

PECES DE LAS RIBERAS DEL HUMEDAL: PATRONES ESPACIALES DE LA DIVERSIDAD ALFA Y BETA



Biodiversidad en estado crítico



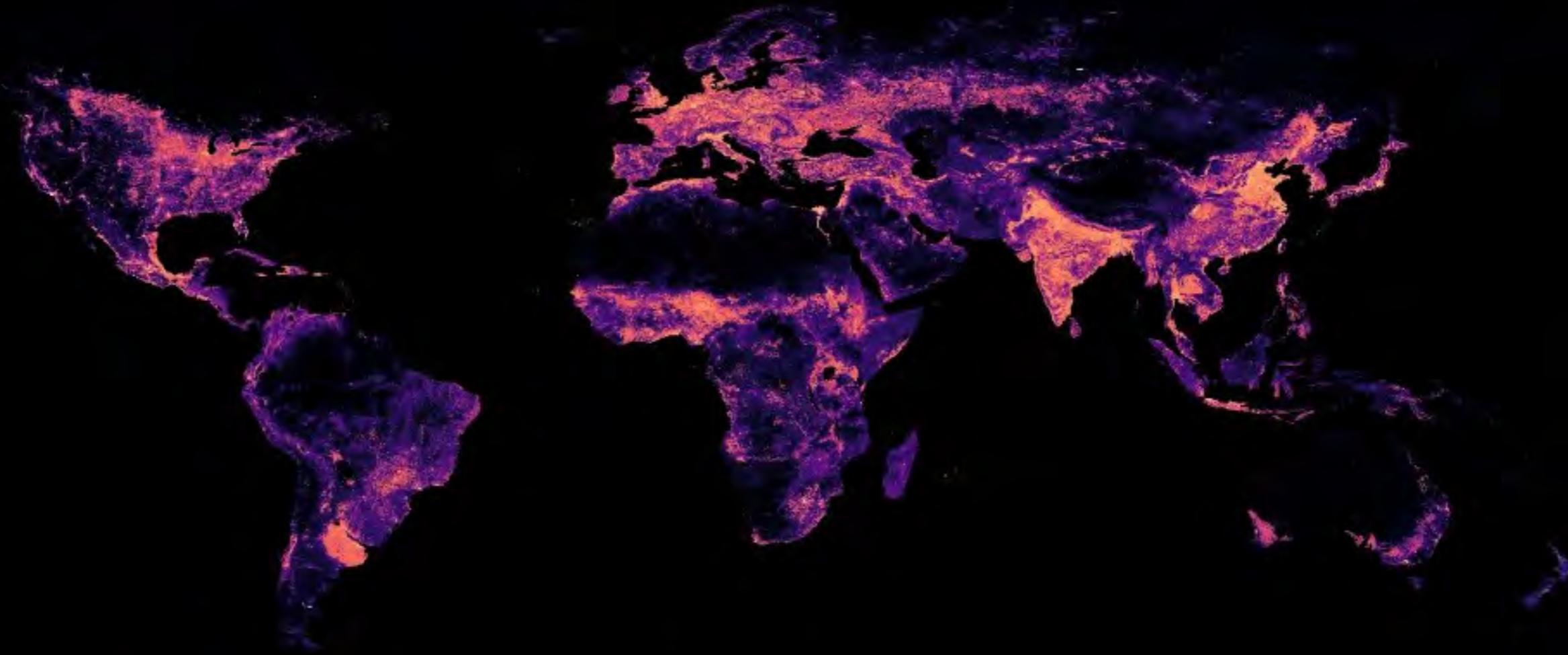
Biodiversidad: Rol clave en **resiliencia** ecosistémica



Los ecosistemas naturales nos proveen
bienes y servicios
de los cuales nuestro bienestar depende.



Geográficamente, si bien el impacto del CG es **planetario**, la distribución del mismo **NO** es homogénea



Global Human Modification on Terrestrial Systems

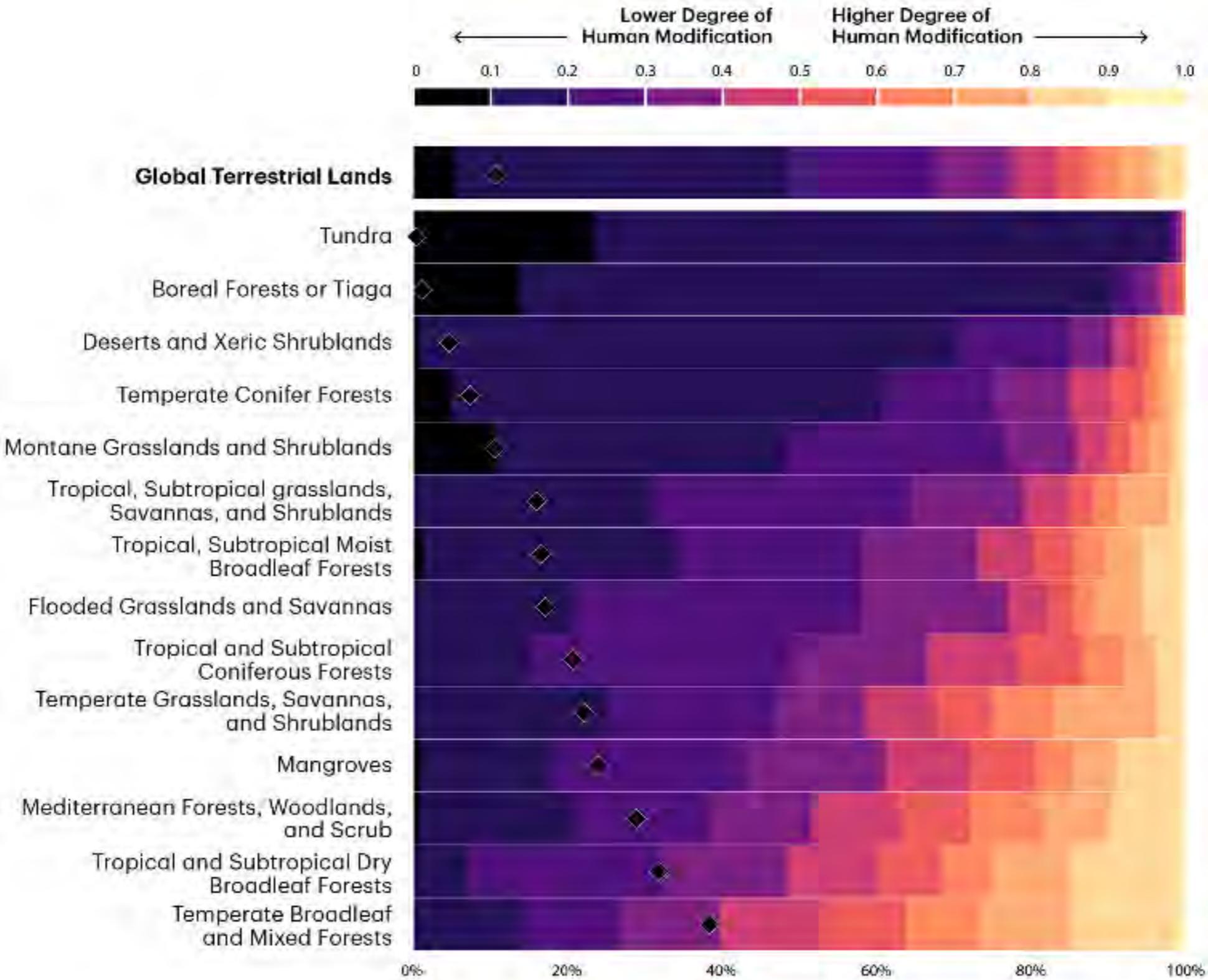
Derived at 1-km resolution from stressors relating to human settlement, agriculture, transportation, mining and energy production, and electrical infrastructure.

Data published by: Kennedy, C. M., J. R. Oakleaf, D. M. Theobald, S. Baruch-Mordo, and J. Kiesecker. 2020. Global Human Modification of Terrestrial Systems. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SE-DAC). <https://doi.org/10.7927/edbc-3z60>. Accessed 13-11-2020

Visualized by Hannah Ker



Los ecosistemas impactados **desigualmente**



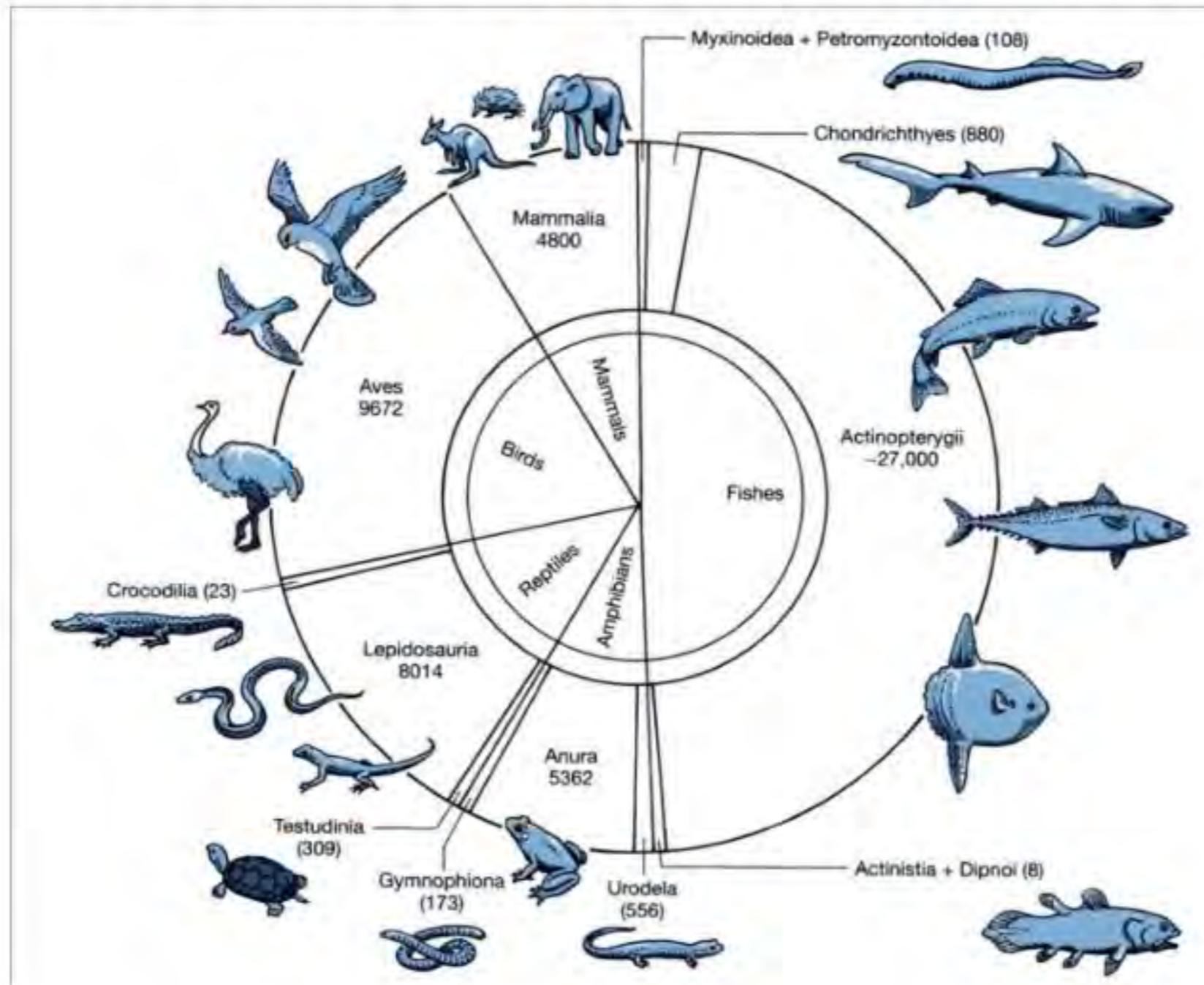
Ecosistemas dulceacuícolas



Ecosistemas dulceacuícolas: **Altamente diversos**



Ecosistemas dulceacuícolas: $\frac{1}{2}$ diversidad peces (≈ 15.000)



