

Curso de Evolución 2020

Facultad de Ciencias

Montevideo, Uruguay

<http://evolucion.fcien.edu.uy/>

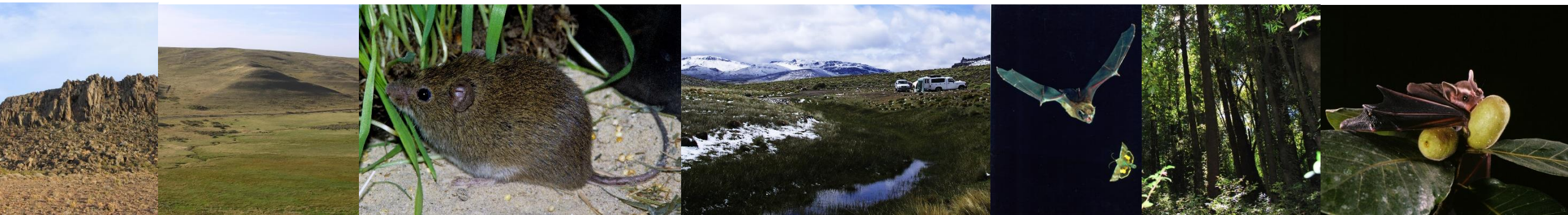
<http://eva.fcien.udelar.edu.uy/>

10. Evolución a nivel genómico. **Transcriptómica evolutiva**. Aproximaciones genómicas al estudio de la selección natural y a otros temas. Síntesis.

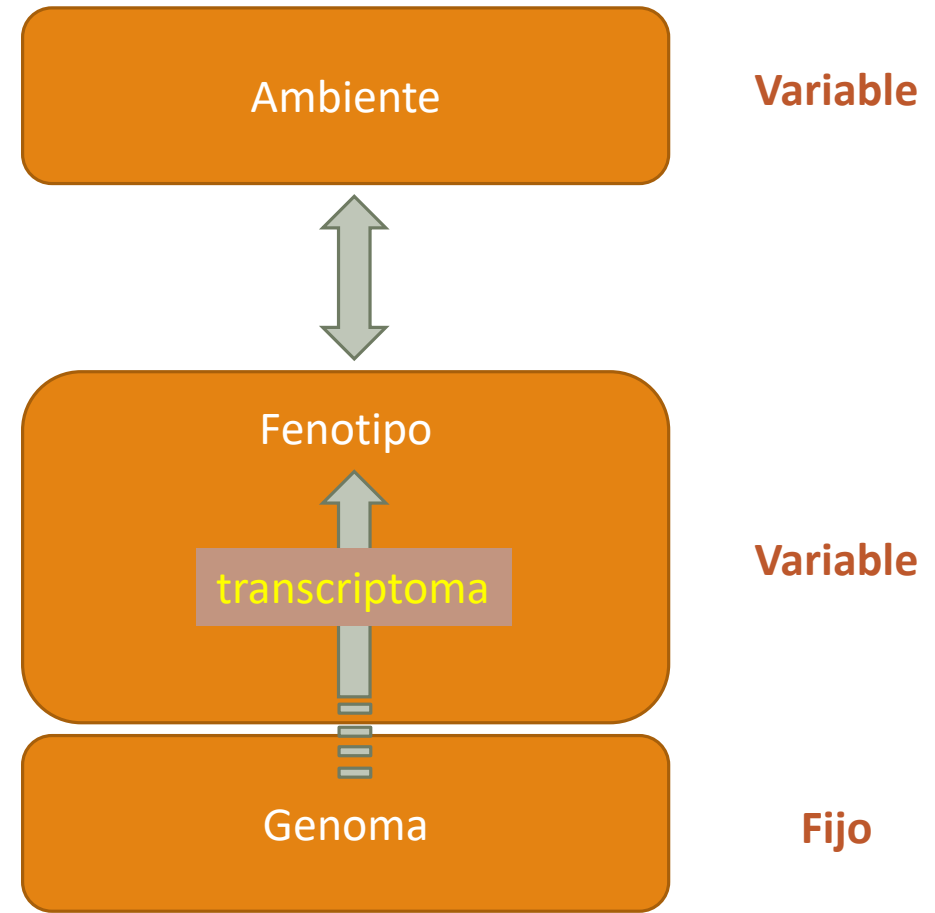
Transcriptómica evolutiva: explorando la interfase entre el genoma, el fenotipo, y el ambiente

Enrique Lessa

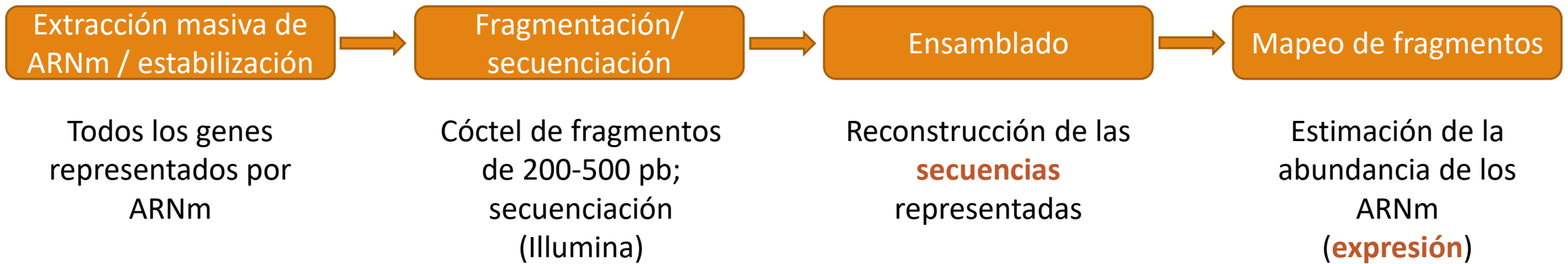
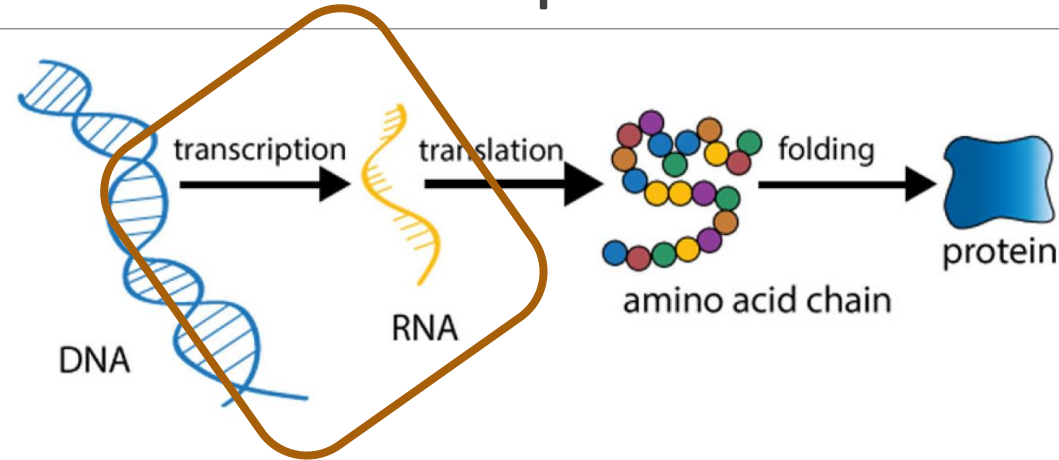
Departamento de Ecología y Evolución
Facultad de Ciencias, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay (lessa@fcien.edu.uy)



