuencias y determinamos qué combinación nos daba una mejor resolución filogenética, utilizando el modelo maximum likelihood (ML)

del servidor en línea IQ-tree (Trifinopoulos *et al.*, 2016), utilizando ModelFinder (Kalyaanamoorthy *et al.*, 2017) con 1000 bootstraps, y lo visualizamos en FigTree (Rambaut, 2016). Para construir la red de haplotipos utilizamos las secuencias para el gen *16S* y agrupamos las 52 muestras (Anexo 3) obtenidas tomando en cuenta poblaciones insulares o continentales en el programa DNAsp (Rozas *et al.*, 2017) y Arlequin 3.5 (Excoffier & Lischer, 2010) y generamos una red de haplotipos con el modelo median-joining en PopArt-1.7 (Leigh & Bryant, 2015). Coloreamos en el árbol filogenético los haplotipos obtenidos, y dentro del mapa geográfico incluimos dichos haplotipos junto con las zonas biogeográficas del muestreo utilizando ArcGIS Pro (ESRI, 2016).

## Resultados

### Árbol Filogenético

Tras evaluar la resolución de los marcadores en Geneious (Anexo 4-6) determinamos que *RAG2* no presenta variabilidad genética y disminuye la resolución del árbol filogenético al concatenar las secuencias de los tres genes, por lo que decidimos no utilizar las secuencias para este gen en el análisis del árbol filogenético ni la red de haplotipos. Tras concatenar las secuencias para construir el árbol filogenético utilizando el gen nuclear *CMOS* y el gen mitocondrial *16S*, obtuvimos 47 secuencias concatenadas de 845 pares de bases (pb). El árbol filogenético resultante (Fig. 2), basado en el modelo ML, presenta una mayor resolución que los árboles filogenéticos individuales para cada gen. En el árbol se observan dos grupos que divergen claramente; el primero, con un soporte de 81.9/95 y el segundo con 55.4/88. Cabe tomar en cuenta que el soporte de los nodos en los que divergen ciertos haplotipos no es muy fuerte en algunos casos. Tomando en cuenta el soporte en base a

bootstraps, podríamos asegurar que existen cuatro grandes clados o agrupaciones bien soportadas, las cuales se encuentran señaladas al lado derecho por corchetes.

Las agrupaciones tres presenta un distanciamiento genético significativo (tomando en cuenta la barra de escala) en relación con el resto de las agrupaciones. Además, las muestras de la rama correspondiente a la agrupación número dos representan a la localidad de Agua Blanca (Manabí, continente), y las muestras de la rama correspondiente a la agrupación tres representan a la localidad de Cerro Blanco (Guayaquil, continente) (Anexo1). Los sitios muestreados en estas localidades pertenecen a bosques grandes relativamente apartados de ciudades; mientras que el resto de los sitios de muestreo en continente están ubicadas dentro de ciudades o pueblos; lo cual podría estarnos indicando que existe relación entre la variación genética y la naturaleza del lugar de muestreo en continente.

Los códigos de cada muestra se encuentran coloreado en base a la región biogeográfica a la que pertenece a nivel continental y las de Galápagos se encuentran clasificadas en parte alta y baja de la isla. No se observa un patrón que nos indique que existe relación entre la variabilidad genética y la biorregión; por lo cual, aparentemente, no existe relación entre la variación genética entre las poblaciones de *Gonatodes caudiscutatus* y las barreras geográficas o climáticas que se presentan a lo largo de su distribución.

La agrupación número cuatro es la que mayor número de localidades contiene. Al observar los dos grandes clados, se ve que existen muestras de ejemplares de Galápagos (señaladas con \*) en ambos casos, lo cual nos indica que estos dos grupos

con variaciones genéticas marcadas han sido introducidos en Galápagos exitosamente. Para visualizar lo mencionado de mejor manera en la red de haplotipos, agrupamos las muestras por continentales y galapaguenses.

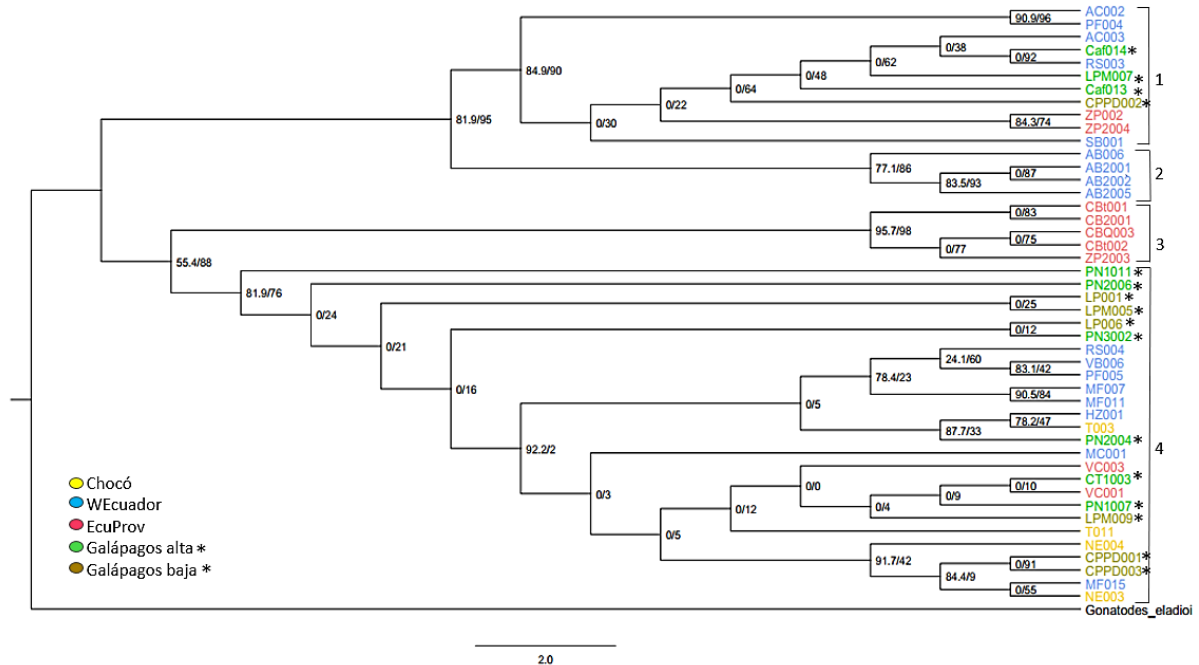


Figure 2: Árbol filogenético de *Gonatodes caudiscutatus*

Los códigos de las muestras se encuentran coloreados en base a las bioregiones a las que pertenecen, indicadas en la leyenda. Aquellas correspondientes a Galápagos se encuentran con un asterisco. Se indican en corchetes cuatro grandes grupos que presentan un soporte en base a bootstraps alto.

## Red de Haplotipos

En la red de haplotipos (Fig 3) utilizamos el marcador 16S, siendo este el que mayor variabilidad genética presentó y el que mayor nivel de resolución aportó al árbol filogenético. El número de sitios variables obtenido fue de 21, con un total de nueve haplotipos diferentes y una diversidad de haplotipos (Hd) de 0.7541. En base a las dos agrupaciones, en continente, la diversidad de nucleótidos (por sitio) (Pi) es 0.02135, conteniendo los nueve haplotipos, con una Hd de 0.852; mientras que en Galápagos el Pi es 0.01516, presentando dos haplotipos, y Hd de 0.485. Esto quiere



decir que dos de los nueve haplotipos han sido introducidos en la isla San Cristóbal, siendo estos los que mayor número de muestras presentan. De manera general, se observan dos grandes agrupaciones, dando soporte a las dos grandes agrupaciones identificadas en el árbol filogenético. Los haplotipos dos y nueve presentan un distanciamiento genético significativo con los haplotipos a los que se encuentran relacionados; estos corresponden a las poblaciones de Agua Blanca y Cerro Blanco, las cuales se observó en el árbol filogenético, se encuentran distanciadas del resto de muestras a nivel genético.