From: Pough et al. 2009

Ecosistemas dulceacuícolas: **Fundamentales**



Cambios en regulación del flujo



Presencia de especies invasoras



Contaminación



Cambio de uso de suelo



Cambio climático



Cambio climático



Ecosistemas dulceacuícolas: Monitoreo ambiental es **crítico**



Humedal del Río Cruces



Humedal del Río Cruces

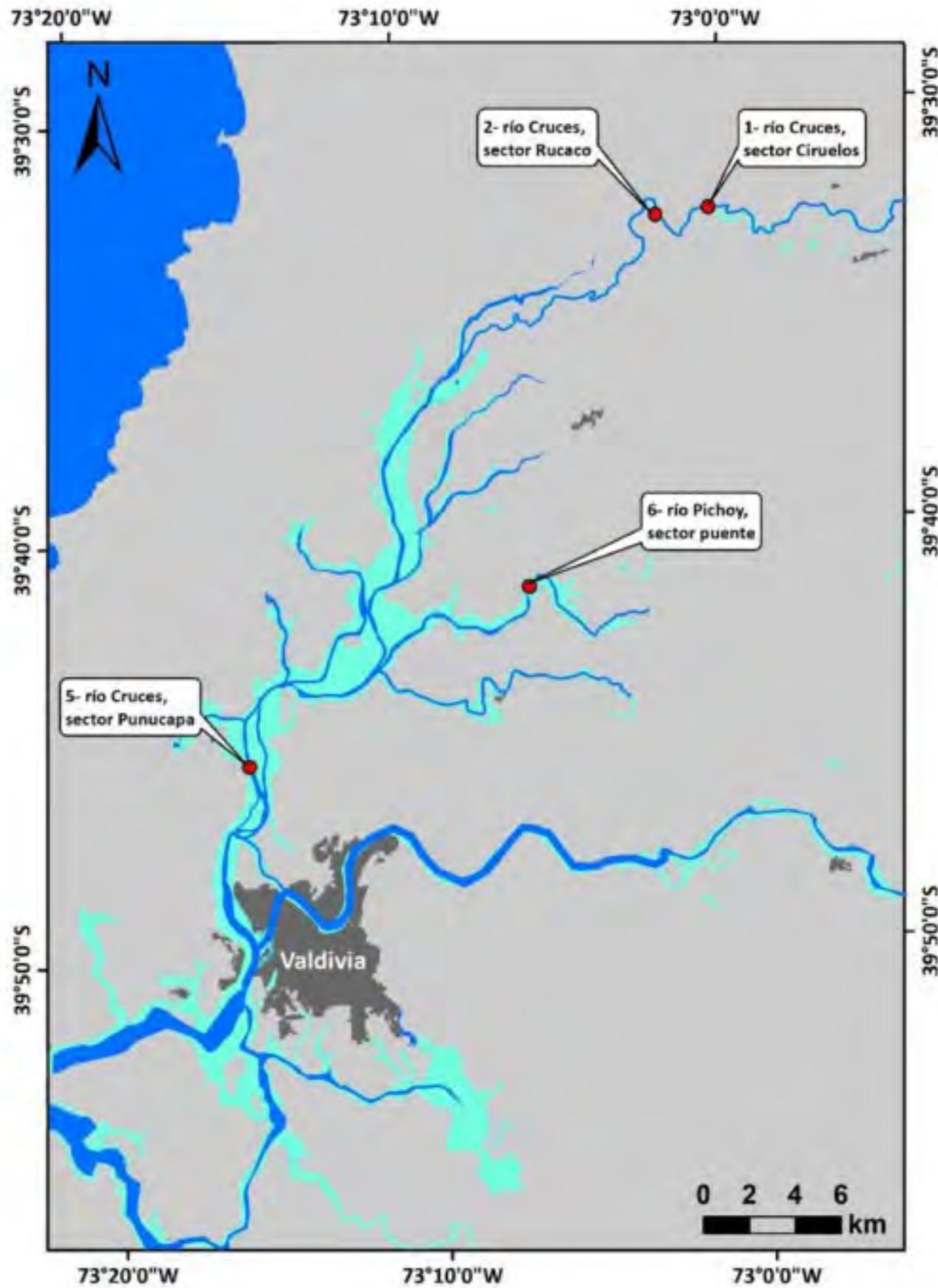


Humedal del Río Cruces

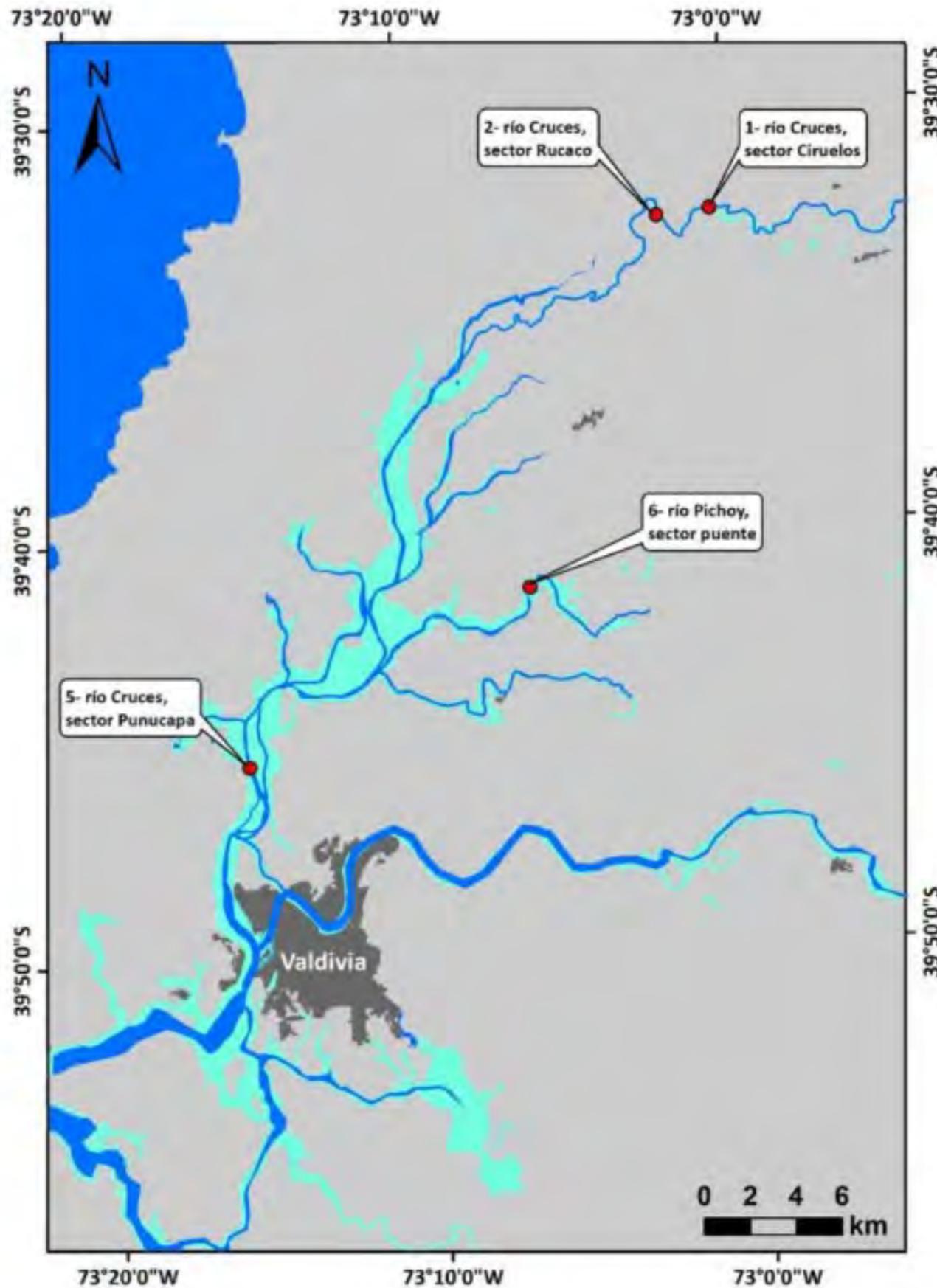
Utilizamos el programa de Monitoreo para evaluar los cambios **espaciales y estacionales** de la diversidad alfa y beta de peces de riberas



Humedal del Río Cruces



Humedal del Río Cruces



(i) 2014 – 2024

(ii) Otoño y primavera

(iii) 4 transectos de 15 m
(datos agrupados)