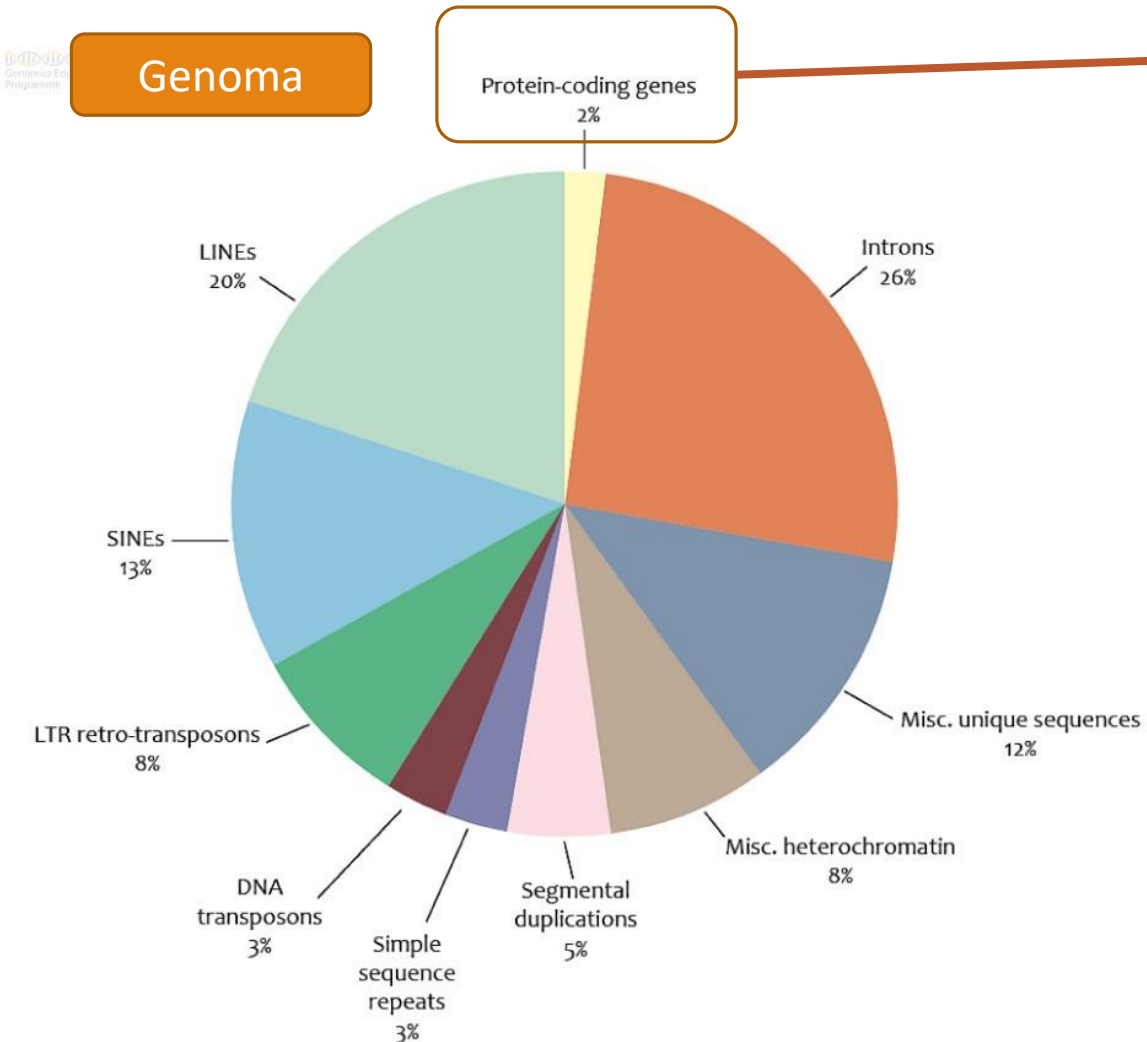
Interfase entre el genoma, el fenotipo, y el ambiente



¿Qué es un transcriptoma?



Más vale gen conocido que marcador anónimo



Transcriptómica (**secuencias**):

- Muestra no aleatoria del genoma.
- Genes codificantes para proteínas (lo más conocido).

Transcriptómica (**niveles de expresión**):

- Estadio de desarrollo.
- Condición fisiológica.
- Órgano/tejido/célula....
- Ambiente.
- Ubicación geográfica.
- Posición filogenética.
-

Esta presentación:

examinaremos, en ejemplos que me involucran

Problema biológico

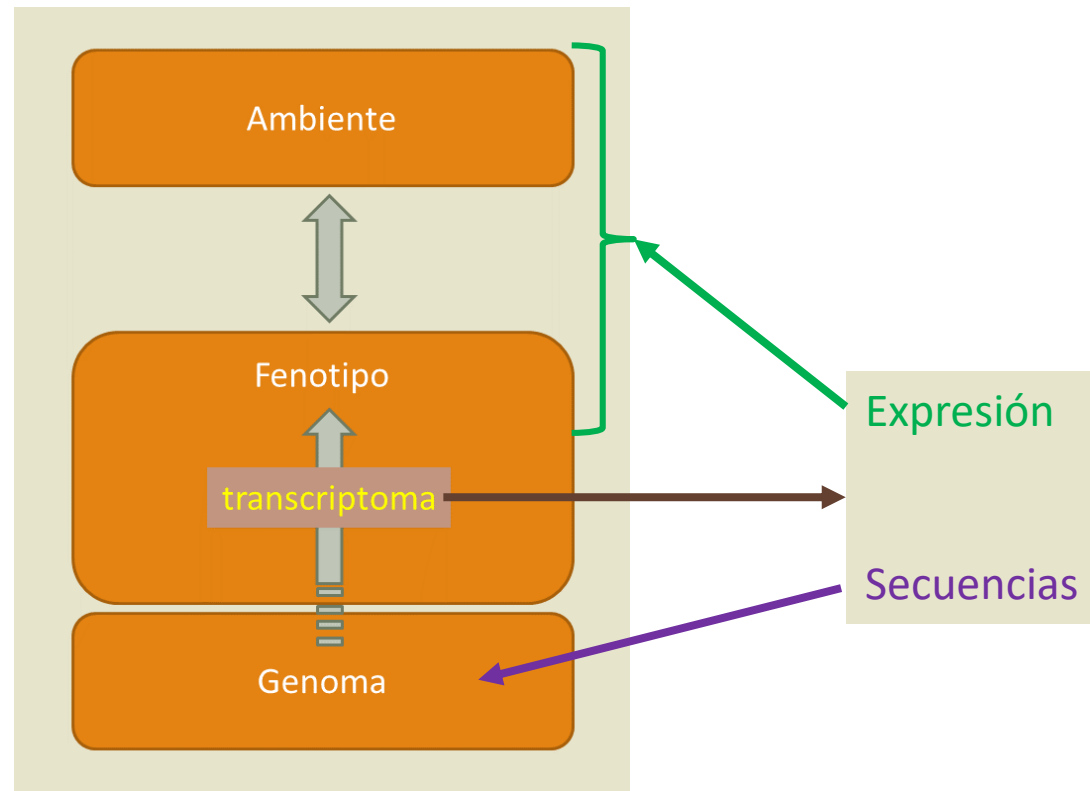
Taxón y órgano de interés

Diseño de muestreo

Qué hacer

Resultados

Perspectivas



Ejemplo 1: Divergencia adaptativa en murciélagos

Origen y evolución del vuelo

Múltiples adaptaciones

Energética

Sistema inmune

....

Filostómidos neotropicales: frugívoros, insectívoros, polinívoros, sanguívoros, piscívoros... una gran radiación adaptativa de unas 200 especies.

Apasionante, pero extremadamente difícil (en 2009): sin genoma de referencia, con una transcriptómica en su infancia.



Robert J. Baker

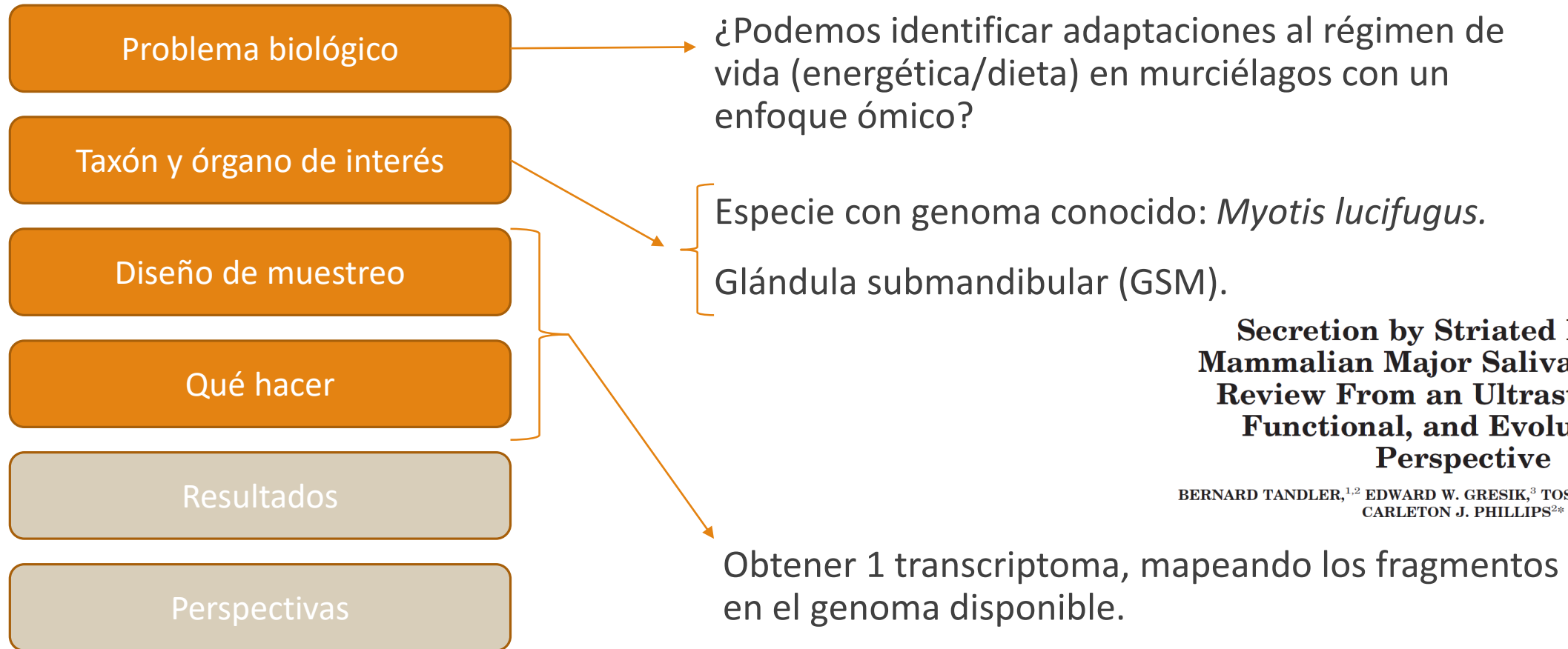
Costo energético del vuelo

El costo energético del vuelo es tal que el organismo debe consumir la energía obtenida de las presas, lípidos incluidos, *durante* el vuelo.