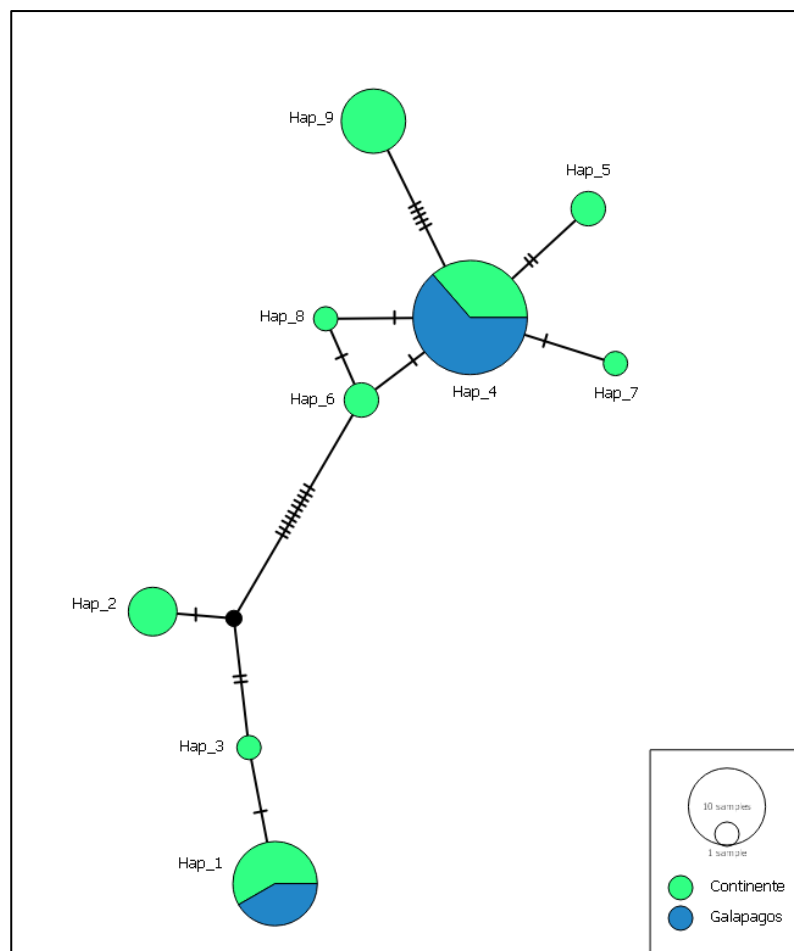


Figure 3: Red de Haplotipos

La red de haplotipos se ve coloreada en base a la siguiente clasificación: en color verde la población continental y en color azul la población de Galápagos. El tamaño de los círculos indica el número de muestras correspondientes a dicho haplotipo. El largo de las líneas nos indica el distanciamiento genético y el número de líneas perpendiculares reflejan el número de mutaciones entre los haplotipos.

La dispersión de los diferentes haplotipos en el mapa geográfico (Fig 4) refleja que no existe una correlación entre las variables geográficas, como la variación climática y altitudinal en las tres zonas biogeográficas muestreadas, y la variación genética de los individuos. Los ejemplares no presentan un haplotipo que se vea ligado a su biorregión, e incluso se observa que se presenta más de un haplotipo dentro de la misma área en ocasiones. Tomando en cuenta las dos grandes agrupaciones del árbol filogenético y la red de haplotipos, en el primero vemos que el haplotipo uno es el que mayor distribución presenta; mientras que en el segundo clado el haplotipo de mayor dispersión es el número cuatro. Estos dos haplotipos son a su vez los que se

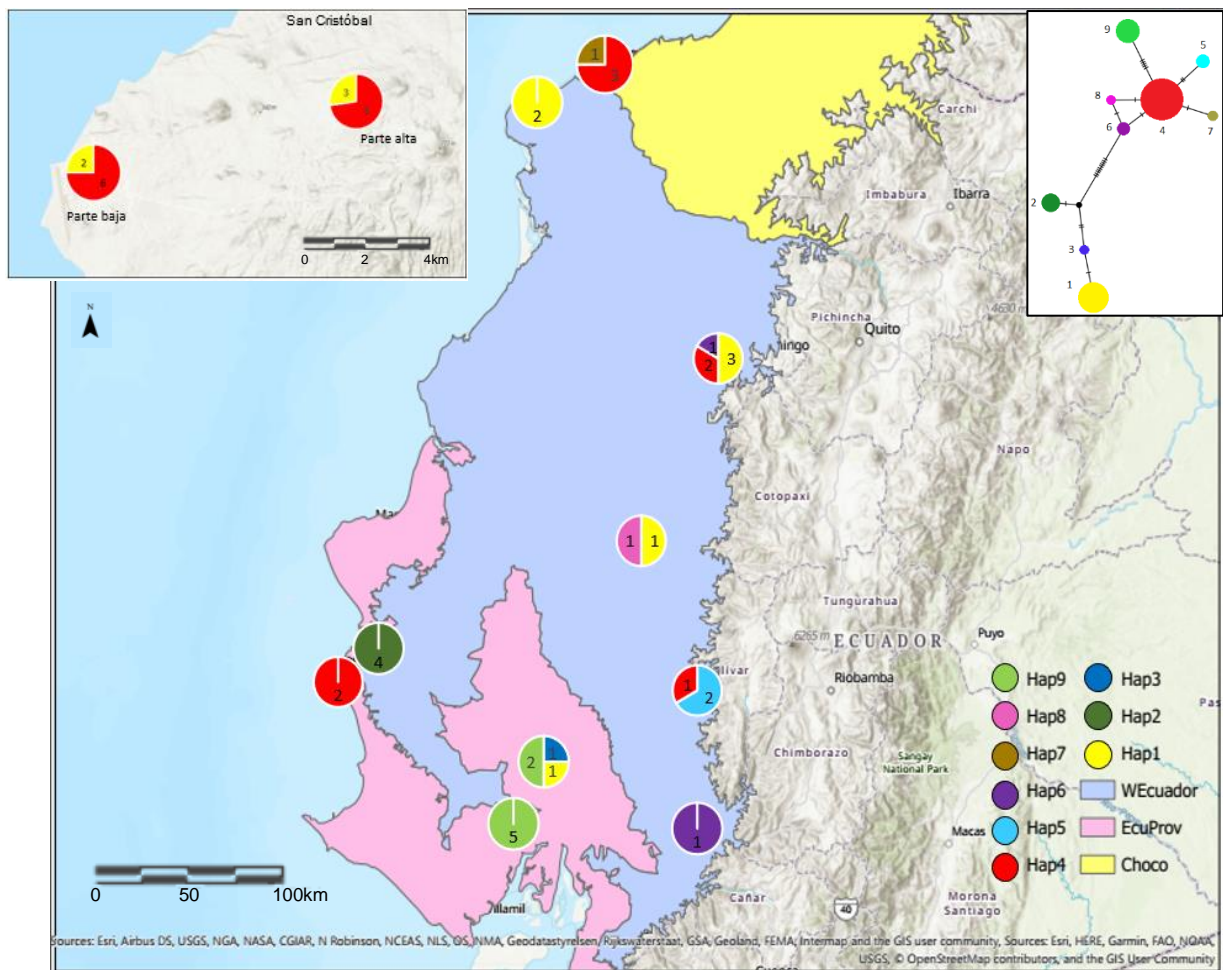


Figura 4: Dispersión de los Haplotipos

En el mapa geográfico se encuentran representadas las tres zonas biogeográficas junto con los haplotipos encontrados en este estudio (red de haplotipos en la esquina superior derecha, con cada haplotipo de un color diferente) representados en un gráfico de pie, indicando el color de aquellos presentes en determinada localidad, junto con el número de ejemplares pertenecientes a dicho haplotipo. En la esquina superior izquierda se encuentra el área estudiada en la isla San Cristóbal y debajo la región del Ecuador continental.

encuentran introducidos en San Cristóbal; tanto en la parte alta como baja de la isla. Sin embargo, en ciertos casos sí hay poblaciones con haplotipos únicos de la localidad en que se encuentran, como es el caso de la población de Agua Blanca y Cerro Blanco (Anexo 1); las dos únicas localidades en continente en donde tomamos muestras de tejido que presentan un ecosistema de bosque.

Al encontrar haplotipos continentales dentro de San Cristóbal, sugerimos que una razón por la que no ha ocurrido diferenciación genética se debe a que: (1) San Cristóbal presenta ecosistemas muy parecidos a los continentales (2) los marcadores utilizados no nos permiten observar el distanciamiento genético que ha ocurrido o (3) el tiempo transcurrido para que ocurra diferenciación genética es muy corto.