Humedal del Río Cruces



Humedal del Río Cruces



Diversidad alfa: riqueza y abundancia de especies



Diversidad Alfa: más que conteo de especies

Diversidad Alfa: más que conteo de especies



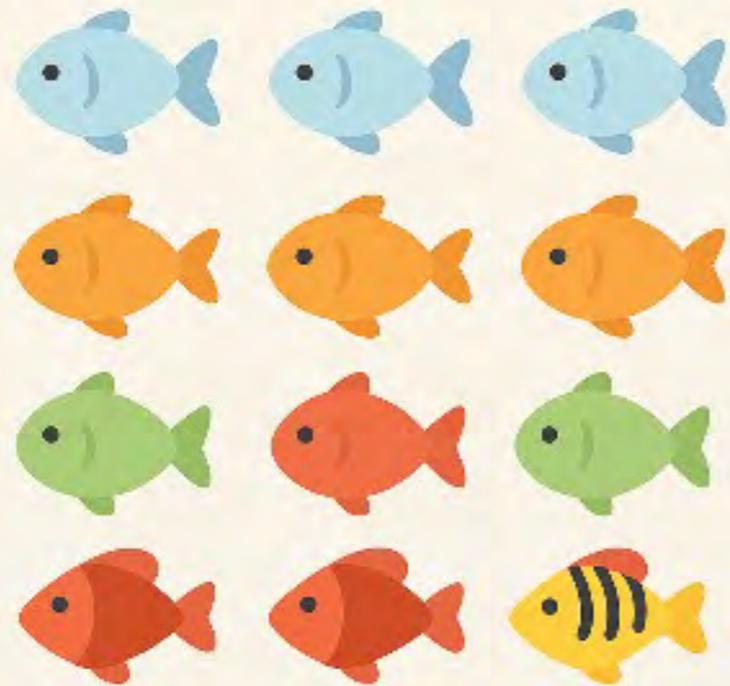
Comunidad I

$N = 12$

Riqueza = 5

Diversidad Alfa: más que conteo de especies

Alta equitatividad

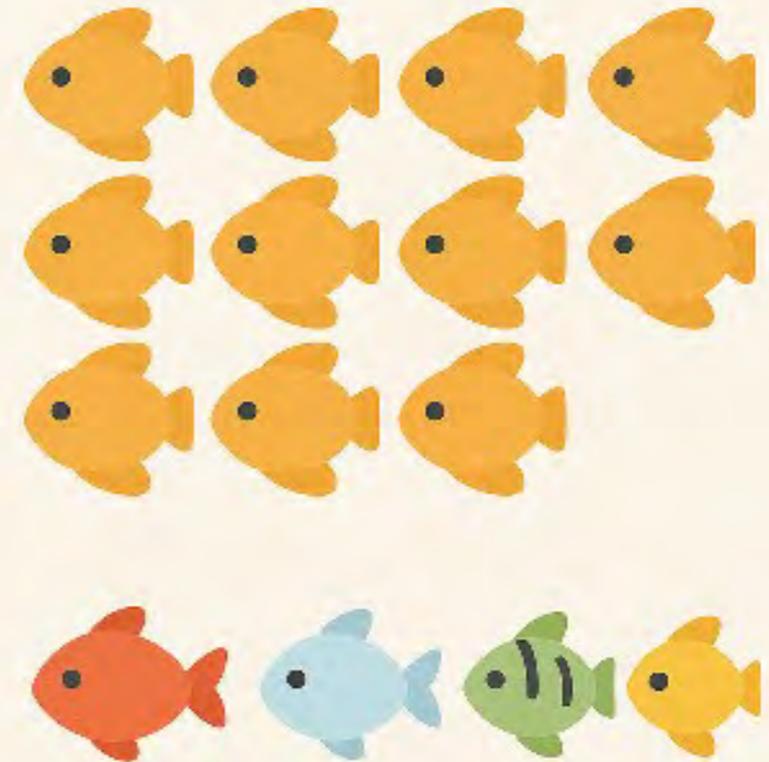


Comunidad 1

$N = 12$

Riqueza = 5

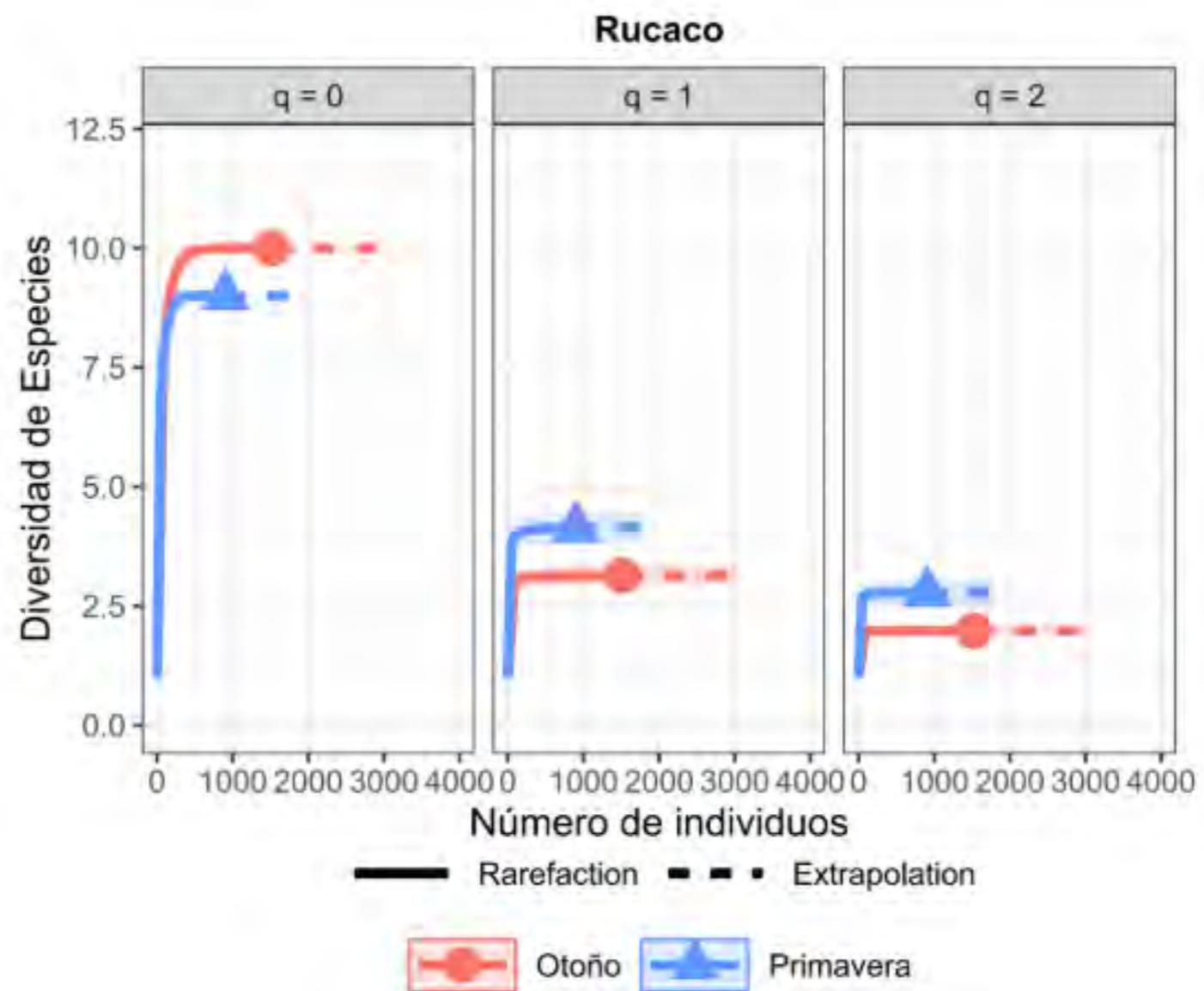
Baja equitatividad



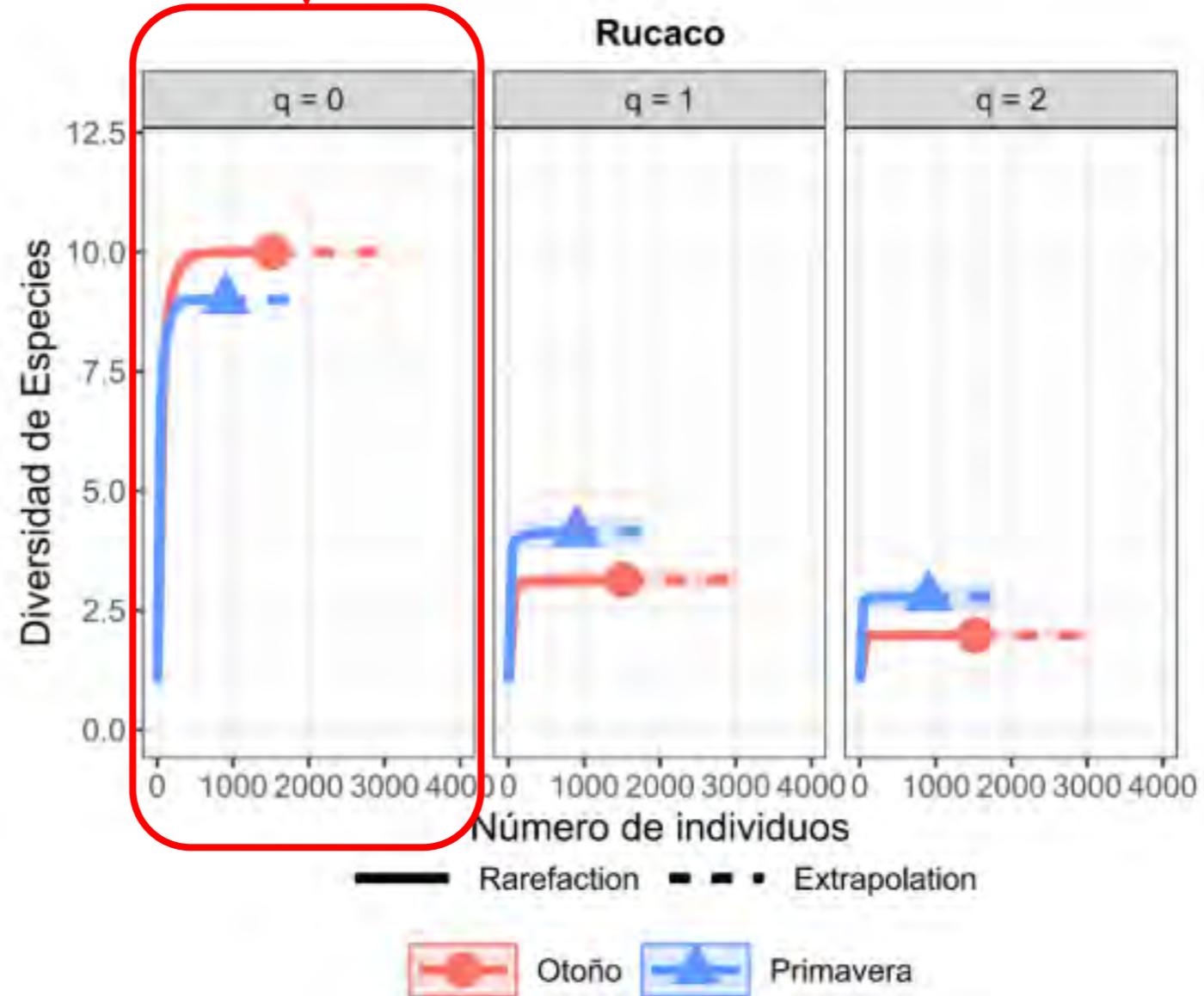
Comunidad 2

$N = 15$

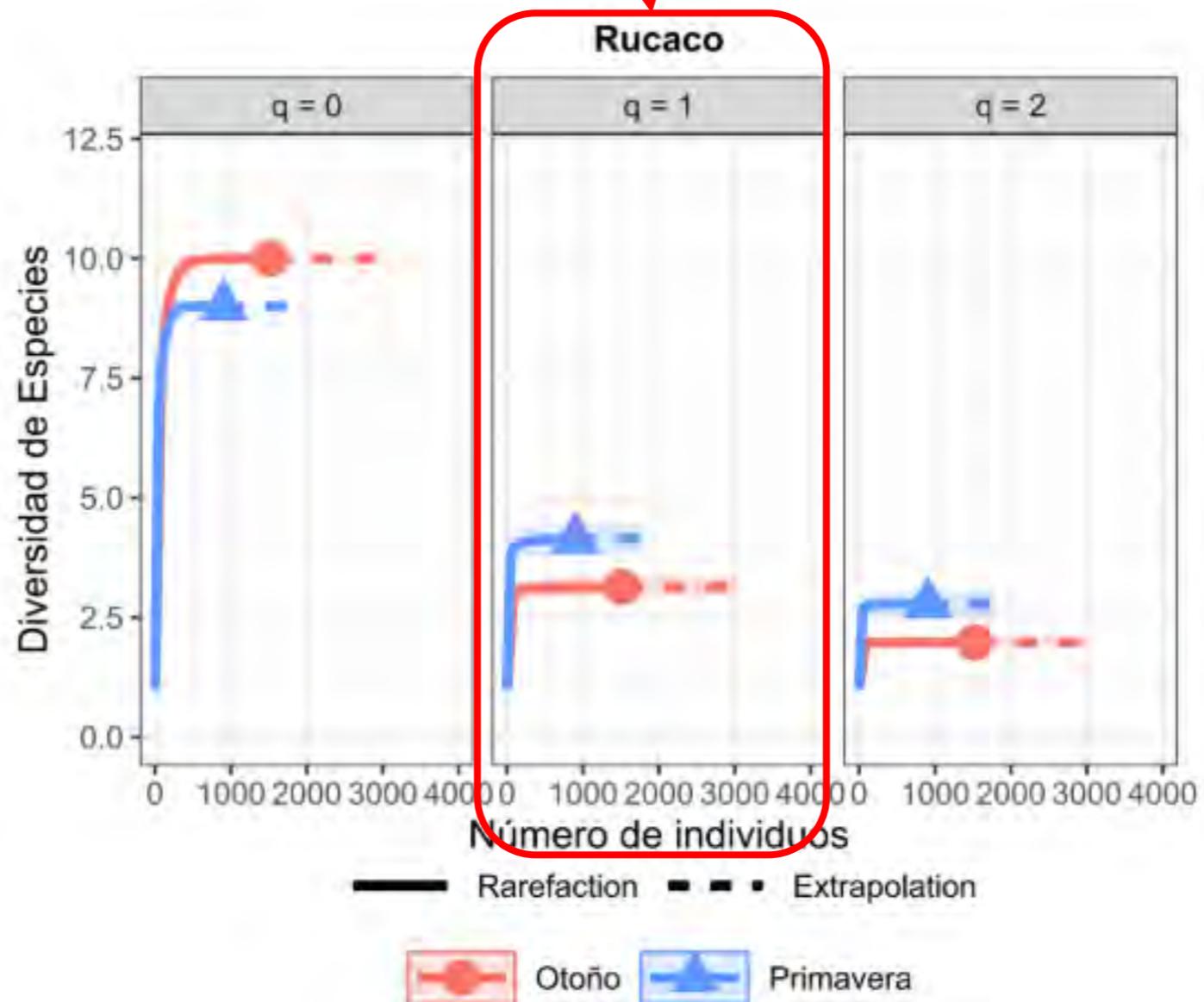
Riqueza = 5



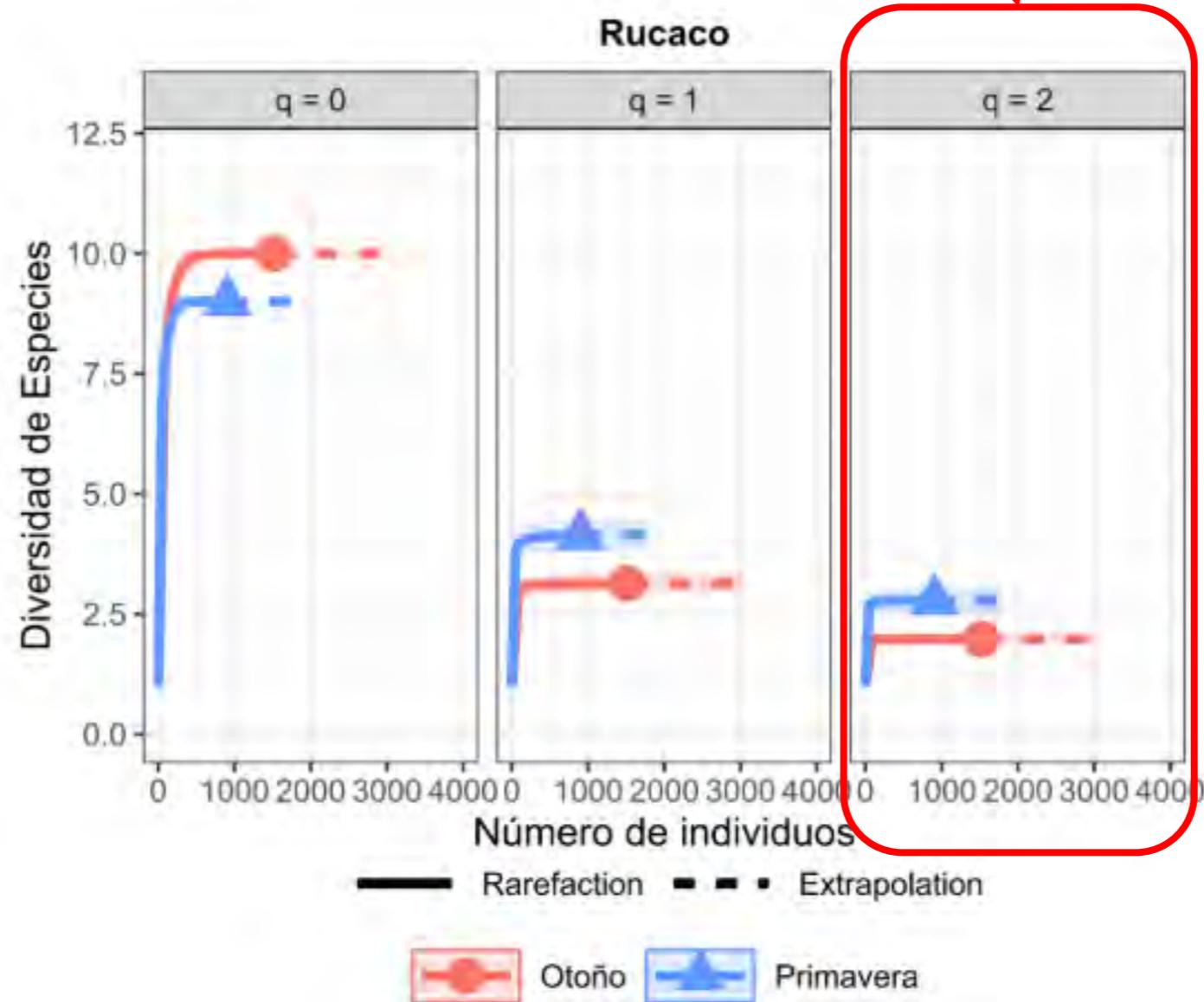
Riqueza de especies ($q = 0$;
considera todas las spp sin
considerar frecuencias →
más sensible a spp raras



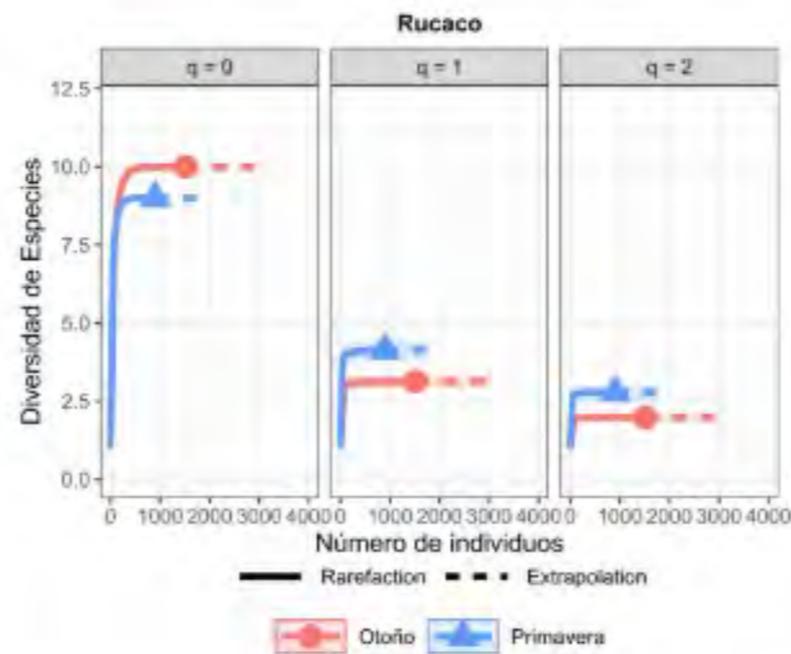
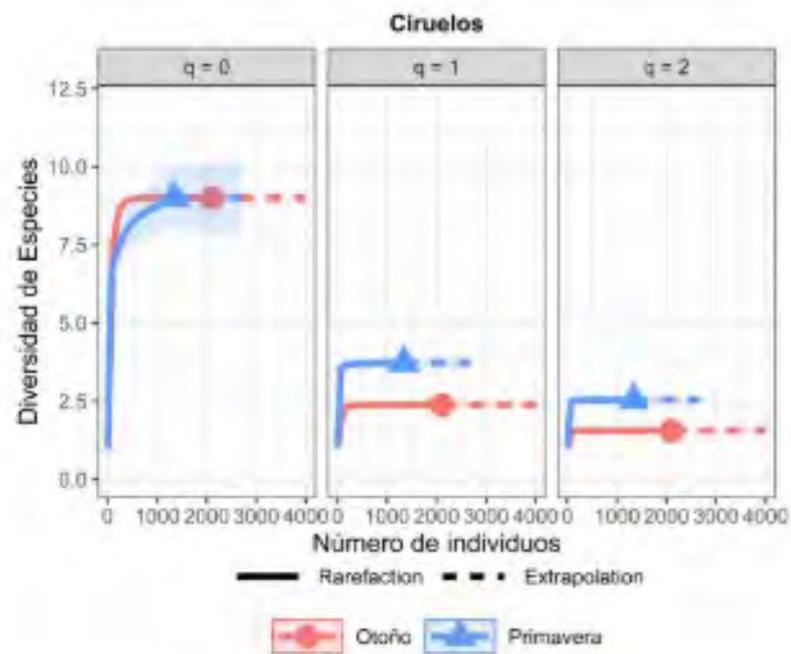
Diversidad de Shannon ($q = 1$;
Representa el número
efectivo de spp frecuentes