Más en general, se activan las vías lipídicas con mayor frecuencia.



Enfoque minimalista



Secretion by Striated Ducts of Mammalian Major Salivary Glands: Review From an Ultrastructural, Functional, and Evolutionary Perspective

BERNARD TANDLER,^{1,2} EDWARD W. GRESIK,³ TOSHIKAZU NAGATO,⁴ AND CARLETON J. PHILLIPS^{2*}

Transcriptoma de GSM de *Myotis*

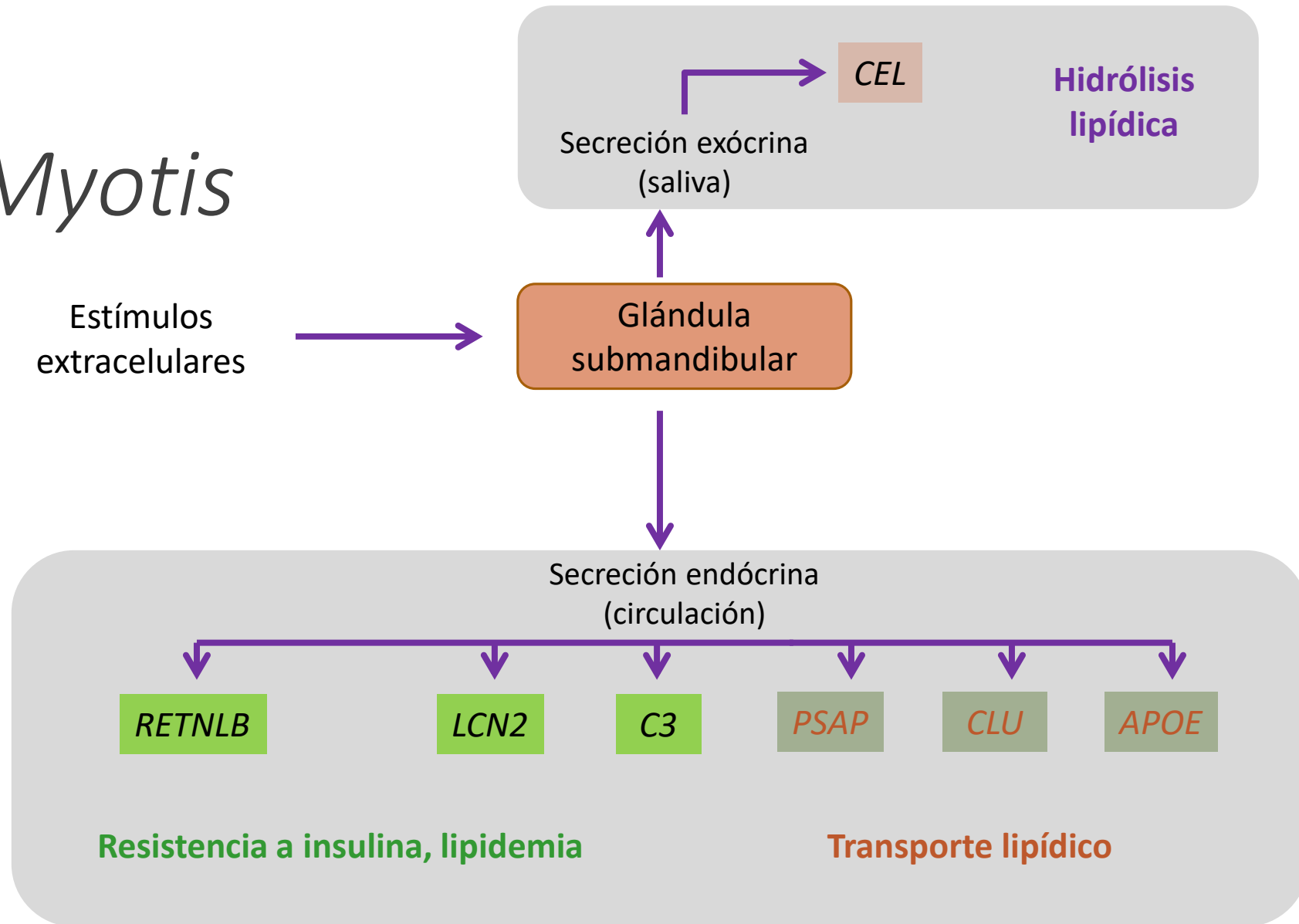
26 genes identificados como responsables de proteínas segregadas por estas glándulas.

Entre ellos 7 reclutados para expresión ectópica.

ectópico, ca. adj. *Med.* Que se produce fuera del lugar propio. *Por ej.: embarazo ectópico.*

Phillips et al. 2014, *PloS One*

Myotis



Phillips et al. 2014, *PloS One*

Nuevas preguntas



Problema biológico

¿Cuál es la distribución filogenética de la expresión ectópica y de los procesos adaptativos a nivel génico?

Taxón y órgano de interés

Especies de murciélagos con genomas/transcriptomas disponibles.

Diseño de muestreo

Genes “candidatos”:

7 del trabajo anterior: **5 en lista final**

22 reportados como de importancia fisiológica (Schoiswhol et al. 2014)
(16 en lista final)

Lista final: **21 genes.**

Qué hacer

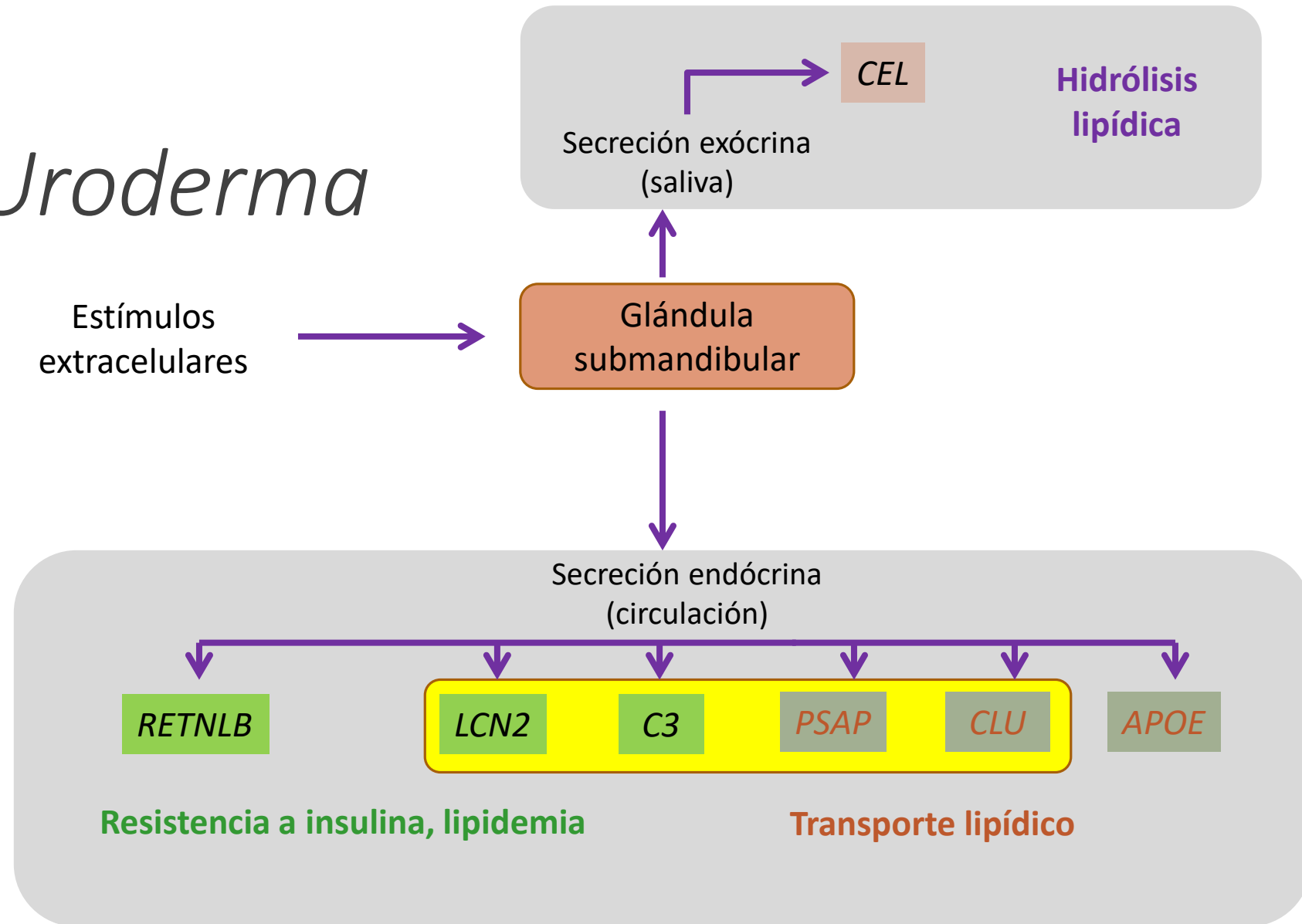
Órgano: glándula submandibular (GSM).