## **Discusión**

Solamente dos de los tres marcadores utilizados permitieron reconocer la variabilidad genética entre los individuos de las diferentes localidades muestreadas. El marcador *RAG2* indica que este gen es poco variable dentro de la especie y, a pesar de que su resolución permite encontrar diferencias genéticas a escala de especie (Gamble et al., 2008), parece ser muy estable entre los individuos de las poblaciones de *Gonatodes caudiscutatus*. *CMOS* y *16S* son genes que presentan una mayor variabilidad entre individuos, permitiendo el estudio de posibles eventos de divergencia a lo largo del tiempo. Jesus et al. (2006) han encontrado que altos niveles de variación intraespecífica de mtDNA son reportados frecuentemente para geckos (e.g. Austin et al., 2004; Harris et al., 2004; Kasapidis et al., 2005; Rocha et al., 2005). Por ejemplo, Kronauer et al. (2005) reportaron varios linajes dentro de *Thecadactylus rapicauda* separados por hasta 26.5% de divergencia de secuencia para *Citocromo*

b. Este gen también fue utilizado en el estudio de filogeografía con *Gonatodes humeralis* (Avila-Pires, Mulcahy, Werneck, & Sites, 2012), por lo cual en futuros estudios podría usarse para estudiar la variación genética entre poblaciones de *G. caudiscutatus*. Por otra parte, se ha encontrado que la variación dentro de los marcadores nucleares no es notable, lo que lleva a la hipótesis de que los geckos tienen una tasa relativamente rápida de evolución de ADNmt (Austin et al., 2004; Harris et al., 2004; Jesus et al., 2006; Rato & James Harris, 2008). Esto concuerda con nuestros hallazgos y nuestro estudio resalta la importancia de continuar explorando la variabilidad genética dentro de otros genes para esta especie y los geckos en general.

Varios de los haplotipos encontrados en la investigación están en más de una localidad a lo largo de la distribución de *Gonatodes caudiscutatus*, presentando una diversidad de haplotipos (Hd) de 0.75. Esto contrasta con el estudio de Avila-Pires et al., (2012) sobre la filogeografía de *Gonatodes humeralis*, en el que se probó el efecto de los ríos como barreras geográficas. Esta especie de gecko ocupa el rango más amplio de distribución geográfica en el género *Gonatodes*, cubriendo varias zonas biogeográficas (Morrone, 2014). Este estudio utilizó mtDNA (16S y cytochrome b) de 56 muestras de individuos y se encontraron 44 haplotipos distintos, en donde ningún haplotipo ocurre en más de una localidad, lo cual sugiere que las poblaciones de *Gonatodes humeralis* están altamente diferenciadas y relativamente aisladas unas de otras, reportando un (Hd) de 0.98; considerablemente más alto que en nuestro estudio. Al igual que en nuestra investigación, los autores encontraron una baja resolución filogenética entre las poblaciones muestreadas. Por su parte, concluyen que sería necesario agregar marcadores nucleares para obtener una resolución suficiente de cualquier hipótesis filogeográfica relacionada con *Gonatodes humeralis*.

Con base en la investigación de Avila-Pires et al (2012), Pinto et al. (2019) llevaron a cabo un estudio filogeográfico para determinar si *Gonatodes humeralis* es una o varias especies a lo largo de su distribución, al analizar la estructura genética poblacional de *G. humeralis* mediante la secuenciación asociada a sitios de restricción (RADseq) y con métodos tradicionales de Sanger. Llegaron a la conclusión de que *Gonatodes humeralis* es una sola especie en todo su rango contiguo en América del Sur, lo cual refleja que, a pesar de que los haplotipos encontrados por Avila-Pires et al., estaban relativamente aislados, no existe una variación genética lo suficientemente alta como para hablar de eventos de especiación. Por el contrario, en nuestro estudio encontramos haplotipos dispersos en todo el rango de distribución de *Gonatodes caudiscutatus*, por lo que las barreras geográficas, en el caso de San Cristóbal, y climáticas, a nivel continental, no afectan al flujo genético de la especie.

En general, para *Gonatodes caudiscutatus* la variación climática, tomando en cuenta el rango altitudinal a lo largo de su distribución, no parece actuar como un factor determinante para que se dé un aislamiento geográfico; pero los haplotipos de Agua Blanca y Cerro Blanco sí aparentan tener cierto grado de aislamiento y esto podría estar relacionado con las diferencias morfológicas observadas. Algo similar se ha visto en peces *Rhoadsia altipinna*, endémicos del oeste ecuatoriano, los cuales presentan variación morfológica entre poblaciones y aparentemente existe divergencia entre aquellas geográficamente aisladas (Aguirre et al., 2016).

Esto contrasta con lo encontrado en otras investigaciones, pues, tomando en cuenta el espacio geográfico estudiado, los patrones geográficos-climáticos del occidente ecuatoriano han sido un factor importante para diversos eventos de especiación. Por ejemplo, un clado entero del género *Engystomops* se ha diversificado altamente en esta zona y es posible encontrar cinco especies diferentes dentro de dos de las zonas

biogeográficas en las que muestreamos (Ron *et al.*, 2006). Esto también se observa en aves, taxón en el que se ha visto cómo la variabilidad genética entre poblaciones de un colibrí de la especie *Adelomyia melanogenys* está relacionada con cambios climáticos y ambientales (Chaves *et al.*, 2007). En un estudio sobre el mecanismo de especiación de *Hypanartia* (Lepidoptera) en parte del occidente ecuatoriano, se menciona que el gradiente de elevación parece haber actuado en el proceso de especiación durante la historia evolutiva temprana del clado (Willmott *et al.*, 2001). También se reconoce al noroeste de los Andes ecuatorianos (1000-3000 msnm) como un punto focal para el origen y la radiación de *Pristimantis* (Waddell *et al.*, 2018).

Un factor que podría estar influenciando la dispersión de *Gonatodes caudiscutus*, permitiendo su paso por las diferentes zonas biogeográficas, y a la vez hace evidente un patrón casi homogéneo en la dispersión de los haplotipos, es el hecho de que han existido grandes modificaciones en el uso de la tierra en la región de la costa a lo largo del último siglo, lo cual ha transformado de manera drástica el ecosistema (De-Koning *et al.*, 1999; Southgate, 1990; Zevallos, 1989). Tomando en cuenta que las muestras de los bosques de Cerro Blanco y Agua Blanca presentan variabilidad genética marcada dentro de su clado, sugerimos que la distribución original de la especie se remontaba a los bosques de esta zona, y se fue dando una expansión de la especie hacia el Norte conforme se fue alterando el ecosistema costero, por efectos de la expansión agrícola. Esto también explicaría el límite de la distribución de *Gonatodes caudiscutatus* al norte ecuatoriano, pues colinda con los bosques colombianos que no han sido afectados por efectos antropogénicos. Tomando en cuenta el poco tiempo que ha transcurrido tras estos impactos, la variabilidad genética y la dispersión de los haplotipos se vería justificada. La capacidad de dispersión de la especie por efectos antropogénicos está claramente evidenciada por la introducción

a Galápagos y el occidente ecuatoriano, lo cual podría reflejar cómo a pesar de tener una vagilidad baja, podrían estarse desplazando largas distancias, introducidos por error al transportar productos agrícolas (Hoogmoed, 1989; Olmedo & Cayot, 1994) .

Adicionalmente, al momento de muestrear encontramos diferencias morfológicas en la localidad de Agua Blanca, referentes al tamaño de los especímenes, lo cual podría reflejar una diferencia entre poblaciones; aquellos adaptados a vivir en bosque y aquellos que viven en zonas rurales, es decir, diferencias originadas por presiones ambientales.

Reconocemos que nuestro análisis de cómo afectan las barreras geográficas y las diferencias climáticas a la variabilidad genética de *Gonatodes caudiscutatus* es preliminar, ya que excluye a la población introducida al oriente ecuatoriano y se basa solo en dos marcadores (*16S* y *CMOS*, *RAG2* no presentó variabilidad entre individuos). Sin embargo, decidimos proporcionar una primera aproximación tentativa a las variaciones genéticas entre individuos de diferentes localidades. Las relaciones filogenéticas e intraespecíficas de la especie deben evaluarse más a fondo utilizando datos tradicionales e incorporando nuevas fuentes de información; por ejemplo, el conteo de lamelas o la morfología hemipenial (Meneses-Pelayo & Ramírez, 2020).

Debido a la dispersión de los haplotipos a lo largo de las localidades muestreadas, nuestros resultados no nos permiten determinar el número de introducciones en San Cristóbal, ni la procedencia del arribo. Con la información presentada, podemos hipotetizar dos formas en las que los dos clados fueron introducidos: la primera, es que existieron dos o más introducciones a la isla para que pudiesen presentarse los dos haplotipos existentes actualmente; y la segunda, que existió un solo evento de introducción en el que se presentaron los dos haplotipos en el mismo arribo. Esta

última posibilidad se basa en la presencia de varios haplotipos en una misma localidad a nivel continental, por lo que el evento fundador pudo dar la posibilidad de que ambos haplotipos llegasen al mismo tiempo. Para confirmar cualquiera de las dos hipótesis es necesario continuar con la investigación utilizando relojes moleculares. Esto también permitiría determinar si existe flujo genético continuo entre las poblaciones de *Gonatodes caudiscutatus* del occidente ecuatoriano e insular.