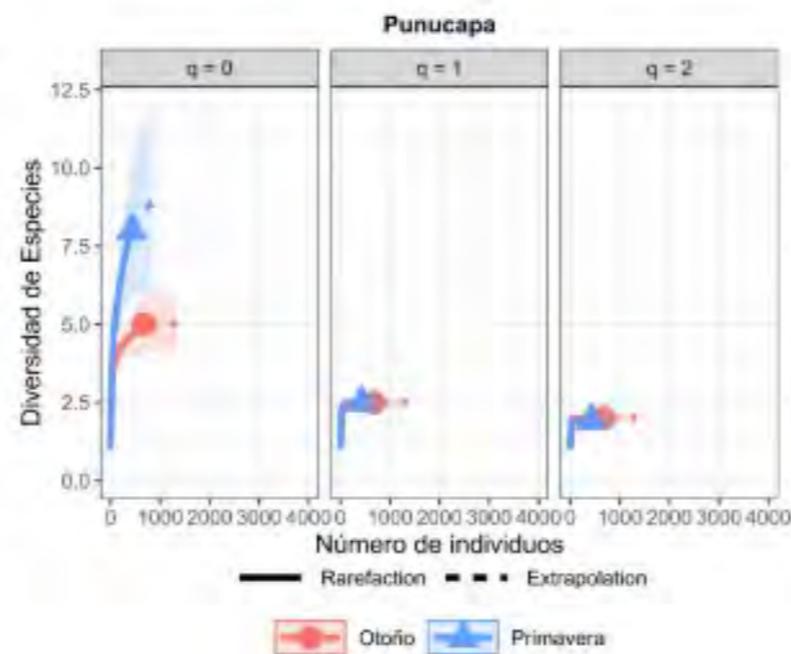
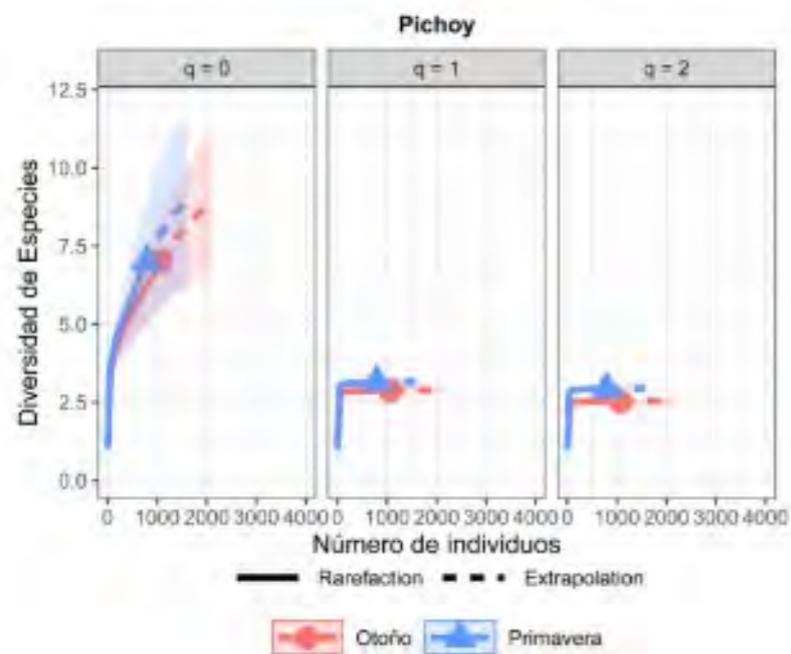
Diversidad de Simpson ($q = 2$;
Enfatiza las spp dominantes



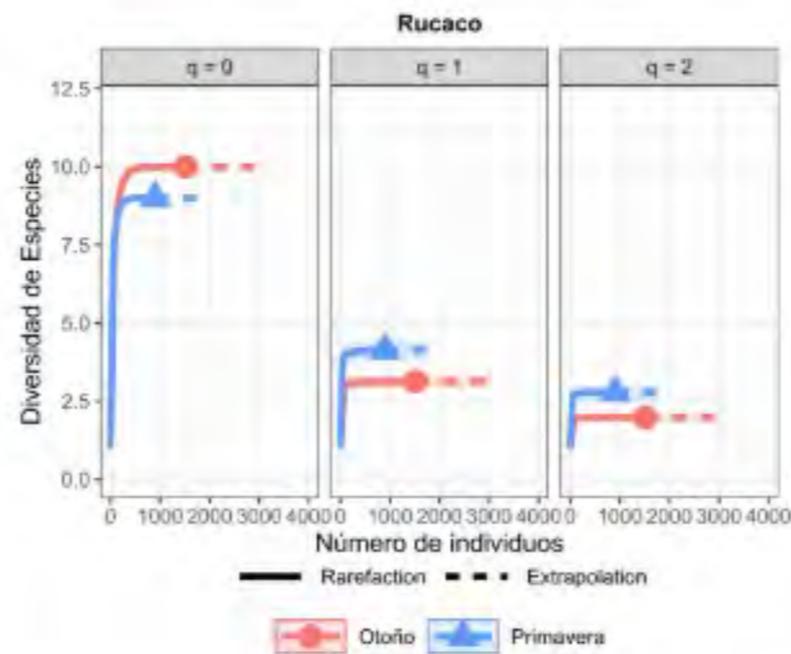
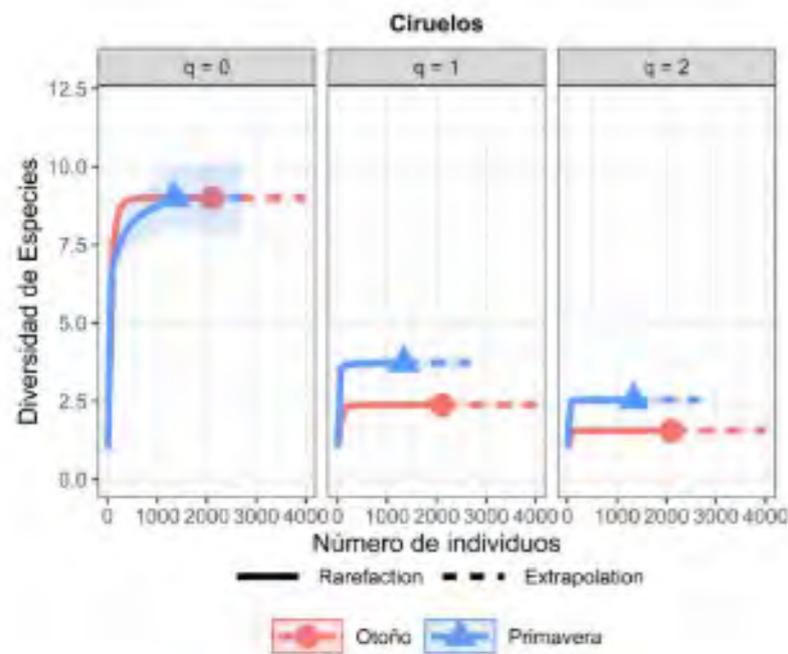
Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera



(i) 11 especies (7 nativas y 4 exóticas)

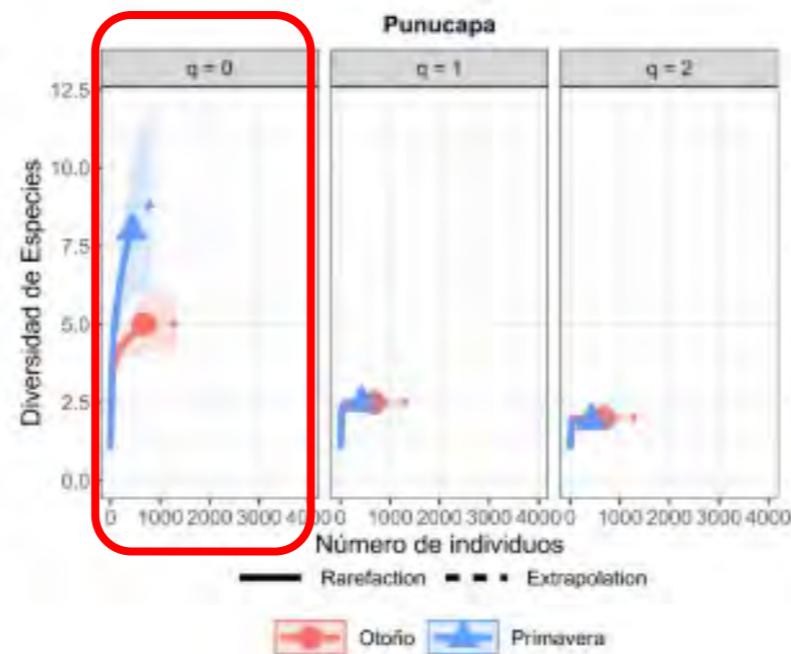
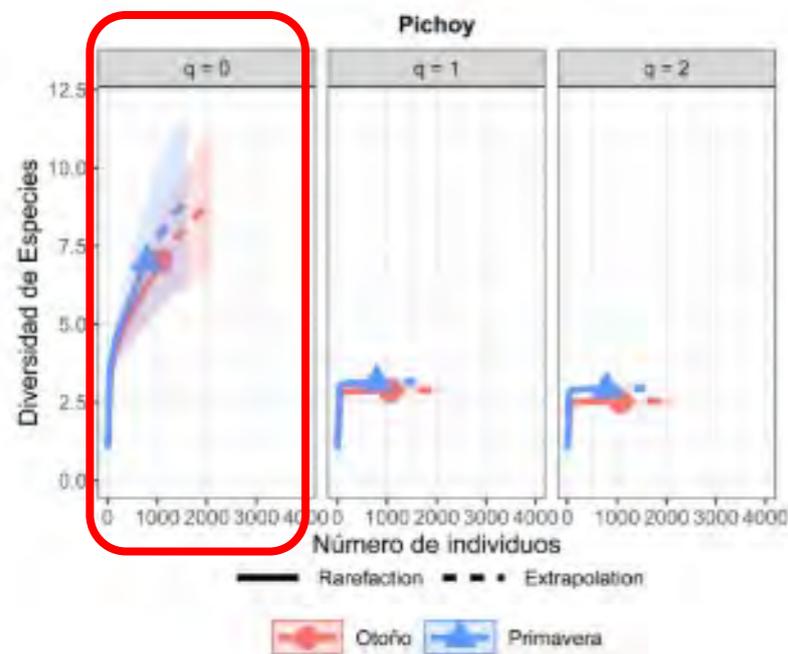


Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera

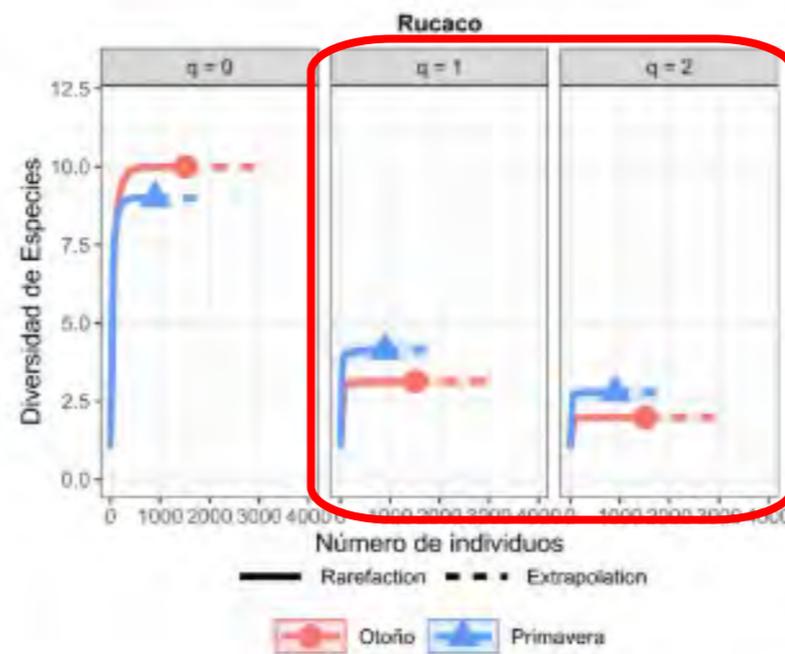
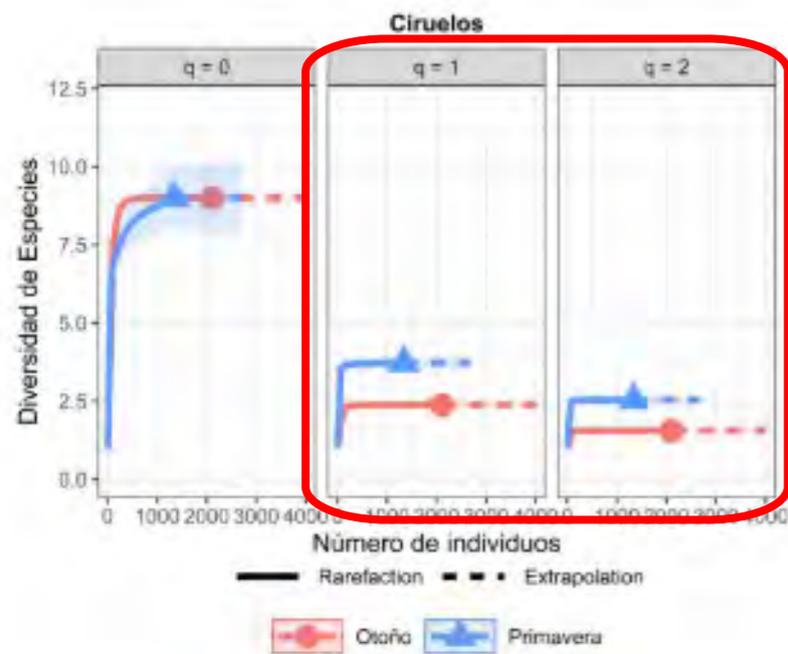


(i) 11 especies (7 nativas y 4 exóticas)

(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies



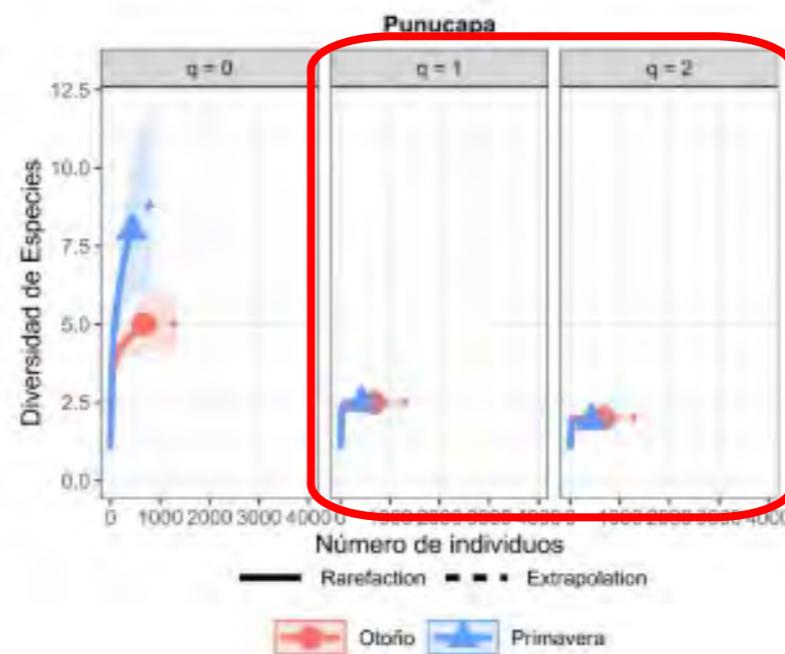
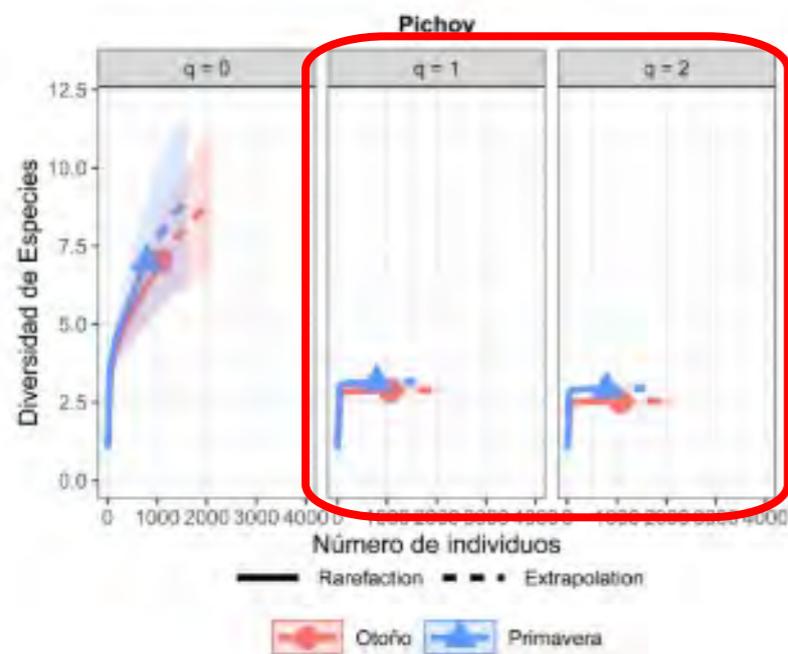
Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera



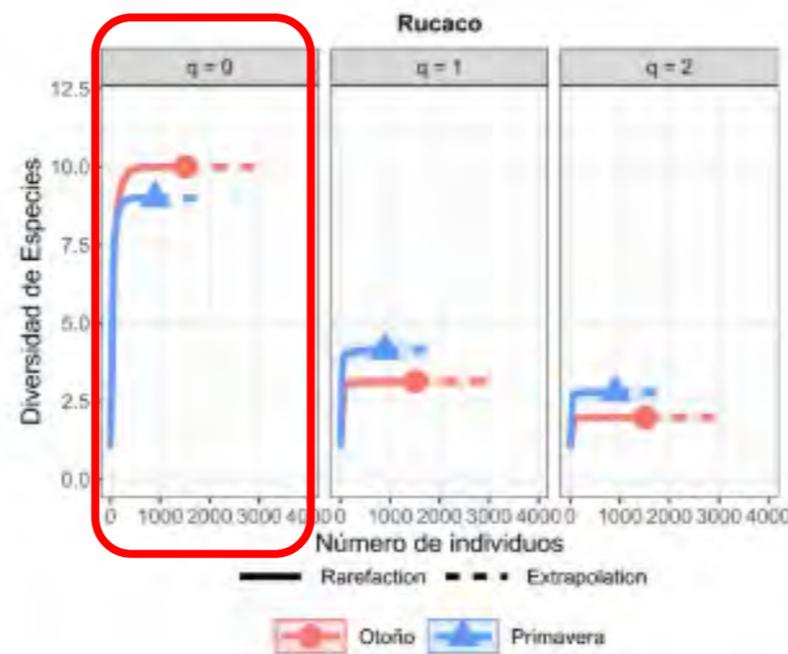
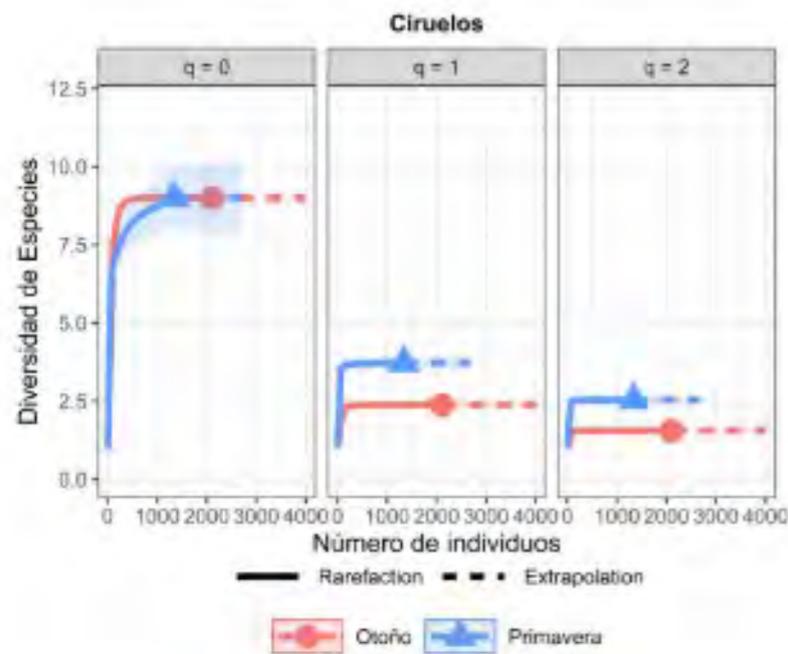
(i) 11 especies (7 nativas y 4 exóticas)

(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies

(iii) Especies abundantes ($q = 1$) y muy abundantes ($q = 2$) en todas las localidades mayores en primavera (≈ 1 spp) (Punucapa NS)



Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera

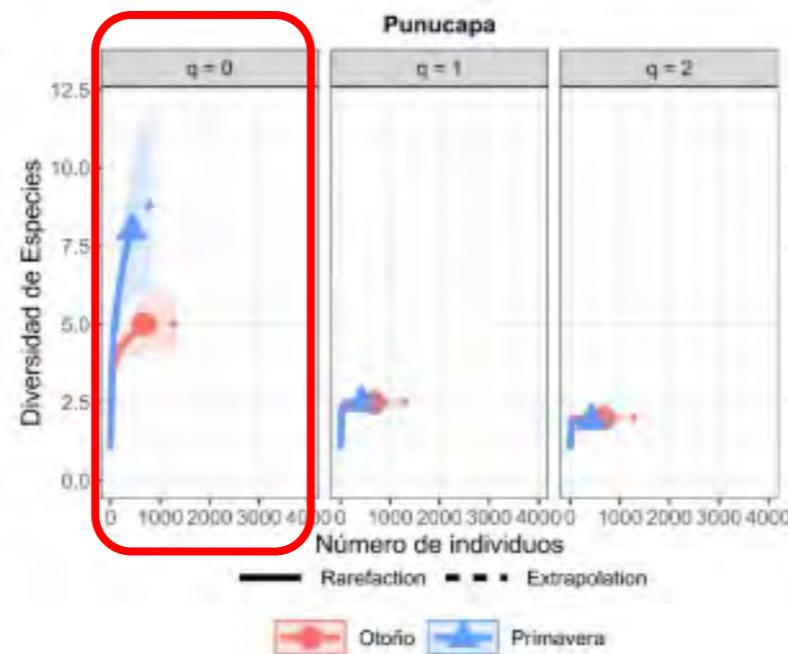
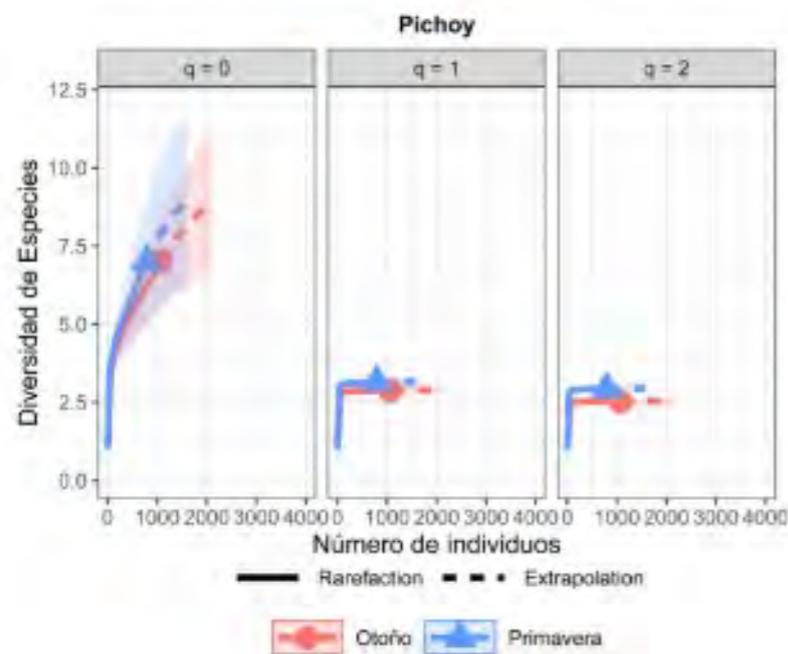


(i) 10 especies (7 nativas y 3 exóticas)