Resultados

Perspectivas

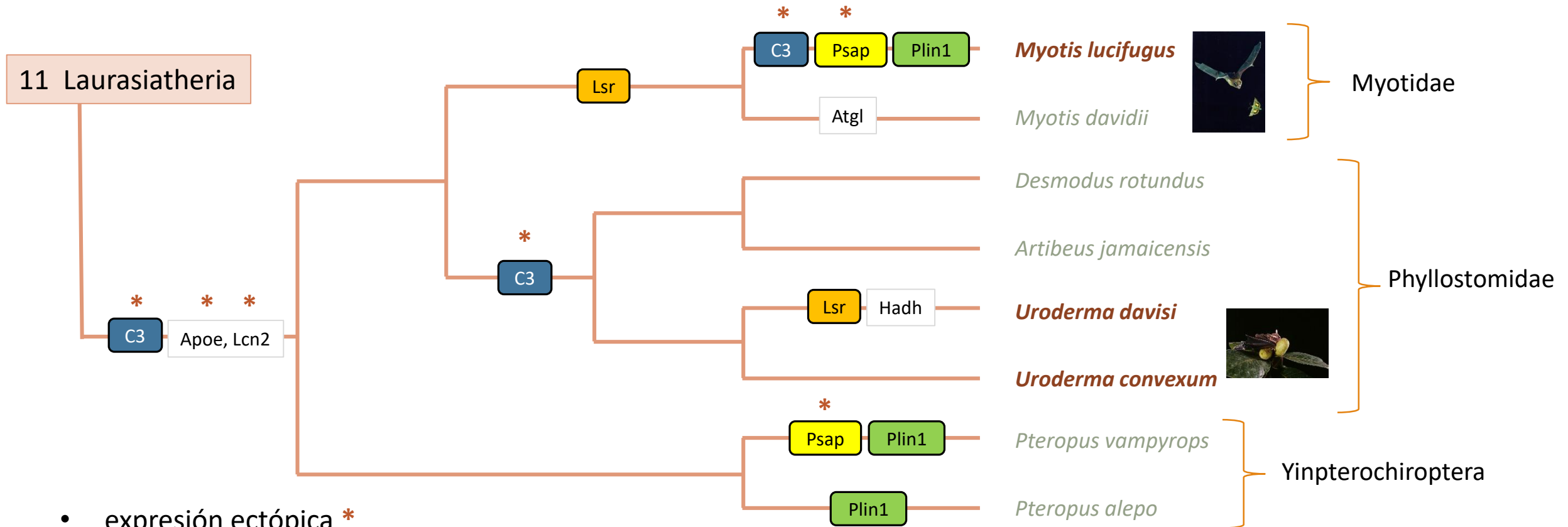
Obtener 2 transcriptomas adicionales (2 especies de *Uroderma*, filostómidos primariamente frugívoros).

Uroderma



Feijoo & Lessa, 2019

Selección positiva



- expresión ectópica *
- 4 adicionales de los 17 incorporados

Feijoo & Lessa, 2019

Divergencia adaptativa en murciélagos: comentarios y conclusiones

Enfoque minimalista:

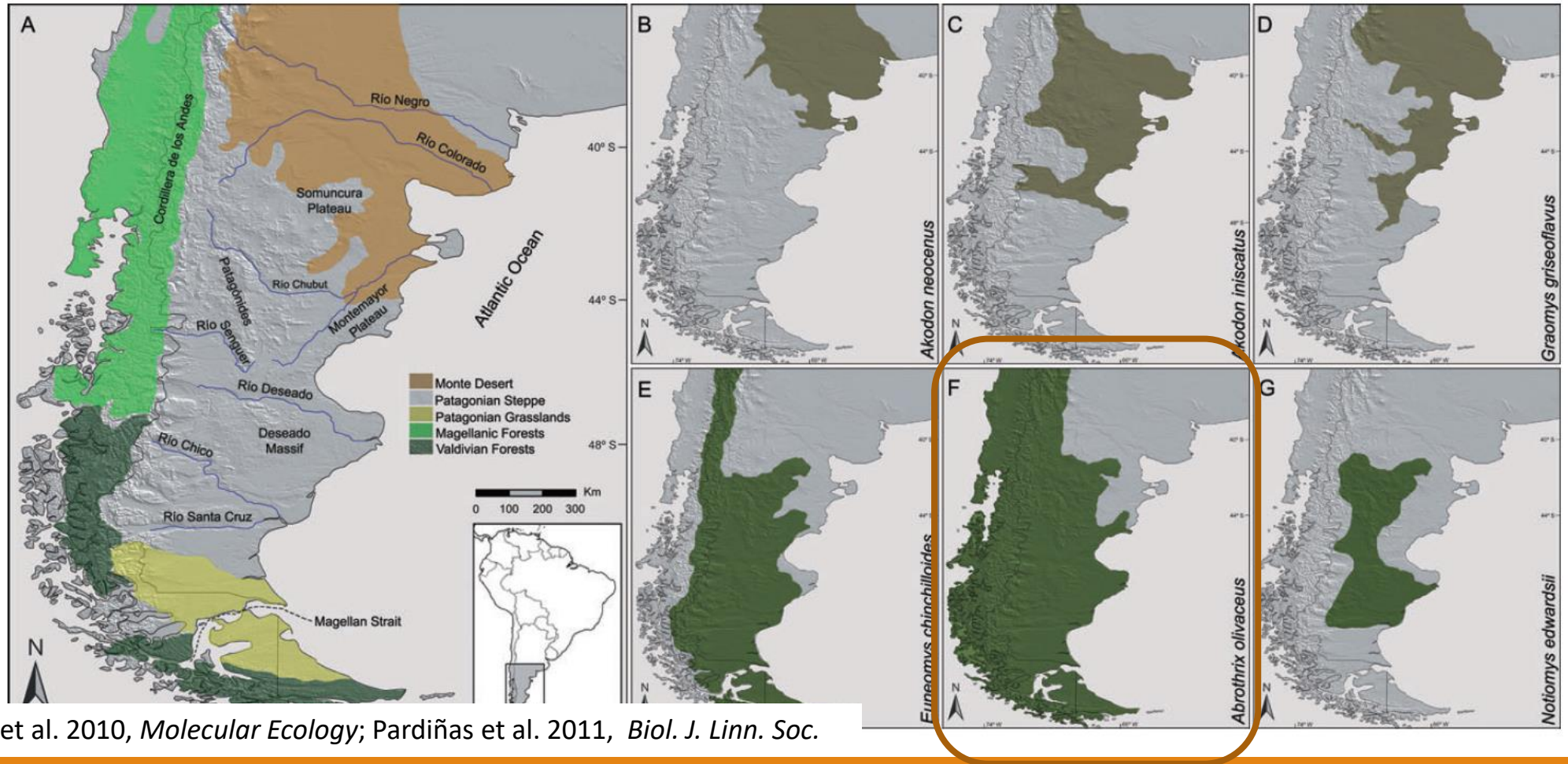
- 1 + 2 transcriptomas.
- Usamos las **secuencias**; de la **expresión** solamente usamos la localización (ectópica), no el nivel.

Combinación de datos propios y otros disponibles en bases de datos ómicas.

El metabolismo lipídico se confirma como de gran importancia adaptativa en murciélagos.

Los principales fenómenos no están restringidos a insectívoros especialistas... ¿tal vez tampoco a murciélagos?