Las muestras de Galápagos no muestran diferenciación genética con respecto a las continentales. El tiempo de diferenciación puede ser inherente a la especie, pues se ha reportado casos en que existe una variación genética marcada en apenas 15 años en poblaciones introducidas a islas (Losos *et al.*, 2001). Un estudio de Chaves (2018) sobre las consecuencias genéticas de especies invasoras en las islas Galápagos reporta que, a pesar de que pueden ocurrir variaciones evolutivas de manera rápida como respuesta a los cambios ambientales o a la introducción en un nuevo hábitat, las especies invasoras en Galápagos muestran una alteración genética escasa o nula. Señala que es posible que: (1) las condiciones ambientales en estas islas se parezcan mucho a las del área de distribución nativa, (2) los marcadores genéticos comúnmente utilizados no proporcionen suficiente información para recuperar la firma de la adaptación genética, o (3) el momento relativamente reciente de invasiones fuese el factor principal que limita la acumulación de tales diferencias. Esto valida lo que encontramos en nuestra investigación y remarca la importancia de realizar más análisis sobre la variabilidad genética de especies introducidas como *Gonatodes caudiscutatus* a las islas Galápagos, utilizando diferentes marcadores, y mantener un registro de los cambios genéticos que pueden darse cada cierto periodo.



## CONCLUSIÓN

Existen nueve haplotipos a lo largo del área muestreada, cuya variabilidad genética no se ve determinada por barreras geográficas o climáticas. En San Cristóbal se introdujeron dos de los haplotipos presentes a nivel continental. Dada la distribución homogénea de algunos haplotipos a nivel continental, no es posible saber si existió una o numerosas introducciones, reflejando la importancia de profundizar en estudios moleculares de especies introducidas a las islas. A nivel continental las diferencias geográficas y climáticas no parecen actuar como barreras entre poblaciones y se evidencia flujo genético entre las diferentes regiones.

## REFERENCIAS

- Aguirre, W. E., Navarrete, R., Malato, G., Calle, P., Loh, M. K., Vital, W. F., ... Granda, J. C. (2016). Body Shape Variation and Population Genetic Structure of *Rhoadsia altipinna* (Characidae: Rhoadsiinae) in Southwestern Ecuador. *Copeia*, 104(2), 554–569. <https://doi.org/10.1643/cg-15-289>
- Amador, L., Parada, A., D'Elía, G., & Guayasamin, J. M. (2018). Uncovering hidden specific diversity of Andean glassfrogs of the *Centrolene buckleyi* species complex (Anura: Centrolenidae). *PeerJ*, 6(October), e5856. <https://doi.org/10.7717/peerj.5856>
- Austin, J. J., Arnold, E. N., & Jones, C. G. (2004). Reconstructing an island radiation using ancient and recent DNA: The extinct and living day geckos (*Phelsuma*) of the Mascarene islands. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2003.07.011>
- Avila-Pires, T. C. S., Mulcahy, D. G., Werneck, F. P., & Sites, J. W. (2012). Phylogeography of the Teiid Lizard *Kentropyx calcarata* and the Sphaerodactylid *Gonatodes humeralis* (Reptilia: Squamata): Testing A Geological Scenario for the Lower Amazon–Tocantins Basins, Amazonia, Brazil. *Herpetologica*, 68(2), 272. <https://doi.org/10.1655/herpetologica-d-11-00021.1>
- Barton, N. H. (2008). The effect of a barrier to gene flow on patterns of geographic variation. *Genetics Research*. <https://doi.org/10.1017/S0016672307009081>
- Batista, A., Ponce, M., Vesely, M., Mebert, K., Hertz, A., Köhler, G., ... Lotzkat, S. (2015). Revision of the genus *Lepidoblepharis* (Reptilia: Squamata: Sphaerodactylidae) in Central America, with the description of three new species. *Zootaxa*, 3994(2), 187–221. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3994.2.2>
- Cadena, C. D., Kozak, K. H., Gómez, J. P., Parra, J. L., McCain, C. M., Bowie, R. C. K., ... Graham, C. H. (2011). Latitude, elevational climatic zonation and speciation in New World vertebrates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1726), 194–201. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0720>
- Carranza. (1999). STATUS OF THE EXTINCT GIANT LACERTID LIZARD *GALLOTIA SIMONYI SIMONYI* (REPTILIA: LACERTIDAE) ASSESSED USING mtDNA SEQUENCES FROM MUSEUM SPECIMENS. *HERPETOLOGICAL JOURNAL*, 9, 83–86.
- Carvajal-Campos, A., & Torres-Carvajal, O. (2012). *Gonatodescaudiscuta* tus(günther, 1859)(Squamata: Sphaerodactylidae): Distribution extension in Ecuador. *Check List*. <https://doi.org/10.15560/8.3.525>
- Chaves, J. A. (2018). Genetic Consequences of Invasive Species in the Galapagos Islands. In M. L. Torres & C. F. Mena (Eds.), *Understanding Invasive Species in the Galapagos Islands, Social and Ecological Interactions in the Galapagos Islands* (pp. 19–32). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2_2)
- Chaves, J. A., Pollinger, J. P., Smith, T. B., & LeBuhn, G. (2007). The role of geography and ecology in shaping the phylogeography of the speckled hummingbird (*Adelomyia melanogenys*) in Ecuador. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43(3), 795–807. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.11.006>
- Cisneros-Heredia, D. F. (2018). *The Hitchhiker Wave: Non-native Small Terrestrial Vertebrates in the Galapagos*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2_7)
- De Koning, G. H. J., Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1999). Exploring changes in Ecuadorian land use for food production and their effects on natural resources. *Journal of Environmental Management*, 57(4), 221–237. <https://doi.org/10.1006/jema.1999.0305>
- Dubey, S., Croak, B., Pike, D., Webb, J., & Shine, R. (2012). Phylogeography and dispersal in the velvet gecko (*Oedura lesueurii*), and potential implications for conservation of an endangered snake (*Hoplocephalus bungaroides*). *BMC Evolutionary Biology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-12-67>
- Esquerré, D., Brennan, I. G., Catullo, R. A., Torres-Pérez, F., & Keogh, J. S. (2019). How mountains shape biodiversity: The role of the Andes in biogeography, diversification, and

- reproductive biology in South America's most species-rich lizard radiation (Squamata: Liolaemidae). *Evolution*, 73(2), 214–230. <https://doi.org/10.1111/evo.13657>
- ESRI. (2016). ArcGIS PRO : Essential Workflows. *Esri*.  
<https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.5b00541>
- Excoffier, L., & Lischer, H. E. L. (2010). Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02847.x>
- Gamble, T., Simons, A. M., Colli, G. R., & Vitt, L. J. (2008). Tertiary climate change and the diversification of the Amazonian gecko genus *Gonatodes* (Sphaerodactylidae, Squamata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46(1), 269–277.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.08.013>
- Ghalambor, C. K. (2006). Are mountain passes higher in the tropics? Janzen's hypothesis revisited. *Integrative and Comparative Biology*, 46(1), 5–17.  
<https://doi.org/10.1093/icb/icj003>
- Grehan, J. (2001). Biogeography and evolution of the Galapagos: Integration of the biological and geological evidence. *Biological Journal of the Linnean Society*.  
<https://doi.org/10.1006/bijl.2001.0576>
- Guayasamin, J. M., Hutter, C. R., Tapia, E. E., Culebras, J., Peñafiel, N., Pyron, R. A., ... Arteaga, A. (2017). Diversification of the rainfrog *pristimantis ornatissimus* in the lowlands and andean foothills of Ecuador. *PLoS ONE*, 12(3), 1–21.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172615>
- Harris, D. J., Batista, V., Carretero, M. A., & Ferrand, N. (2004). Genetic variation in *Tarentola mauritanica* (Reptilia: Gekkonidae) across the Strait of Gibraltar derived from mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Amphibia Reptilia*.
- Hawlitshchek, O., Toussaint, E. F. A., Gehring, P. S., Ratsoavina, F. M., Cole, N., Crottini, A., ... Glaw, F. (2017). Gecko phylogeography in the Western Indian Ocean region: the oldest clade of *Ebenavia inunguis* lives on the youngest island. *Journal of Biogeography*, 44(2), 409–420. <https://doi.org/10.1111/jbi.12912>
- Hedrick, P. W., Ginevan, M. E., & Ewing, E. P. (1976). Genetic Polymorphism in Heterogeneous Environments. *Annual Review of Ecology and Systematics*.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.07.110176.000245>
- Hedrick, Philip W. (2006). Genetic Polymorphism in Heterogeneous Environments: The Age of Genomics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110132>
- Hoogmoed, M. S. (1989). Introduced Geckos in Puerto Ayora, Santa Cruz, With Remarks on Other Areas. *Noticias de Galapagos*, 47(47), 12–16.
- Hoskin, C. J., Higgie, M., McDonald, K. R., & Moritz, C. (2005). Reinforcement drives rapid allopatric speciation. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature04004>
- Hua, X., & Wiens, J. J. (2010). Latitudinal variation in speciation mechanisms in frogs. *Evolution*. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00836.x>
- Janzen, D. H. (1967). Why Mountain Passes Are Higher In The Tropics. *The American Naturalist*, 101(919), 545–548.
- Jesus, J., Brehm, A., & Harris, D. J. (2006). Phylogenetic relationships of *Lygodactylus* geckos from the Gulf of Guinea islands: Rapid rates of mitochondrial DNA sequence evolution? *Herpetological Journal*.
- Jetz, W., Rahbek, C., & Colwell, R. K. (2004). The coincidence of rarity and richness and the potential signature of history in centres of endemism. *Ecology Letters*, 7(12), 1180–1191.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00678.x>
- Kalyaanamoorthy, S., Minh, B. Q., Wong, T. K. F., Von Haeseler, A., & Jermiin, L. S. (2017). ModelFinder: Fast model selection for accurate phylogenetic estimates. *Nature Methods*.  
<https://doi.org/10.1038/nmeth.4285>
- Kasapidis, P., Magoulas, A., Mylonas, M., & Zouros, E. (2005). The phylogeography of the gecko *Cyrtopodion kotschy* (Reptilia: Gekkonidae) in the Aegean archipelago. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.02.005>
- Kricher, J. C. (2006). *Galápagos: A Natural History*. New Jersey: Princeton University Press.