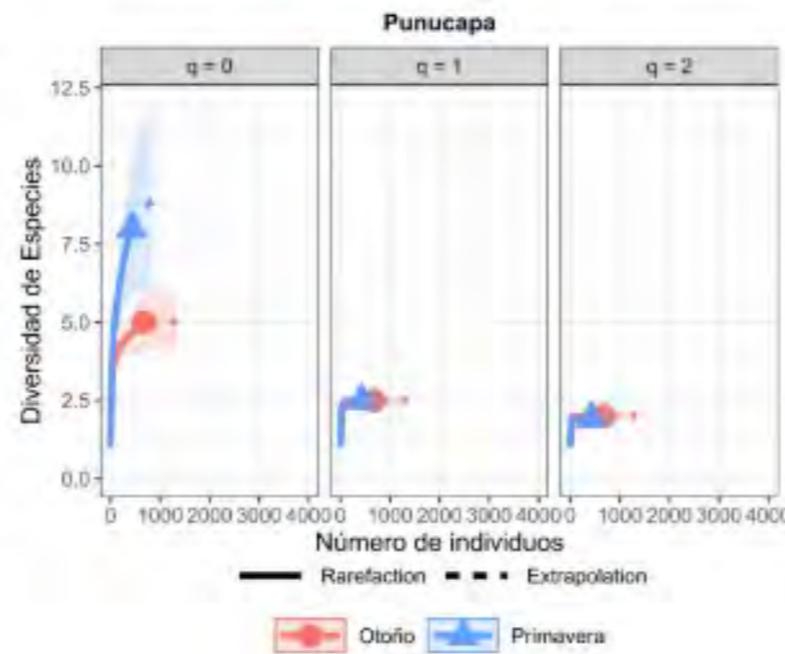
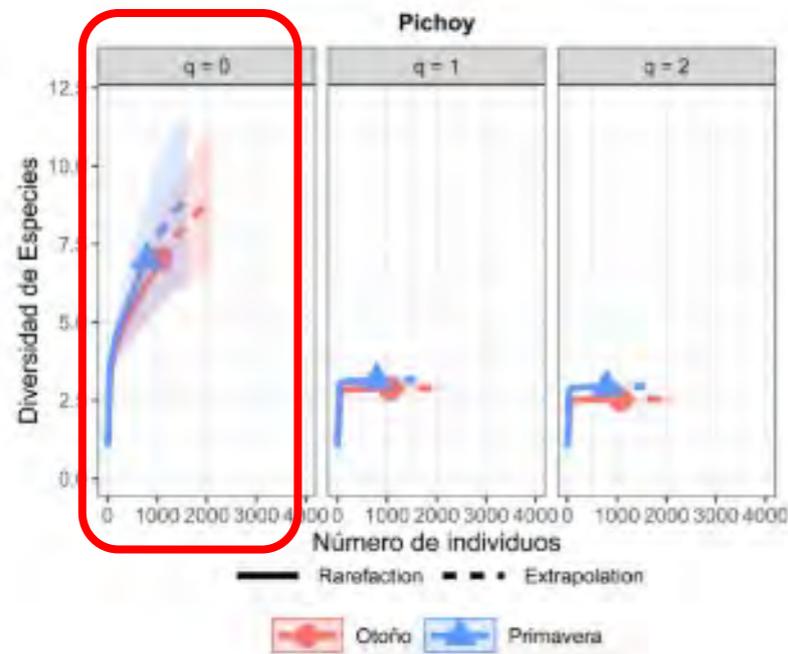
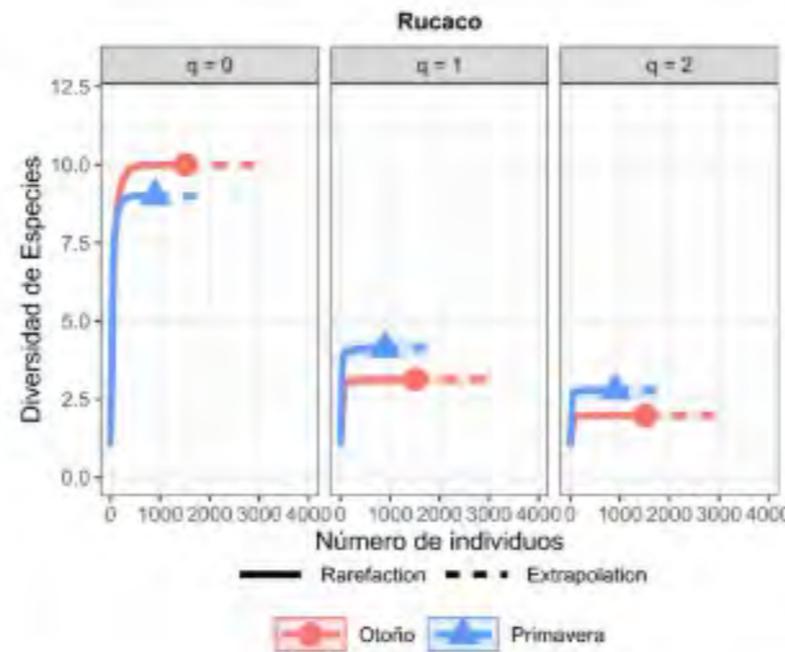
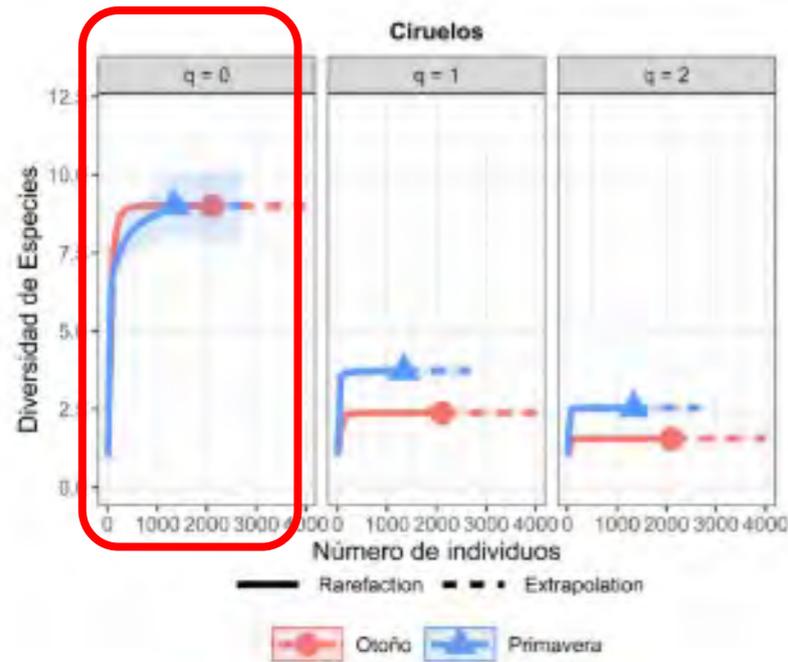
(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies

(iii) Especies abundantes ($q = 1$) y muy abundantes ($q = 2$) en todas las localidades mayores en primavera (≈ 1 spp) (Punucapa NS)

(iv) Riqueza ($q = 0$) de especies mayor en otoño (Rucaco 1 spp) y primavera (Punucapa ≈ 3.87 spp)



Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera



(i) 10 especies (7 nativas y 3 exóticas)

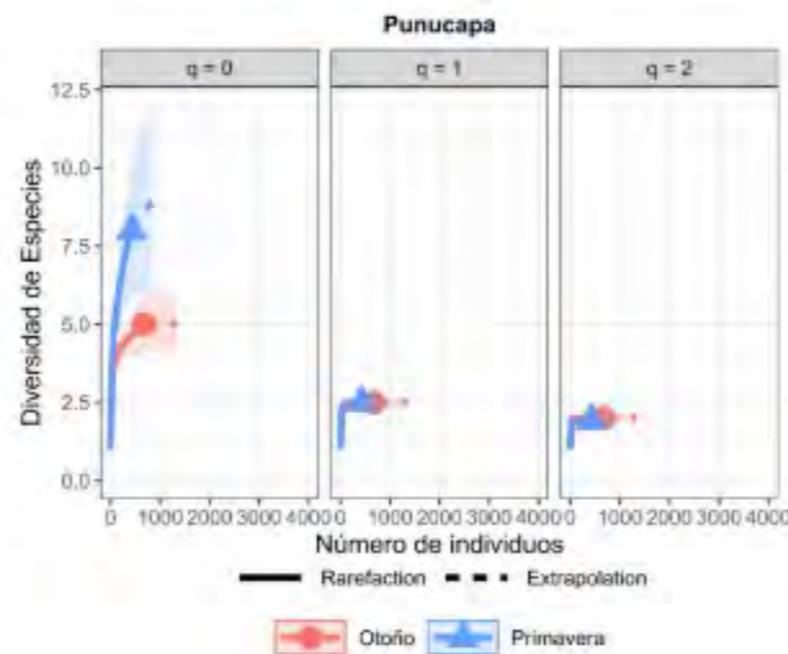
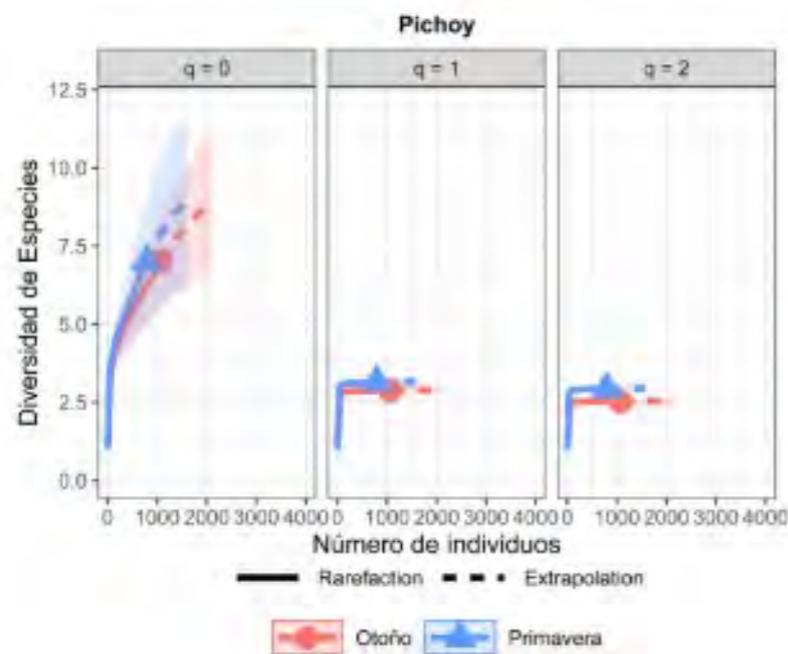
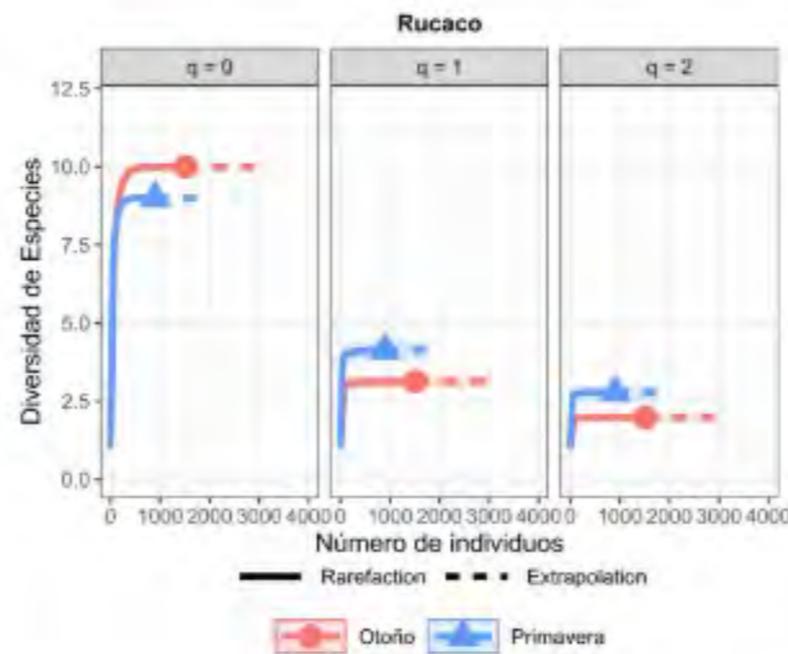
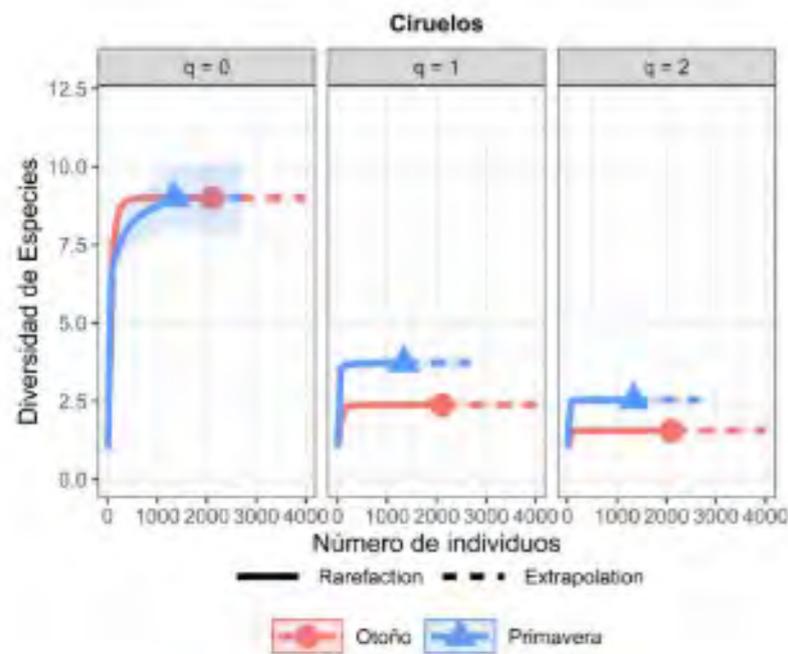
(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies

(iii) Especies abundantes ($q = 1$) y muy abundantes ($q = 2$) en todas las localidades mayores en primavera (≈ 1 spp) (Punucapa NS)

(iv) Riqueza de especies mayor en otoño (Rucaco 1 spp) y primavera (Punucapa ≈ 3.87 spp)

(v) Ciruelos y Pichoy no difieren en riqueza de spp ($q = 0$) entre estaciones

Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera



(i) 10 especies (7 nativas y 3 exóticas)