Ejemplo 2: expresión diferencial renal y divergencia genética en un roedor patagónico



Lessa et al. 2010, *Molecular Ecology*; Pardiñas et al. 2011, *Biol. J. Linn. Soc.*

Northern Patagonia

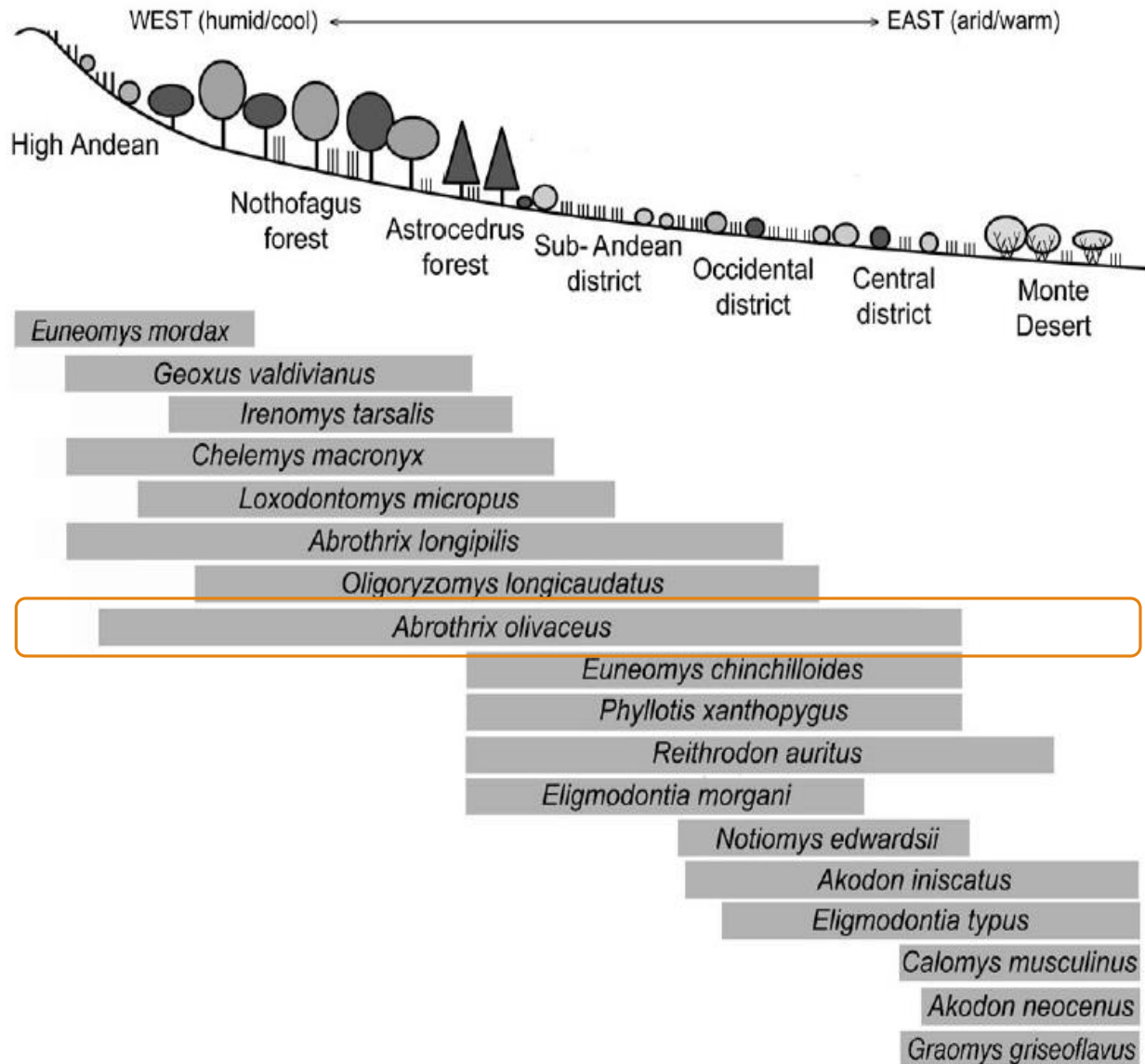
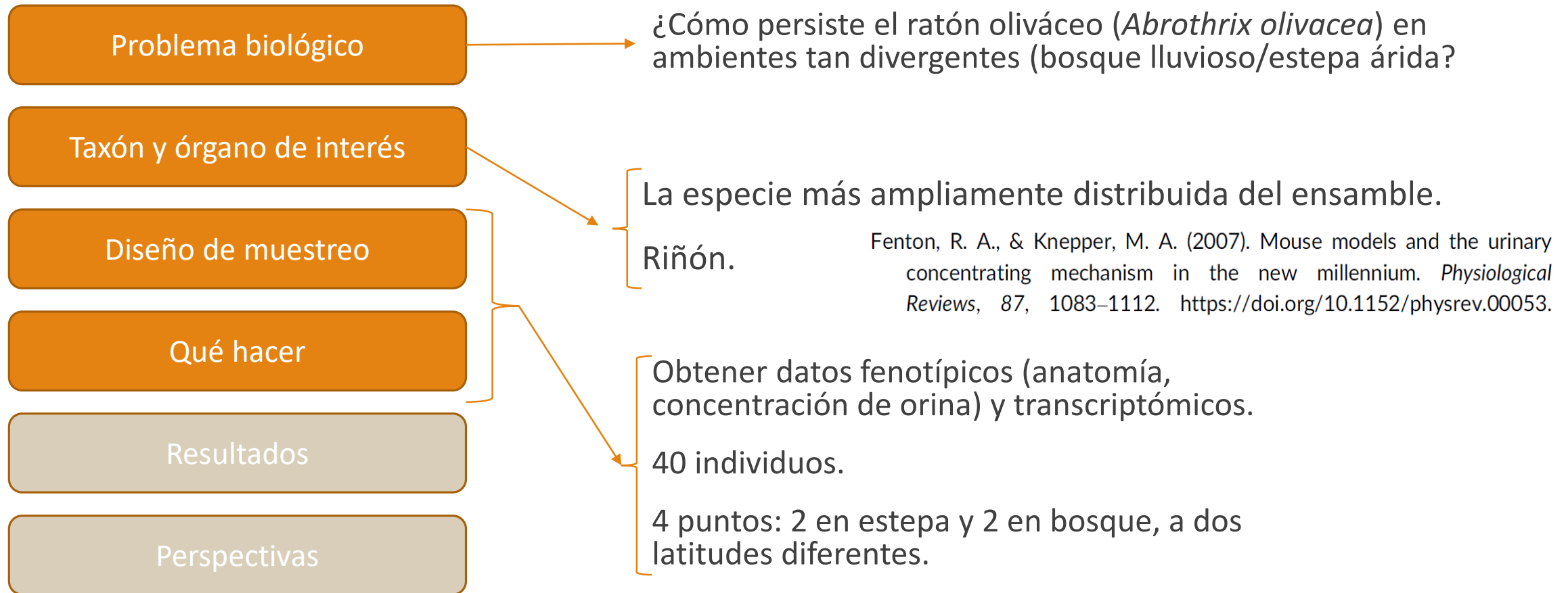


Foto: KD Rudloff, Mammal Images Library, American Society of Mammalogists

Pardiñas et al. 2011, *Biol. J. Linn. Soc.*

Adaptabilidad a gran variedad de condiciones ambientales



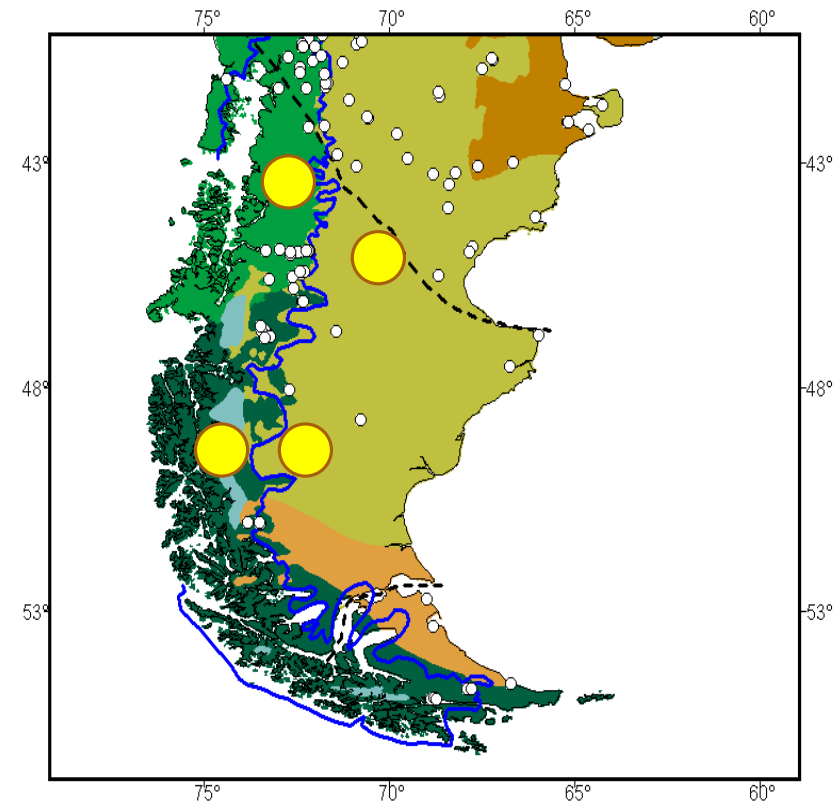
Primeros pasos

Transcriptoma de referencia de ~ 15.000 genes (~ 50% con > 99% de los CDS).