- Kronauer, D. J. C., Bergmann, P. J., Mercer, J. M., & Russell, A. P. (2005). A phylogeographically distinct and deep divergence in the widespread Neotropical turnip-tailed gecko, *Thecadactylus rapicauda*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.10.009>
- Leigh, J. W., & Bryant, D. (2015). POPART: Full-feature software for haplotype network construction. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(9), 1110–1116. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12410>
- Lobos, S. (2013). Sistemática molecular de las lagartijas del género *Alopoglossus* (Autarchoglossa: Gymnophthalmidae) en el Ecuador. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5830>
- Losos, J. B., Schoener, T. W., Warheit, K. I., & Creer, D. (2001). Experimental studies of adaptive differentiation in Bahamian *Anolis* lizards. *Genetica*, 112–113, 399–415. <https://doi.org/10.1023/A:1013387705408>
- Meneses-Pelayo, E., & Ramírez, J. P. (2020). A new species of the genus *Gonatodes* (Squamata: Sauria: Sphaerodactylidae) from the western flank of the Cordillera Oriental in Colombia, with description of its hemipenial morphology. *Zootaxa*, 4729(2), 207–227. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4729.2.4>
- Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the neotropical region. In *Zootaxa* (Vol. 3782). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Neill, D. A. (2020, abril 08). Geography. Retrieved from Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/ecuador/geography.shtml>
- Olmedo, J., & Cayot, L. J. (1994). Introduced geckos in the towns of Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela. *Noticias de Galápagos*, (53), 7–12.
- Orsini, L., Vanoverbeke, J., Swillen, I., Mergeay, J., & De Meester, L. (2013). Drivers of population genetic differentiation in the wild: Isolation by dispersal limitation, isolation by adaptation and isolation by colonization. *Molecular Ecology*, 22(24), 5983–5999. <https://doi.org/10.1111/mec.12561>
- Pinto, B. J., Colli, G. R., Higham, T. E., Russell, A. P., Scantlebury, D. P., Vitt, L. J., & Gamble, T. (2019). Population genetic structure and species delimitation of a widespread, Neotropical dwarf gecko. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 133, 54–66. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.12.029>
- Polato, N. R., Gill, B. A., Shah, A. A., Gray, M. M., Casner, K. L., Barthelet, A., ... Zamudio, K. R. (2018). Narrow thermal tolerance and low dispersal drive higher speciation in tropical mountains. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(49), 12471–12476. <https://doi.org/10.1073/pnas.1809326115>
- Prentis, P. J., Wilson, J. R. U., Dormontt, E. E., Richardson, D. M., & Lowe, A. J. (2008). Adaptive evolution in invasive species. *Trends in Plant Science*. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.03.004>
- Pyron, R. A., & Burbrink, F. T. (2010). Hard and soft allopatry: Physically and ecologically mediated modes of geographic speciation. *Journal of Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02336.x>
- Quintero, I., González-Caro, S., Zalamea, P. C., & Cadena, C. D. (2014). Asynchrony of seasons: Genetic differentiation associated with geographic variation in climatic seasonality and reproductive phenology. *American Naturalist*. <https://doi.org/10.1086/677261>
- Rainey, P. B., & Travisano, M. (1998). Adaptive radiation in a heterogeneous environment. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/27900>
- Rambaut, A. (2016). FigTree. version 1.4.3.
- Rato, C., & James Harris, D. (2008). Genetic variation within *Saurodactylus* and its phylogenetic relationships within the Gekkonoidea estimated from mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Amphibia Reptilia*, 29(1), 25–34. <https://doi.org/10.1163/156853808783431406>
- Restall, R. & Freile, J. (2018). Birds of Ecuador (Helm Field Guides). Bloomsbury.
- Rocha, S., Carretero, M. A., & Harris, D. J. (2005). Diversity and phylogenetic relationships

- of Hemidactylus geckos from the Comoro islands. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.11.023>
- Ron, S. R., Santos, J. C., & Cannatella, D. C. (2006). Phylogeny of the túngara frog genus *Engystomops* (=Physalaemus pustulosus species group; Anura: Leptodactylidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 39(2), 392–403. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.11.022>
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sanchez-DelBarrio, J. C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S. E., & Sanchez-Gracia, A. (2017). DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular Biology and Evolution*. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx248>
- Salgado-Roa, F. C., Pardo-Díaz, C., Lasso, E., Arias, C. F., Solferini, V. N., & Salazar, C. (2018). Gene flow and Andean uplift shape the diversification of *Gasteracantha cancriformis* (Araneae: Araneidae) in Northern South America. *Ecology and Evolution*, 8(14), 7131–7142. <https://doi.org/10.1002/ece3.4237>
- Sampedro, C., & Mena, C. F. (2018). *Remote Sensing of Invasive Species in the Galapagos Islands: Comparison of Pixel-Based, Principal Component, and Object-Oriented Image Classification Approaches*. 155–174. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67177-2_9)
- Schargel, W. E., Rivas, G. A., García-Pérez, J. E., Rivero-Blanco, C., Chippindale, P. T., & Fujita, M. K. (2017). A new species of *Gonatodes* (Squamata: Sphaerodactylidae) from the western versant of the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Zootaxa*, 4291(3), 549–562. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4291.3.7>
- Schargel, W. E., Rivas, G. A., Makowsky, R., Señaris, J. C., Natera, M. A., Barros, T. R., ... Barrio-Amorós, C. L. (2010). Phylogenetic systematics of the genus *Gonatodes* (Squamata: Sphaerodactylidae) in the Guayana region, with description of a new species from Venezuela. *Systematics and Biodiversity*, 8(3), 321–339. <https://doi.org/10.1080/14772000.2010.504757>
- SENAGUA. (2009). Delimitación y codificación de unidades geográficas del Ecuador. *Secretaría Nacional Del Agua de Ecuador*, 18.
- SENESCYT, & PUCE. (2019). Bioweb Ecuador.
- Sierra, R. (Ed.). (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Quito: Proyecto INEFAN/GERF-BIRF y Ecociencia.
- Silva-Rocha, I. R., Salvi, D., Carretero, M. A., & Ficitola, G. F. (2019). Alien reptiles on Mediterranean Islands: A model for invasion biogeography. *Diversity and Distributions*, 25(6), 995–1005. <https://doi.org/10.1111/ddi.12911>
- Slatkin, M. (1975). Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science*, 236 (4803), 787–792. <https://doi.org/10.1126/science.3576198>
- Torres-Carvajal, O., Barnes, C. W., Pozo-Andrade, M. J., Tapia, W., & Nicholls, G. (2014). Older than the Islands: Origin and diversification of Galápagos leaf-toed geckos (Phyllodactylidae: Phyllodactylus) by multiple colonizations. *Journal of Biogeography*, 41(10), 1883–1894. <https://doi.org/10.1111/jbi.12375>
- Trifinopoulos, J., Nguyen, L. T., von Haeseler, A., & Minh, B. Q. (2016). W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. *Nucleic Acids Research*. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw256>
- Villacreses Arauz, E. (2019). *Estandarización de primers mitocondriales y nucleares para futuros análisis filogenéticos en la especie Gonatodes caudiscutatus*. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.
- Waddell, E. H., Crotti, M., Loughheed, S. C., Cannatella, D. C., & Elmer, K. R. (2018). Hierarchies of evolutionary radiation in the world's most species rich vertebrate group, the Neotropical *Pristimantis* leaf litter frogs. *Systematics and Biodiversity*, 16(8), 807–819. <https://doi.org/10.1080/14772000.2018.1503202>
- Wegmann, D., Currat, M., & Excoffier, L. (2006). Molecular diversity after a range expansion in heterogeneous environments. *Genetics*. <https://doi.org/10.1534/genetics.106.062851>
- Willmott, K. R., Hall, J. P. W., & Lamas, G. (2001). Systematics of *Hypanartia* (Lepidoptera: Nymphalidae: Nymphalinae), with a test for geographical speciation mechanisms in the Andes. *Systematic Entomology*, 26(4), 369–399. <https://doi.org/10.1046/j.1365->