(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies

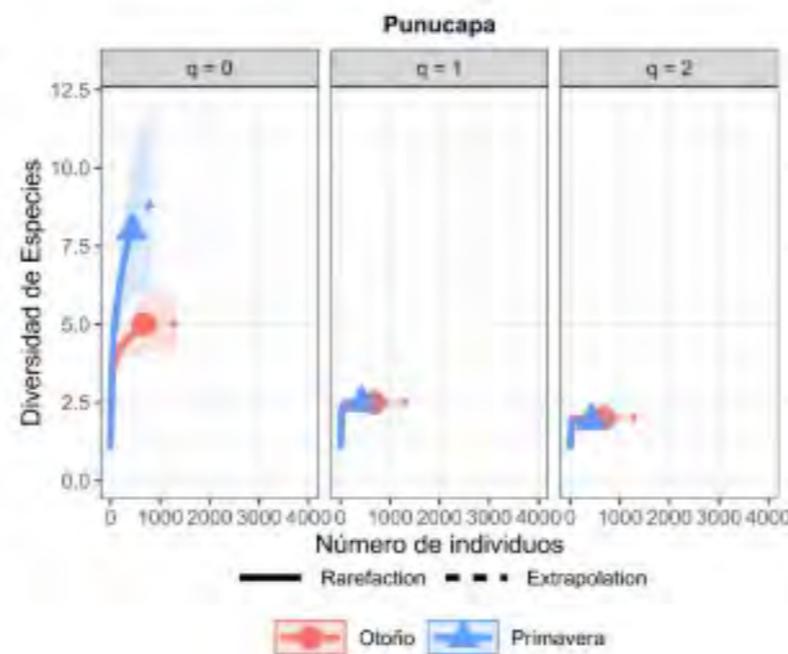
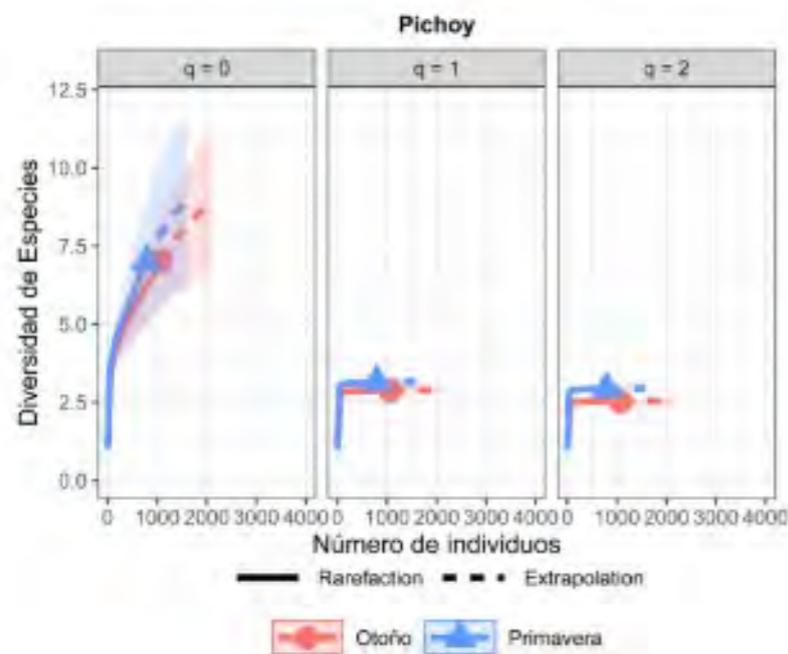
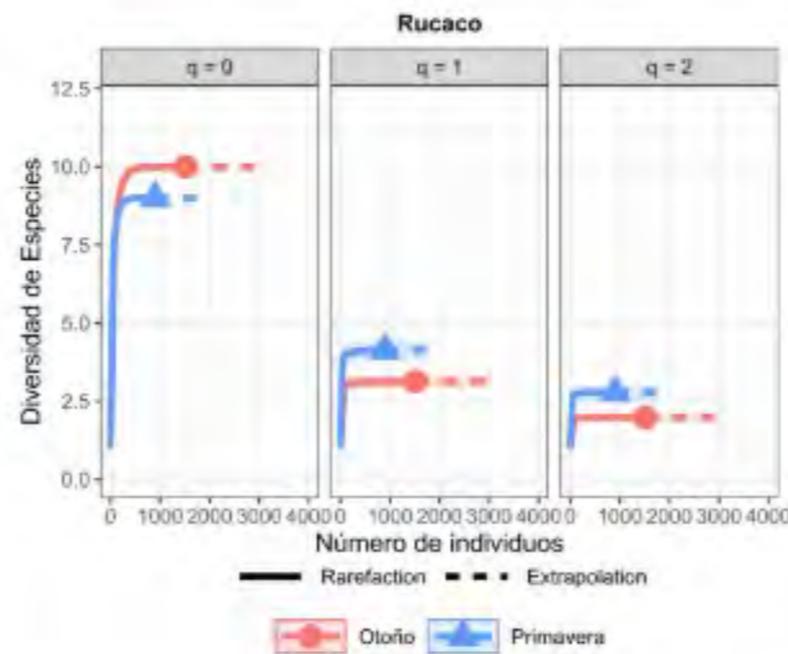
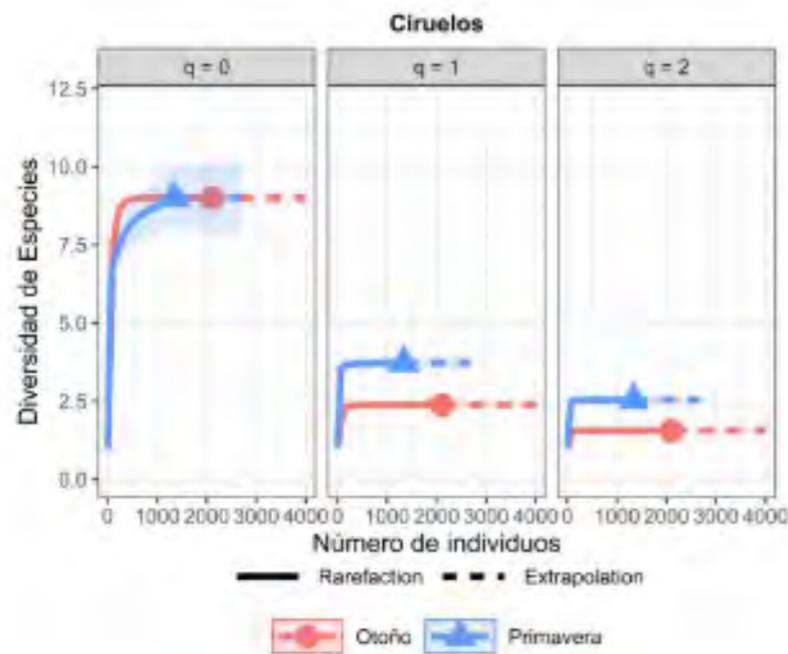
(iii) Especies abundantes ($q = 1$) y muy abundantes ($q = 2$) en todas las localidades mayores en primavera (≈ 1 spp) (Punucapa NS)

(iv) Riqueza de especies ($q = 0$) mayor en otoño (Rucaco 1 spp) y primavera (Punucapa ≈ 3.87 spp)

(v) Ciruelos y Pichoy no difieren en riqueza de spp ($q = 0$) entre estaciones

(vi) Mayor riqueza en primavera, mayor abundancia en otoño en las 4 localidades

Diversidad alfa: Ligeramente superior en primavera



(i) 10 especies (7 nativas y 3 exóticas)

(ii) Curvas que NO se estabilizan (Pichoy y Punucapa): no se detectaron todas las especies

(iii) Especies abundantes ($q = 1$) y muy abundantes ($q = 2$) en todas las localidades mayores en primavera (≈ 1 spp) (Punucapa NS)

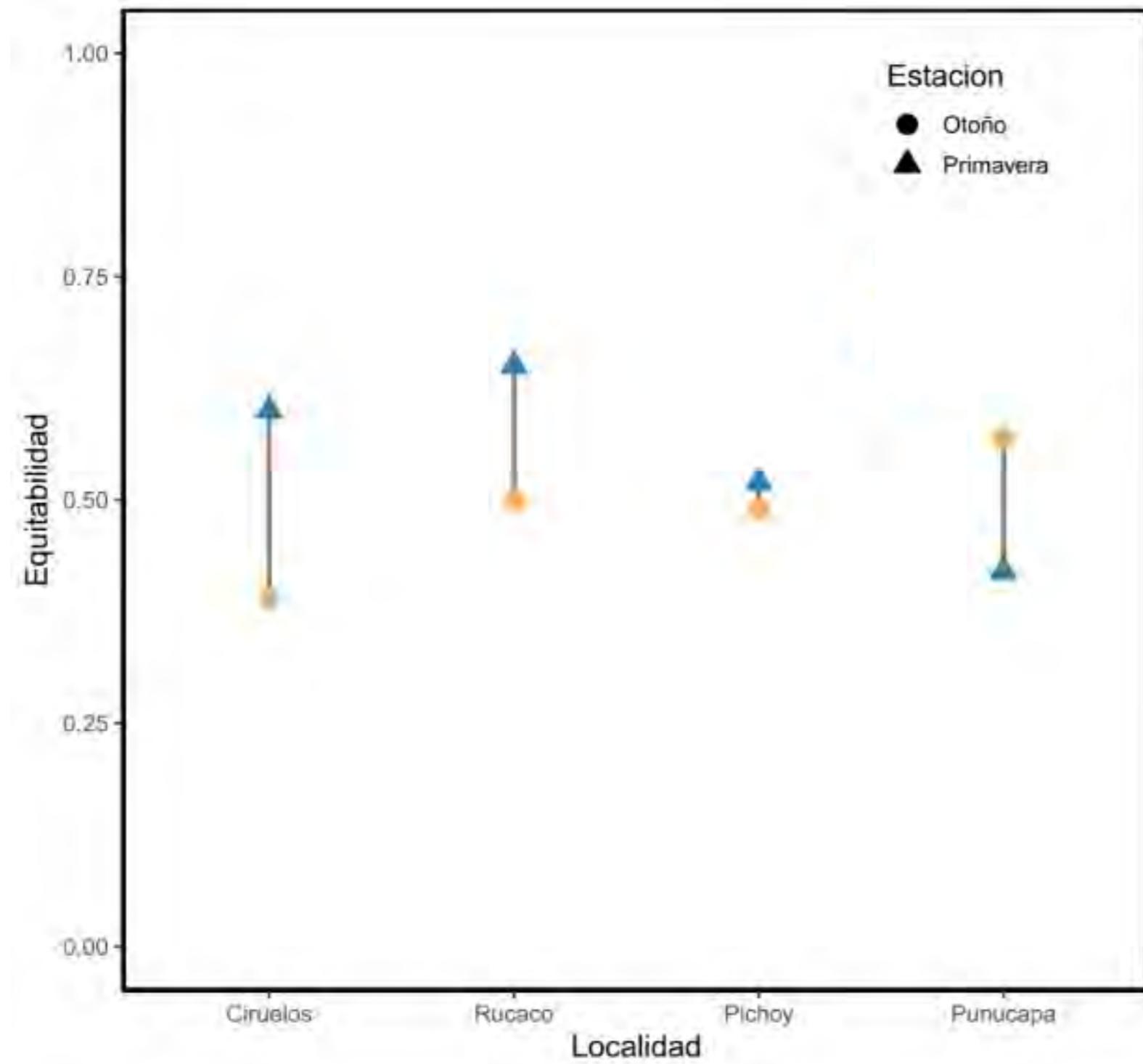
(iv) Riqueza de especies ($q = 0$) mayor en otoño (Rucaco 1 spp) y primavera (Punucapa ≈ 3.87 spp)

(v) Ciruelos y Pichoy no difieren en riqueza de spp ($q = 0$) entre estaciones

(vi) Mayor riqueza en primavera, mayor abundancia en otoño en las 4 localidades

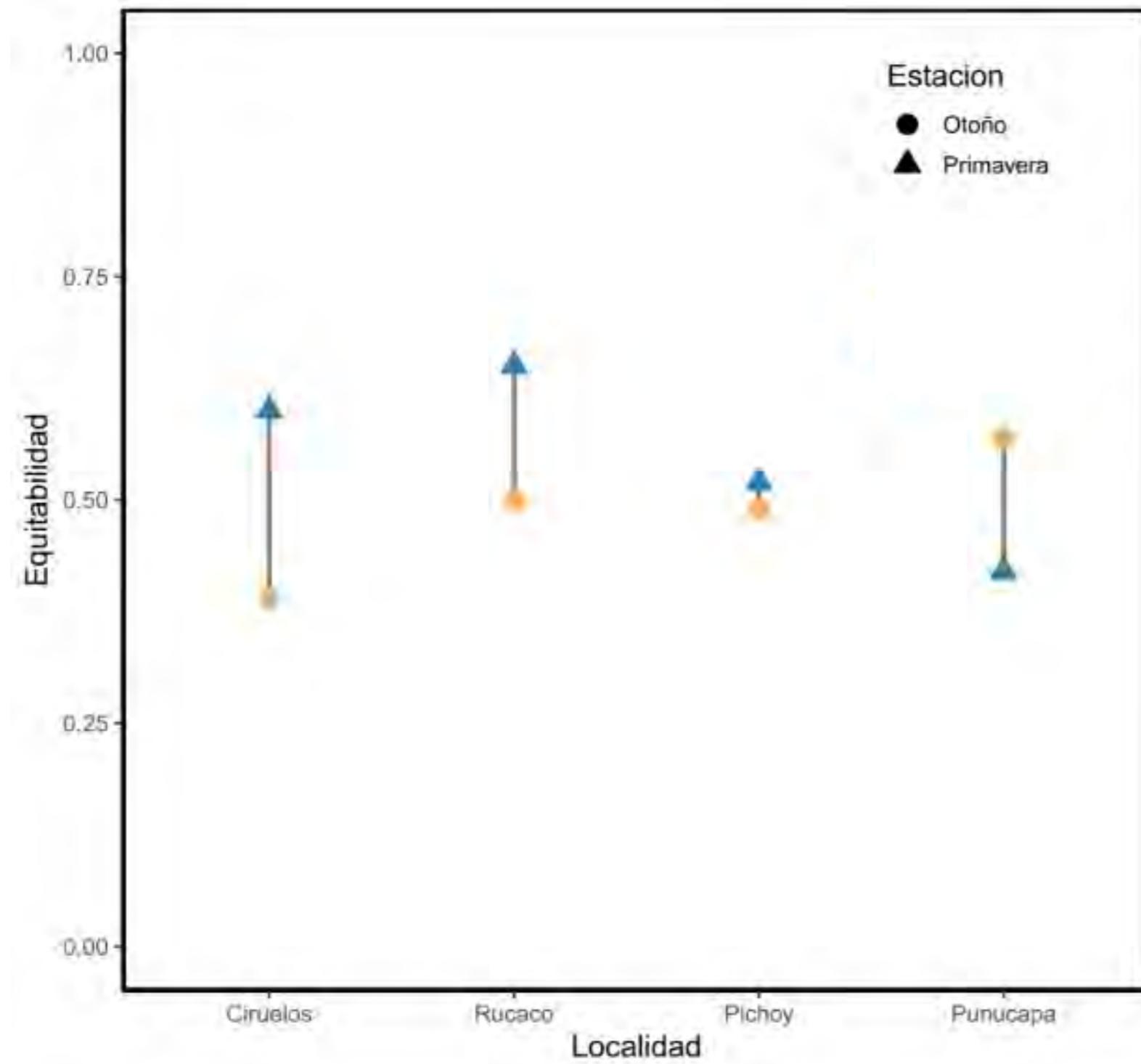
(vii) Mayor diversidad alfa general en Ciruelos y Rucaco