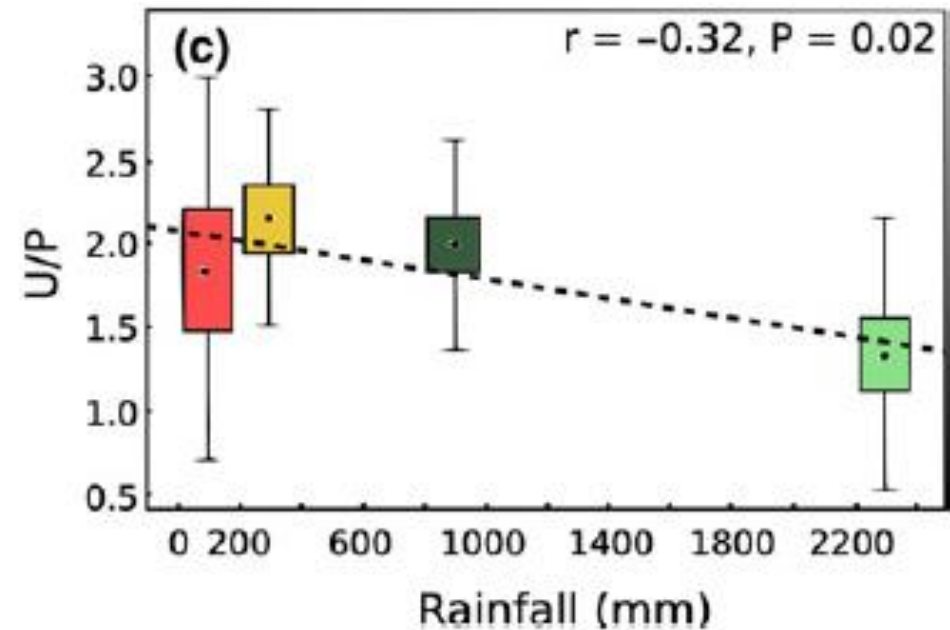
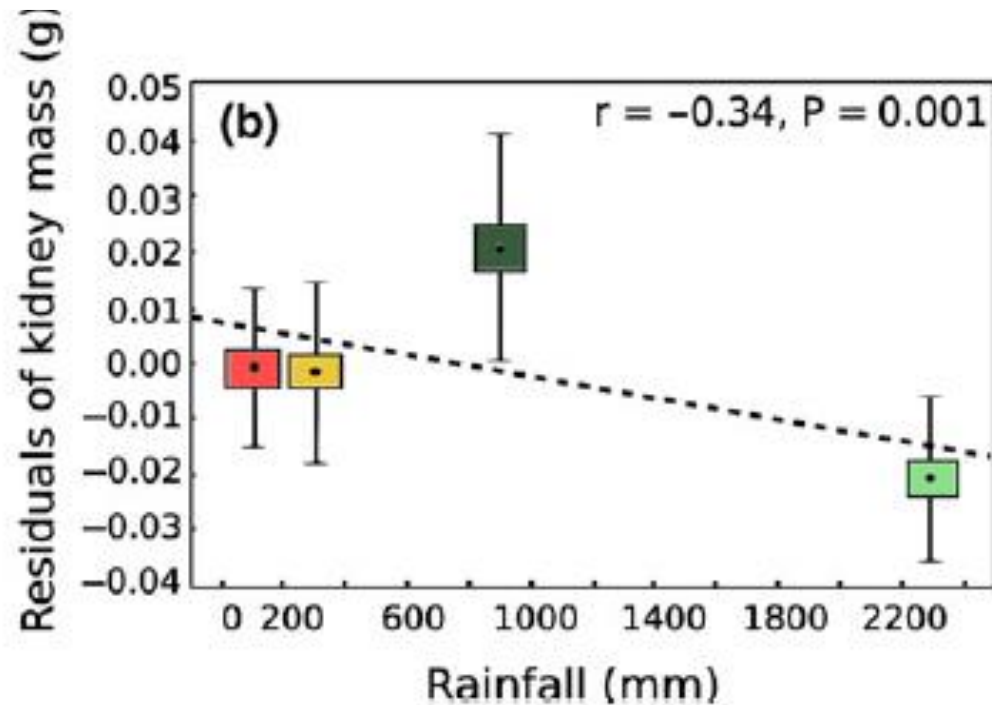
Giorello et al. 2014, *BMC Genomics*

Muestras replicadas (2 en estepa, 2 en bosque):

- Concentración de plasma y orina.
- Muestras para RNA-seq (10/localidad).
- Referencia mejorada de ~ 17.000 genes.
- Expresión diferencial.
- Divergencia genética (SNPs genotipados en transcritos).