3113.2001.00157.x

Wu, Z., Yu, D., Wang, Z., Li, X., & Xu, X. (2015). Great influence of geographic isolation on the genetic differentiation of *Myriophyllum spicatum* under a steep environmental gradient. *Scientific Reports*, 5(March), 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep15618>

## ANEXOS

### Anexo 1: Localidades visitadas a nivel continental

Código	Localidad	Provincia	lat	lon	Fecha de muestreo	Altitud (m)
AB	Agua Blanca 1	Manabí	-1.533502964	-80.7418	12/08/2019	59
AC	Hotel El Acantilado	Esmeraldas	0.836164998	-79.9374	01/08/2019	25
CA	Caimito	Esmeraldas	0.699076038	-80.0909	30/07/2019	129
CB	Cerro Blanco	Guayas	-2.18245497	-80.017	27//082019 al 31/08/2019	35
ER	El Reencuentro	Manabi	-1.068307003	-80.8691	26/08/2019	376
HZ	Hotel Zaracay	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.249031037	-79.1543	22/07/2019	577
JC2	Jama Club 2	Manabi	-0.076112039	-80.1729	26/08/2019	20
LI	Liguiqui	Manabi	-1.059223032	-80.8796	26/08/2019	244
RLP	Reserva Natural "La Perla".	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.015363023	-79.379	23/07/2019	239
LS	La Sequita	Manabi	-1.00800097	-80.6096	25/08/2019	137
MC	Reserva Ecologica Mariano Chanchay	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.271122968	-79.1677	23/07/2019	541
MF	Hosteria Madera Fina	Bolivar	-1.612048019	-79.2449	08/08/2019	399
M	Hotel Mandala	Manabí	-1.561367009	-80.8107	25/08/2019	10
NE	Colegio Nuevo Ecuador	Esmeraldas	0.987963025	-79.657	31/07/2019	22
PD	Pedro Franco Davila de Hachay	Los Rios	-1.240355037	-79.6679	31/07/2019	57
PF	Parque de la Familia y la Juventud	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.248157978	-79.1492	25/07/2019	582
PLK	Parque Lineal Kenedy Norte	Guayas	-2.157924995	-79.9026	25/07/2019	8
PU	Prosperina Urbana	Guayas	-2.152301995	-79.9609	25/07/2029	112
RS	Hotel Riverside	Los Rios	-1.014916962	-79.4646	08/10/2019	70
SB	Santuario Bomboli	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.24653	-79.1916	25/07/2019	612
SL	San Lorenzo	Manabi	-0.447505033	-80.4602	09/08/2019	16
T	Tachina	Esmeraldas	0.964712966	-79.6297	30/07/2019	11
UL	Urbanizacion El Rio	Guayas	-2.133056978	-79.8603	29/08/2019	7
VB	Vía a Bucay	Guayas	-2.23206603	-79.1837	09/03/2019	229
VC	Hostal Villa Colombia	Manabí	-1.561645037	-80.8103	08/11/2019	10
ZP	Zoológico Pantanal	Guayas	-2.003104035	-79.965	28/08/2019	7
ZT	Zoológico el Tapir	Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0.118104033	-79.2587	25/07/2019	371
MCH	Reserva Ecológica Manglar Churute	Guayas	-2.42424	-79.6609	24/07/2019	27

## Anexo 2: Localidades visitadas en San Cristóbal

Código	Localidad	Provincia	lat	lon	Fecha de muestreo	Altitud (m)
CH	Canada Hospital	Galápagos	-0.89885	-89.6048	03/07/2019	25
CPPD	Canada Parque Playa Dorada	Galápagos	-0.899076	-89.6076	29/06/2019	12
LOB	Lobería	Galápagos	-0.922663	-89.6171	02/07/2019	5
LOL	Lab of Life	Galápagos	-0.882463	-89.536	12/07/2019	400
LP	Las Penas	Galápagos	-0.902612	-89.6073	07/04/2019	26
LPM	Las Palmeras	Galápagos	-0.910328	-89.5953	07/07/2019	85
PN	Parque Nacional	Galápagos	-0.911584	-89.5949	6/19/2019, 6/20/2019, 6/25/2019, 7/9/2019	369
Caf	Cafetal	Galápagos	-0.891645	-89.5377	24/06/2019	412
CM	Camino mirador	Galápagos	-0.886335	-89.5405	11/07/2019	393
CT	Canada Tranquila	Galápagos	-0.889939	-89.5386	22/06/19	390
PO	Playa Ochoa	Galápagos	-0.886944	-89.5518	11/07/2019	285

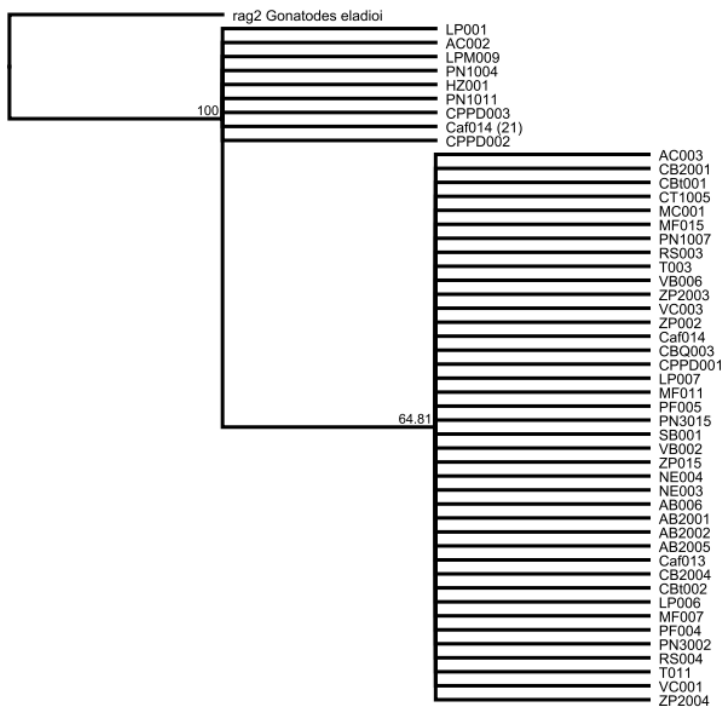
## Anexo 3: Códigos de las muestras utilizadas para el análisis filogenético y puntos GPS

#	name	lat	lon
1	AC002	0.836475	-79.9376
2	HZ003	-0.24903	-79.1543
3	PF004	-0.24817	-79.1493
4	RS003	-1.01492	-79.4646
5	AC003	0.836165	-79.9374
6	CT 005	-0.89051	-89.5387
7	LPM007	-0.91085	-89.5931
8	CPPD002	-0.89913	-89.6078
9	Caf 014	-0.89193	-89.5375
10	SB001	-0.24653	-79.1916
11	Caf 013	-0.89193	-89.5375
12	ZP002	-2.00325	-79.9651
13	AB006	-1.53491	-80.7379
14	AB2001	-1.53351	-80.7419
15	AB2002	-1.53353	-80.7419
16	AB2005	-1.53358	-80.7419
17	ZP2004	-2.00345	-79.9651
18	CPP001	-0.89915	-89.6078
19	PN3 002	-0.88349	-89.5403
20	LP006	-0.90397	-89.6065
21	LPM005	-0.91042	-89.5948
22	PN2006	-0.88262	-89.5365