Variación fenotípica



Giorello et al. 2018, *Molecular Ecology*

Expresión diferencial

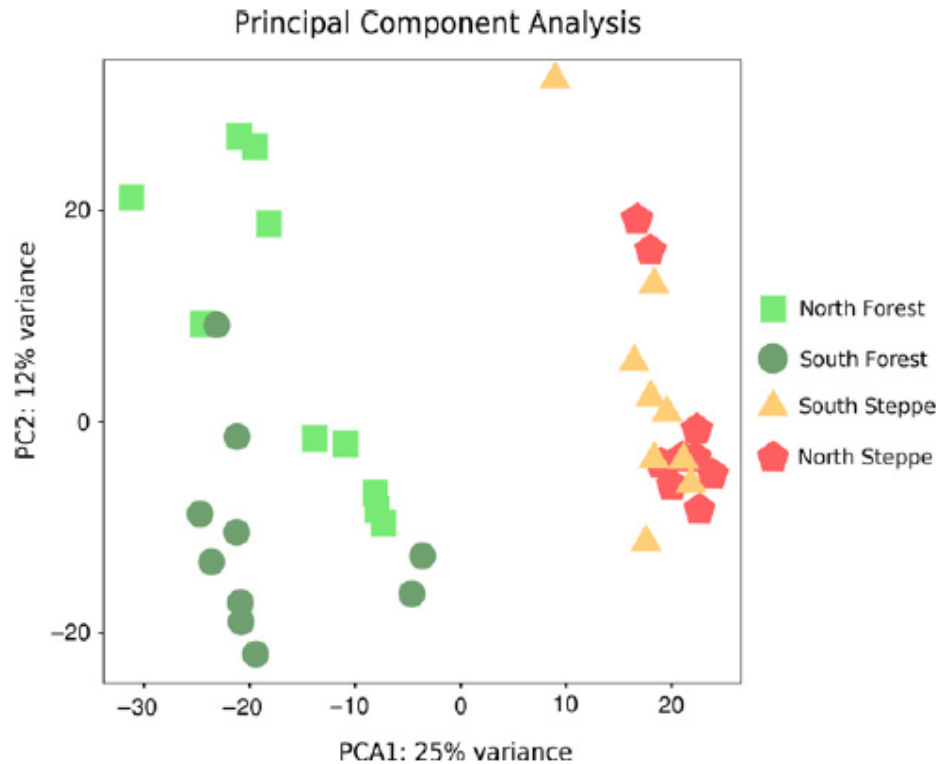


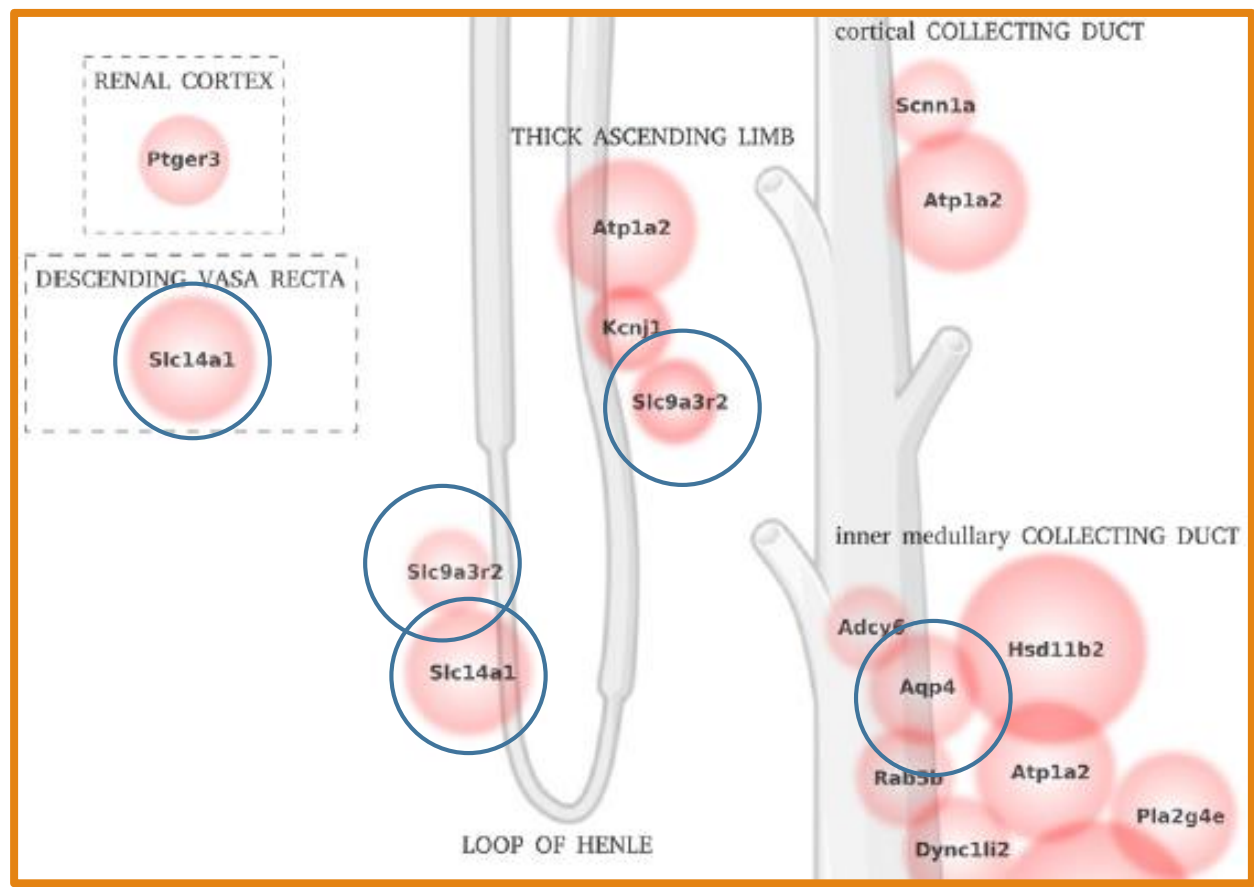
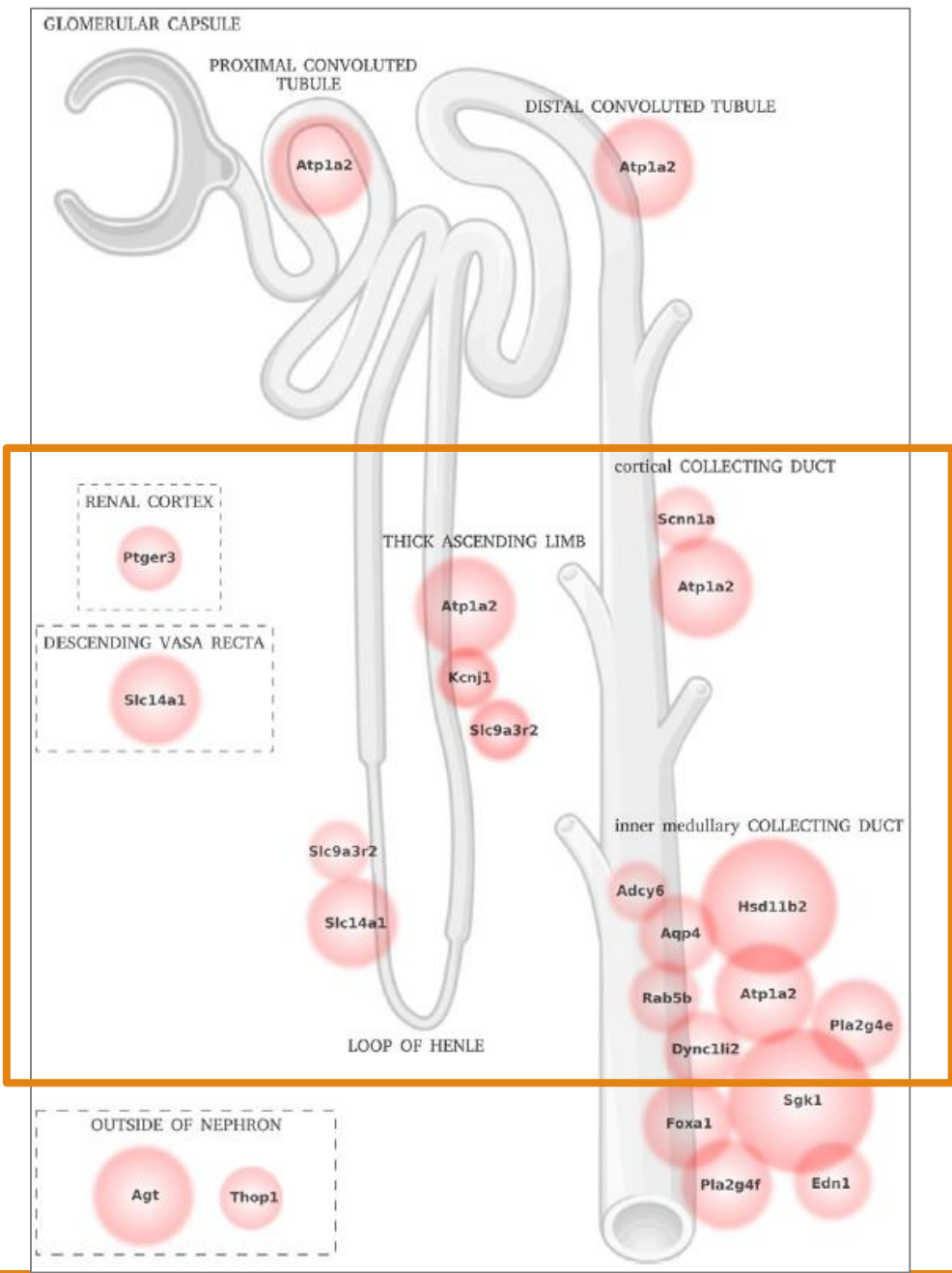
FIGURE 3 Principal component analysis of expression values for 38 individuals

Casi 3.000 genes mostraron **expresión** diferencial entre estepa y bosque.

3 clases claramente representadas:

- **Transportadores de solutos y otros genes vinculados a la regulación osmótica.**
- Genes del sistema inmune.
- **Genes de desintoxicación (detox).**

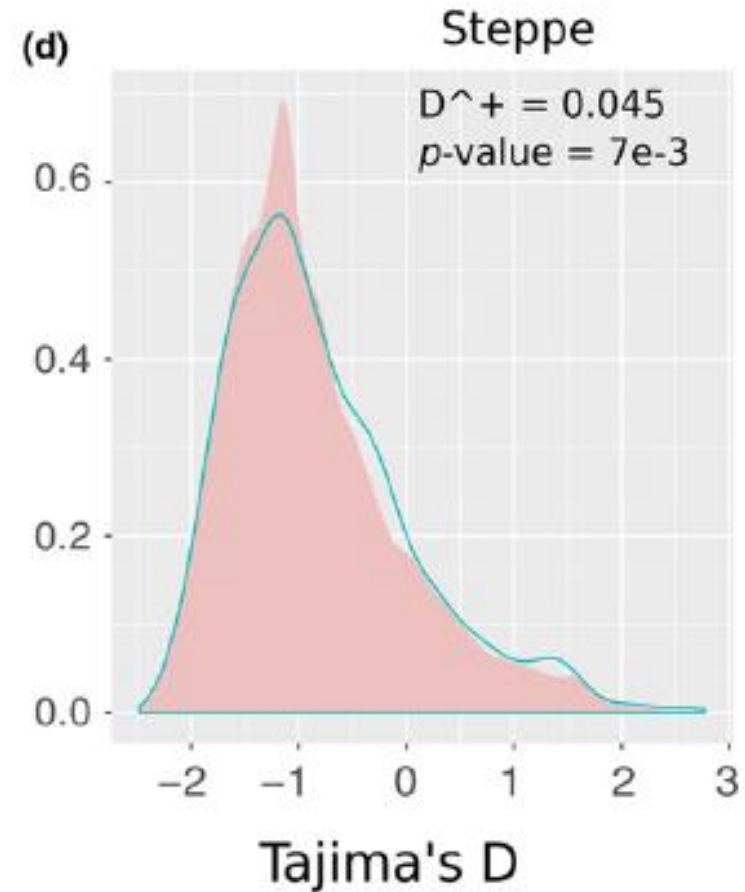
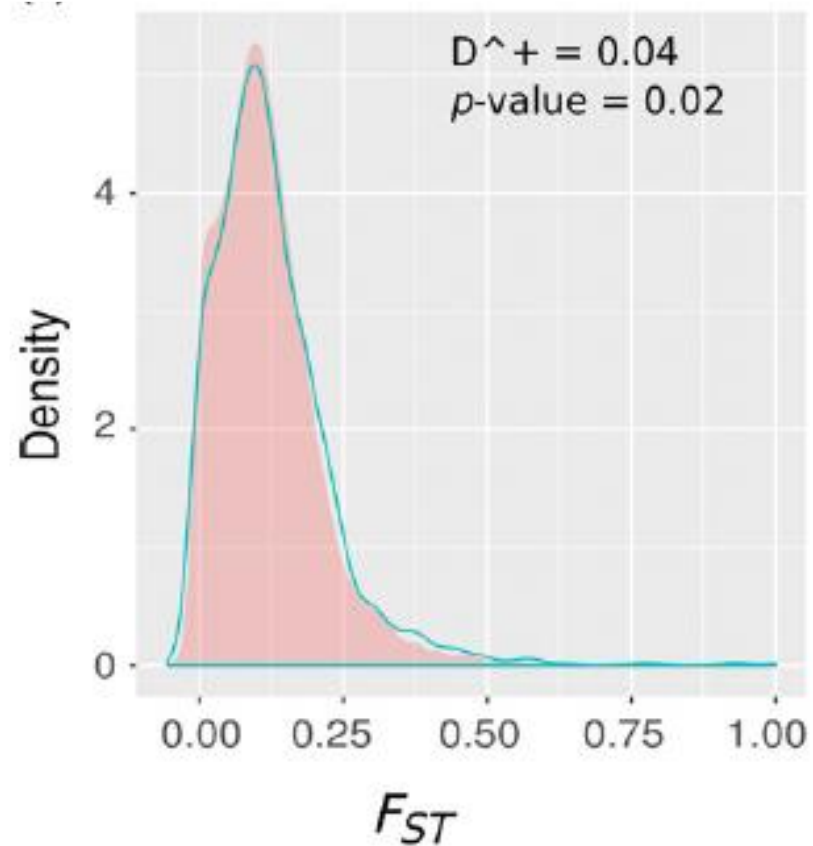
Giorello et al. 2018, *Molecular Ecology*



Giorello et al. 2018, *Molecular Ecology*

Divergencia genética (**secuencias**)

■ Background genes — Differentially expressed genes



Giorello et al. 2018, *Molecular Ecology*

Conclusiones

Al igual que otras variables fenotípicas (pigmentación de la piel, tamaño del riñón, tamaño del tracto digestivo), la **expresión diferencial en el riñón está fuertemente asociada a los biomas** en los que se encuentra la especie.

La señal de expresión diferencial en genes vinculados a la **regulación osmótica** es contundente.

Pero los datos apuntan también a otros sistemas relevantes para la supervivencia en biomas muy diferentes (**sistema inmune, sistema de desintoxicación**).

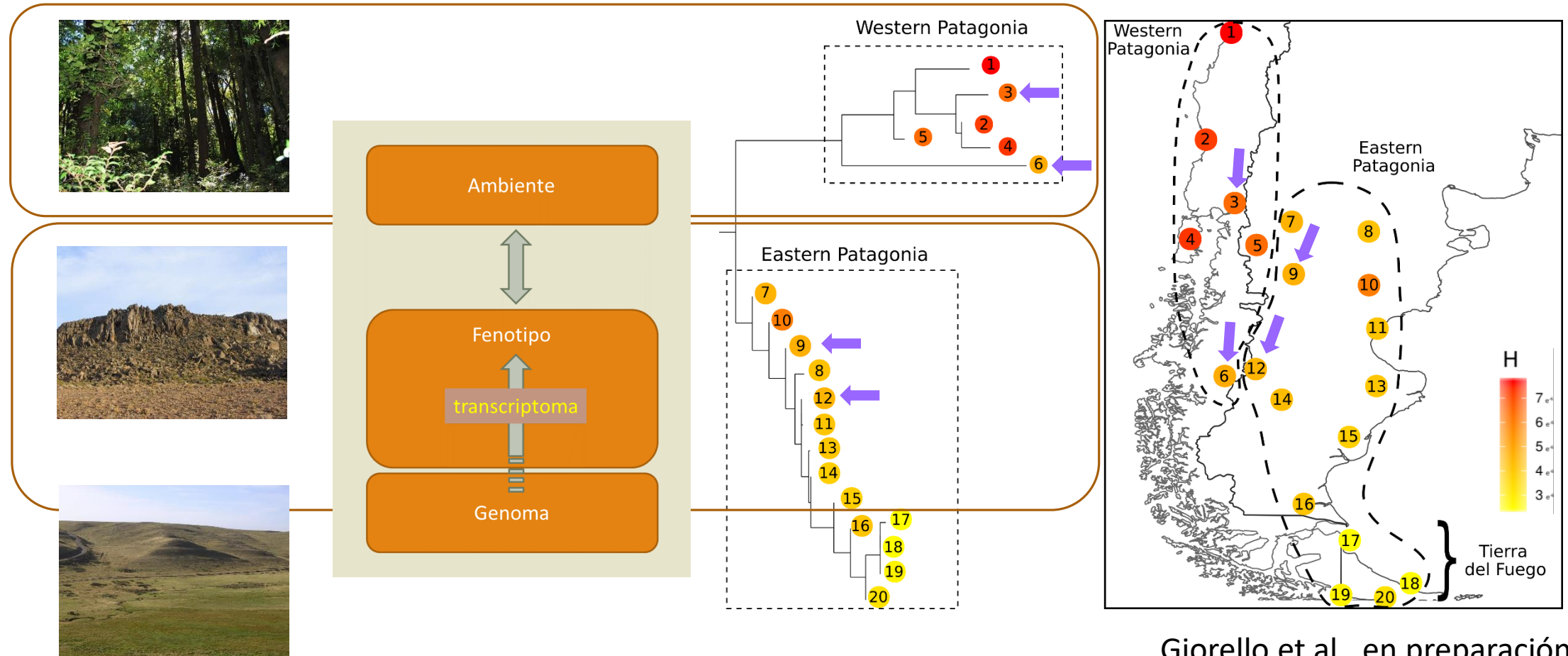
Existe una asociación (débil, pero significativa) entre expresión diferencial y **divergencia genética** entre biomas, así como con el patrón de polimorfismos locales.

Esto sugiere que **la expresión diferencial no refleja solamente plasticidad fenotípica** sino divergencia genética.



Foto: KD Rudloff, Mammal Images Library,
American Society of Mammalogists

Variación espacial y temporal

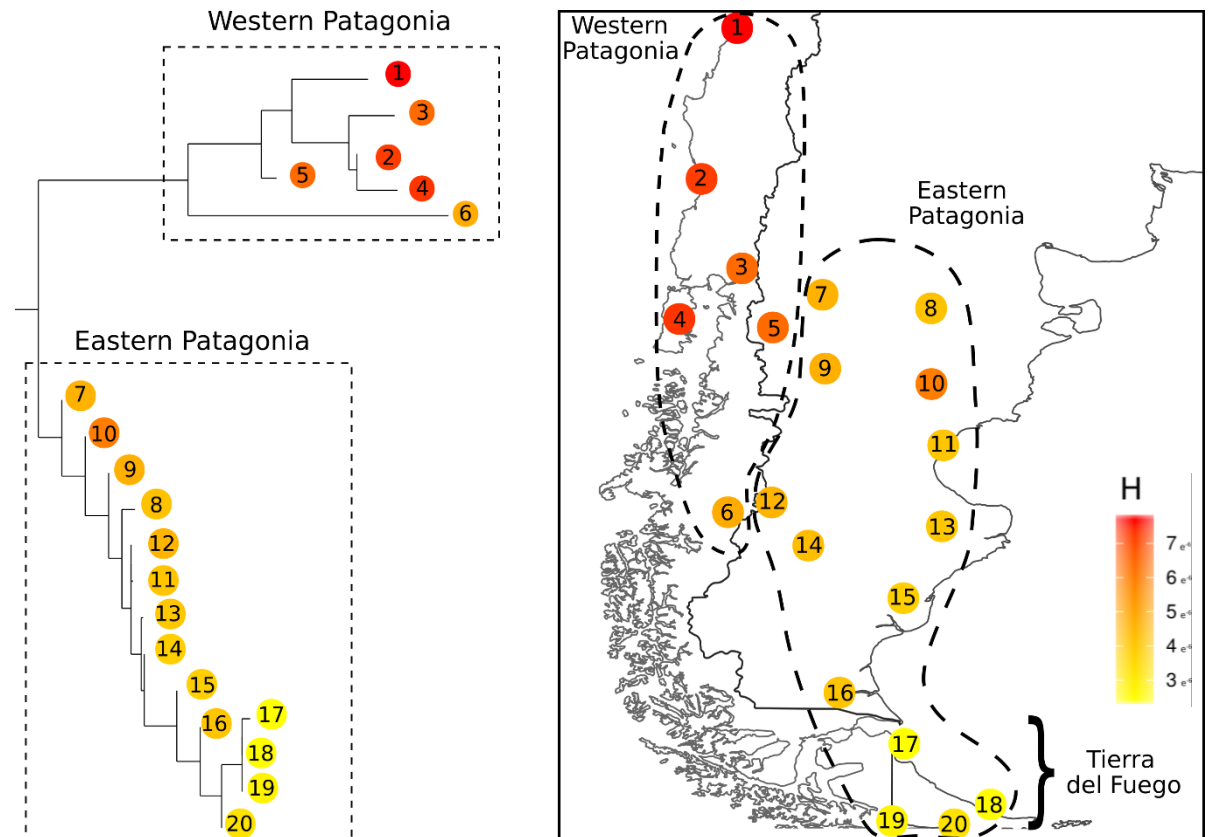


Giorello et al., en preparación

Perspectivas

Con un sistema de captura de exones (diseñado en base al transcriptoma de referencia), muestreamos > 8.000 genes y genotipamos > 160.000 SNPs en toda la distribución patagónico-fueguina de la especie.

Con esos datos, estamos reconstruyendo la historia biogeográfica de la especie, tanto en términos demográficos como adaptativos.



Síntesis -Transcriptómica evolutiva:

explorando la interfase entre el genoma, el fenotipo, y el ambiente

Problema biológico

Taxón y órgano de interés

Diseño de muestreo

Qué hacer

Resultados

Perspectivas