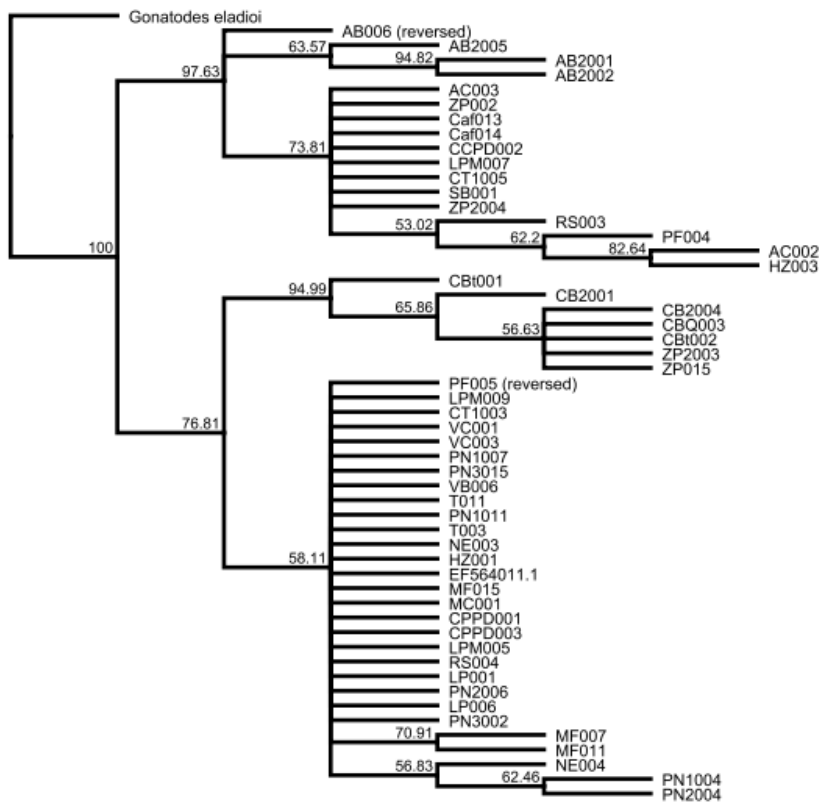


23	LP001	-0.90261	-89.6073
24	CPPD003	-0.89908	-89.6076
25	MF015	-1.61142	-79.2448
26	NE003	0.987963	-79.657
27	PN1011	-0.88274	-89.5379
28	PN3 015	-0.8832	-89.5429
29	CT 003	-0.89051	-89.5387
30	T011	0.964792	-79.6295
31	HZ001	-0.24927	-79.1547
32	PN1004	-0.88358	-89.5389
33	PN2004	-0.88252	-89.5368
34	VC001	-1.5616	-80.8102
35	NE004	0.987829	-79.6569
36	VC003	-1.56165	-80.8103
37	MC001	-0.27375	-79.1694
38	LPM009	-0.91083	-89.5931
39	PN1007	-0.88317	-89.5386
40	MF007	-1.61166	-79.2452
41	MF011	-1.61136	-79.2448
42	PF005	-0.24844	-79.1493
43	VB006	-2.23207	-79.1837
44	T003	0.964704	-79.6296
45	RS004	-1.01492	-79.4646
46	CB2001	-2.18261	-80.0173
47	CBt001	-2.18186	-80.0178
48	CB2004	-2.17948	-80.0215
49	ZP2003	-2.00345	-79.9651
50	CBt002	-2.18186	-80.0178
51	CBQ003	-2.17948	-80.0215
52	ZP015	-2.00298	-79.9651

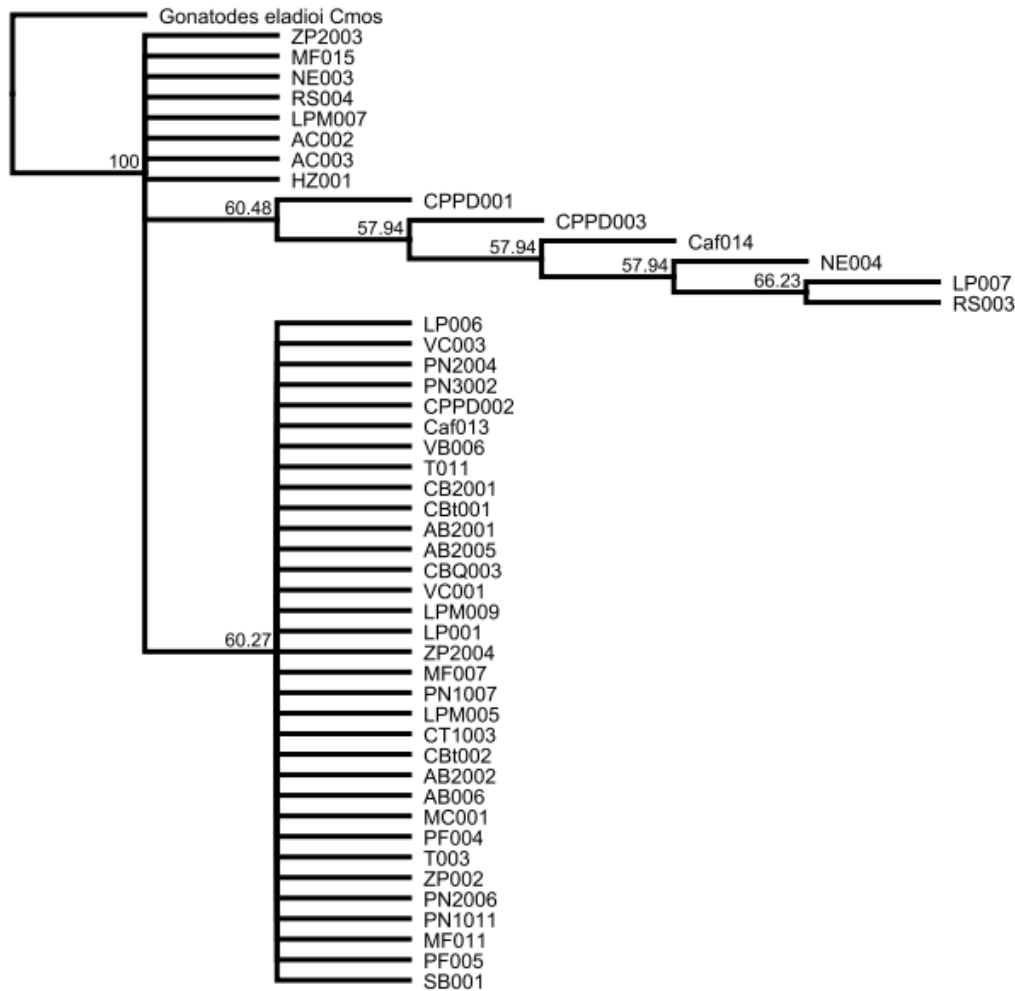
### Anexo 4: Árbol filogenético del gen *RAG2* con el modelo Neighbor Joining



### Anexo 5: Árbol filogenético del gen *16S* con el modelo Neighbor Joining



## Anexo 6: Árbol filogenético del gen *CMOS* con el modelo Neighbor Joining



## Anexo 7: Secuencias para el gen *16S*

AC003\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

Caf013\$2 -----

TTGTCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

Caf014\$2 -----

TTGTCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA



CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

AC002\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTANGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCNTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

HZ003\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTACGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

ZP002\$1 -----

TTCTCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGTCACAGCAC  
TACTACCACATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCTATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCNCTACCAAGGGTTCGTTTNTTCAACGATTAATGTC 417

AB200\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCCACAGCAC  
TACTACCATATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACGCACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCNGGTGGTGCAGCCNCTACCAANGGTTCNTTT-TTCAACGATTAANGTC 416

AB2002\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCCACAGCAC  
TACTACCATATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACGCACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCCGGTGGTGCAGCCCCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

AB2005\$1 -----

TTCTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATACTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCCACAGCAC  
TACTACCATATAGCGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTGCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACATTAA  
ACCCCGCAACGACGCACATGTCACTGCACCCACACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTAC  
CCCAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGAT  
CAGGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

NE004\$1 -----

TNGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

CT1003\$2 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTACGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

HZ001\$1 -----

TCGTCCCCAAATAGGAAATAGTACGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

MC001\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

MF007\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATACAGTGTCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

MF011\$1 -----

TTGTCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATACAGTGTCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

VB006\$1 -----

TNNTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCCACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

T003\$1 -----

TCGTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

RS004\$1 -----

TTNTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCGACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

PN2004\$2 -----

TCNTCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

T011\$1 -----

TTNTCCCCAAATAGGAAATAGTANGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC

TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGG-GCAGCCNCTACCAAGGGTTCCTTNGTTCAACGATTAATGTC 416

PF005\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTANGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCCACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCCAGTGGTGCAGCCCTACCAAGGGTTCCTTGTTCACGATTAATGTC 417

PN1004\$2 -----

TCGTCCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

CBt001\$1 -----

TNGTCCCCCAAATAGGAAATAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCAGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

CB2001\$1 -----

TCGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCAGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

CB2004\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCAGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

CBQ003\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCAGTGGTGCAGCCGCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAATGTC 417

ZP015\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTNCGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCAGTGGTGCAGCCNCTACCAAGGGTTCGTTTGTTCACGATTAAGGTC 417

ZP2003\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTTAACTGTCTCTTTTGTCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT

TCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

CBt002\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGGTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAAGCACT  
 ACTATTACATAATGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAT  
 TCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCCC  
 AGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GACCTCCCGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

CPPD001\$2 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

CPPD003\$2 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

LP001\$2 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

LP006\$2 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

LPM005\$2 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

LPM009\$2 -----

TNNTCCCCCAAATAGGAANTAGTANGAACGGCCACATGAGGNTTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC  
 CAGGGATAACAGCGCCATCCTCTTCTAGAGCCCCTATCGCCAAGAGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCA  
 GGACCTCCTGGTGGTGCAGCCGCTACCAAAGGTTTCGTTTGTCAACGATTAATGTC 417

MF015\$1 -----

TTGTCCCCCAAATAGGAACTAGTATGAACGGCCACATGAGGATTTAACTGTCTCTTTTAGTTGCTCAATGAAC  
 TTGATCTTTTCAGTACAAAAGCTGAAATATTCCATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCTTAAGCTAAAACACT  
 ACTATTATATAGTGCCTCCCTTTAGTTGGGGCGACTACGGAACAAAACACAACCTCCCTGCCACACAATTAAC  
 CCCGCAACGACACACATGTCACCTGCACCCCTACCACGACCCAGTACTACTGACTAACGAACCAAGTTACCC





## Anexo 8: Secuencias para el gen *CMOS*

NE004

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
GCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

Caf014

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
GCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

CPPD003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
GCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

LP007

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
GCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATA-TCAT-ACT-AAC----- 398

RS003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTC---  
ACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATGCTATCTATGGAATAACTG  
GGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAAAGCCTAGCTCAATCTCTGC  
ACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTGCACCTGGATTTAAAA-----  
----- 373

CPPD001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGACAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
GCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

ZP2003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGT  
GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

MF015

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT

GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCNNA 415

NE003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTG---- 411

RS004

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACR-AATATTTGCAA 414

LPM007

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

AC002

CGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGAGCTT  
 CTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACATGCTC  
 CCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATGCTAT  
 CTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAARCC  
 TAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTGCAC  
 CTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATAT----- 404

AC003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

HZ001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 RCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGT  
 GCACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

VC003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTAAGTGAACAGAATATTTGCAA 415

PN2004

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA

ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

PN3002

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

CPPD002

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

Caf013

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

LP006

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAAC----- 385

VB006

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGRCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CAC----- 364

PN2006

GTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGAGCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTT  
GATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACATGCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACC  
ATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATGCTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAA  
GGAAGGATGATGGCCTTGGATGKGGCCGAGAGTCCTTAAACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACA  
TTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTGCACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCAC  
----- 361

PF005

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGKGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCAT-ACT-AACAGAATA----- 405

PN1011

-----GAG--  
ACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGAGCTTCTGGGC  
AGAATAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACATGCTCCCCTGCT  
TGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATGCTATCTATGG  
AAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGKGGCCGAGAGTCCTTAAACCTAGCTCA  
ATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTCACAGTTAATTGTGCACCTGGATT  
TAAAACCTGCTAACATATTCATTACT-AACAGAAATT----- 401

SB001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTRGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAKGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGG----- 368

T011

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

CB2001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

CBt001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

AB2001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

AB2005

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

ZP002

-----  
 CAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGAGCTTCTGGGCAGAA  
 CTAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACATGCTCCCCTGCTGGT  
 CAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATGCTATCTATGGAATA  
 ACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAAACCTAGCTCAATCT  
 CTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTGCACCTGGATTTAA  
 ACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 401

CBQ003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
 GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
 GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
 CTATCTATGGAATAACTGGGTAACAGTCAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
 ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
 CACCTGGATTTAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

VC001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA



CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

CBt002

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

AB2002

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

AB006

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

MC001

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

PF004

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCAA 415

T003

TTACCGAGGAACTACAGTGGCTGTAAAGCAGGTGAAGAAATGCAGTAAGAACAGTTTAGCATCACGGCAGA  
GCTTCTGGGCAGAACTAAATGTGGCACATCTTGATCATCAAAATGTGGTACGTGTAATAGCTGCTAGCACAT  
GCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATGGAATATGTAGGTAACAGCACTCTGCATCATG  
CTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGGATGATGGCCTTGGATGTGGCCGAGAGTCCTTAA  
ACCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTAACATTGTAGCAGGTTTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTG  
CACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAGAATATTTGCRAA 415

Gonatodes eladioi Cmos -----

TGCAGTAAGAACAGTTTAGCCTCACGGCAGAGCTTCTGGGCAGAAATTAATGTGGCACGTCTTGATCATCAA  
AATGTGGTACGTATAATAGCTGCTAGCACATGCTCCCCTGCTGGTCAGGACAGTTTAGGGACCATAATAATG  
GAATATGTAGGTAACATCACTCTGCATCATGCTATCTATGGAAATAACTGGGTAACAGTCAAAAGGAAGTATG  
ATGGCCTTGGATGTGGCCAAGAGTCCTTAAGCCTAGCTCAATCTCTGCACTACTCCTGTGACATTGTGGCAG  
GATTAGCCTTTCTTCATTACAGTTAATTGTGCACCTGGATTTAAAACCTGCTAACATATTCATTACTGAACAA  
AATATTTGCAA- 374

## Anexo 9: Secuencias para el gen *RAG2*

rag2 *Gonatodes eladioi* ---

ATGTTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTTTTTTCATCTTTCCCTTGCTAGAAATGATACCATTTATATCATT  
GGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAACCTTTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGC

AGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTATCTGGGGGGATTTTCAGTATCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAA  
GAAAATGAGTTTGTATTGTTGGGGTTATCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATC  
TGGAAAATTACAAGATAGAGATAGTGGGGAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAG  
ATA----- 365

CPPD002 -----

ATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACA  
ACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCWCCCCWTWGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCT  
TTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGG  
GGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAG  
TGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATAT-----  
341

AC002 -----

MGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGA  
AACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTG  
CTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTAT  
TGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATC  
GAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGA  
T----- 362

LPM009 -----

MGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGA  
AACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTG  
CTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTAT  
TGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATC  
GAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGA  
TATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 389

PN1004 -----

MGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGA  
AACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTG  
CTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTAT  
TGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATC  
GAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGA  
TATGGGAAATGGAATTGTACT----- 382

VC003

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCRAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

ZP002

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCRAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

NE004

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATG----- 393

NE003

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTTCAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA



AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTAC----- 402

HZ001

CGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGA  
AACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTG  
CTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTAT  
TGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATC  
GAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGA  
TATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 389

CPPD003

GGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCA  
ACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTG  
TCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTG  
GGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAATTACAAGATCGAGAT  
AGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGG  
GAAATG----- 367

AB006

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

AB2001

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

AB2002

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

AB2005

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

AC003

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

Caf013

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGGAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410







AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

VB006

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

VC001

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

ZP015

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

ZP2003

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

ZP2004

CATACATTCTCCAGAACTTCAGAATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATC  
ATTGGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATA  
GGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGT  
GAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTA  
AATCTGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTG  
CAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 410

Caf014 (21)

-----  
TTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACC  
TCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGG  
GGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCA  
TTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGA  
GAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATGGAAT  
TGTACTGTTGGGT 374

LP001

-----  
TTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGAAACCAACAACAGACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCT  
CCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGTGTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGT  
CACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTTGGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAA  
TACAGTAAATCTGGAAAAATTACAAGATCGAGATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAA  
GCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGATATGGGAAATG----- 327

PN1011

-----  
ATGGATTCTCTTTTCATCTTTCCCTTGCCAGAAATGATACCATTTATATCATTGGGGGGCATTCCATTGAAACC  
AACAACCTCCAAACCTCTACAAGATAAAAAATTGACCTCCCCATAGGCAGCCCAGCTGTGAACTGCTGT  
GTCTTGTCTGGGGGGATTTCAAGTGTCCAGTGCCATTATGTCACAGGTGAAAGAAAATGAGTATGTTATTGTT  
GGGGGTTACCATTCTGACAATCAGAAAAGGATGGTTTGTAAATACAGTAAATCTGGAAAAATTACAAGATCGAG  
ATAGTGGGAAGAGAGGCACCAGAATGGACCCAGATATCAAGCACTGCAAGATATGGTTTGGGAGTGATAT  
GGGAAATGGAATTGTACTGTTGGGT 386