La equitabilidad varía según la localidad y la estación



(i) Cuando la equitabilidad es alta hay un mayor “reparto” de las abundancias, mientras que cuando es baja, hay pocas spp que dominan

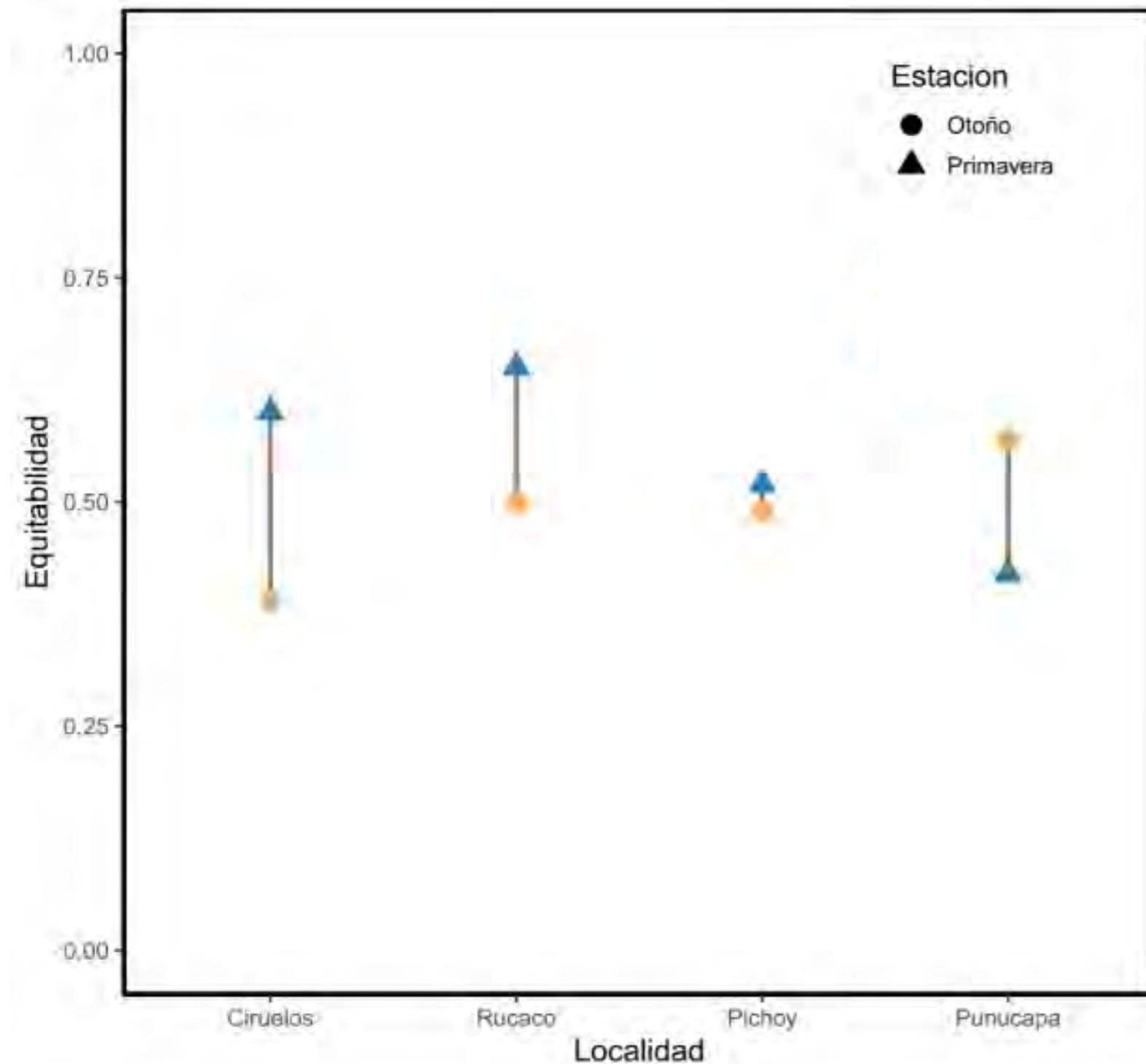
La equitabilidad varía según la localidad y la estación



(i) Cuando la equitabilidad es alta hay un mayor “reparto” de las abundancias, mientras que cuando es baja, hay pocas spp que dominan

(ii) Ciruelos y Rucaco (primavera) con alta equitabilidad, lo que sugiere comunidades más balanceadas (en sus abundancias)

La equitabilidad varía según la localidad y la estación

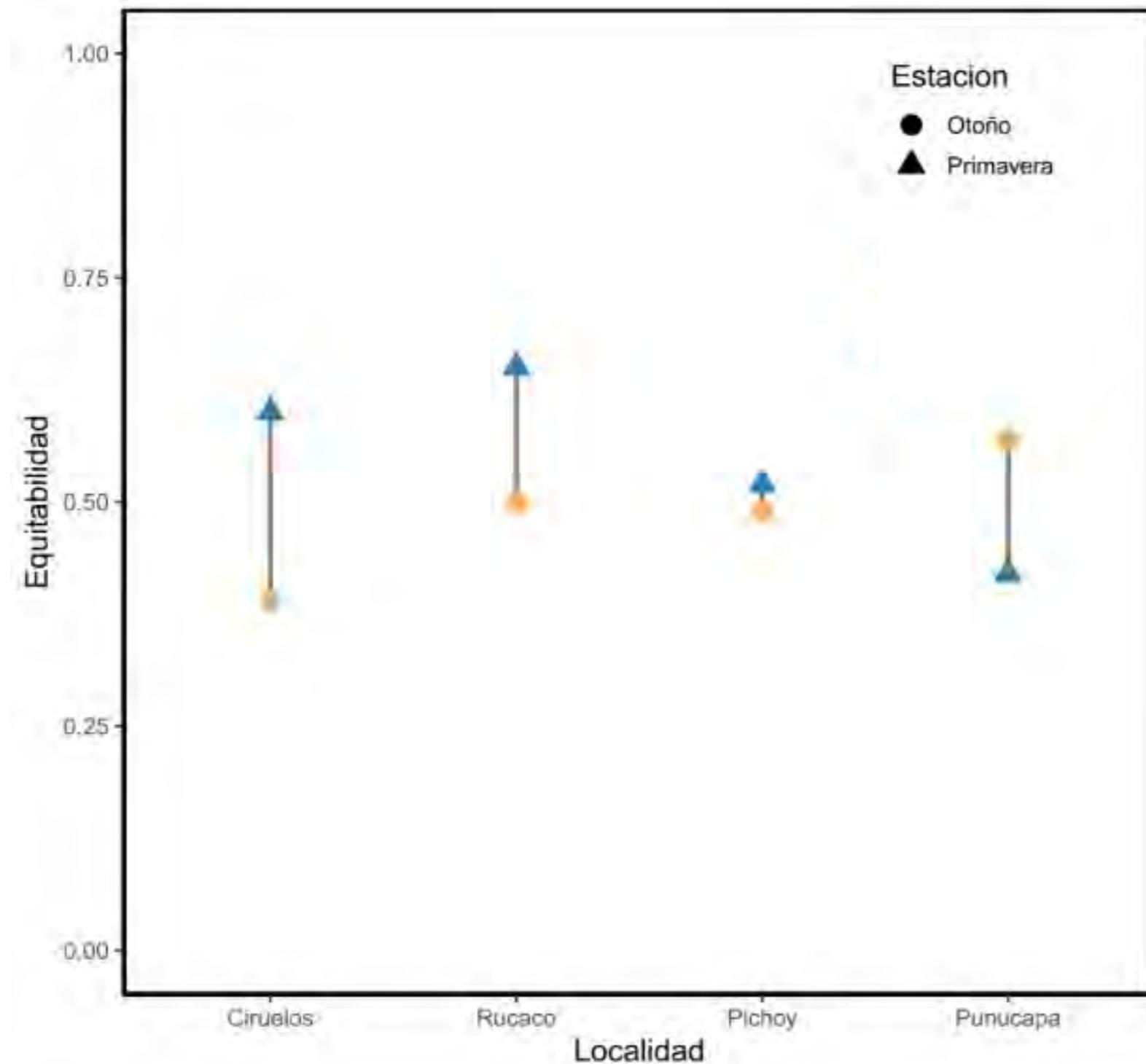


(i) Cuando la equitabilidad es alta hay un mayor “reparto” de las abundancias, mientras que cuando es baja, hay pocas spp que dominan

(ii) Ciruelos y Rucaco (primavera) con alta equitabilidad, lo que sugiere comunidades más balanceadas (en sus abundancias)

(iii) Puede reflejar mayor estabilidad ecológica y/o ambientes más complejos que permiten coexistencia (diversidad alfa mayor en primavera)

La equitabilidad varía según la localidad y la estación



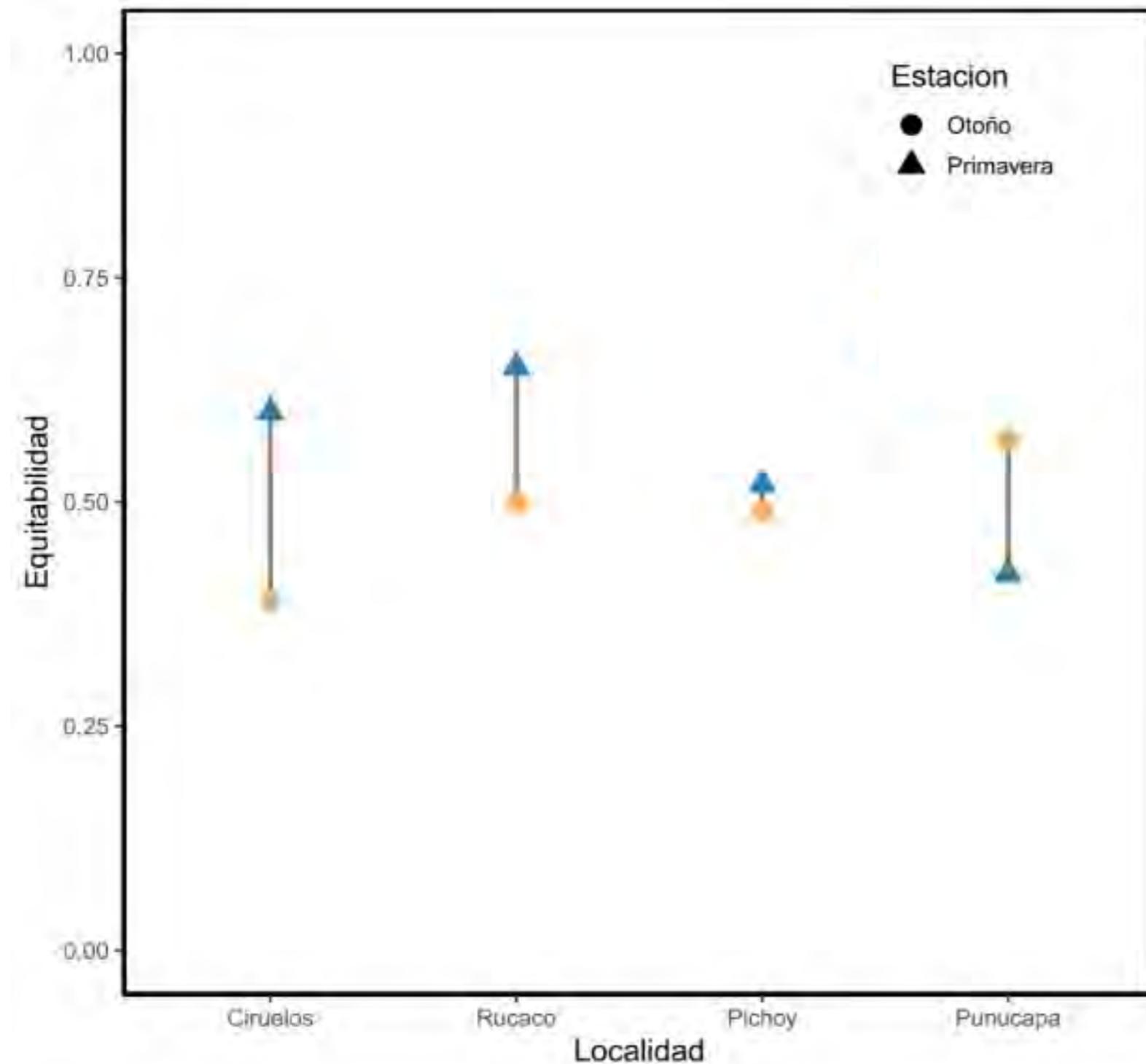
(i) Cuando la equitabilidad es alta hay un mayor “reparto” de las abundancias, mientras que cuando es baja, hay pocas spp que dominan

(ii) Ciruelos y Rucaco (primavera) con alta equitabilidad, lo que sugiere comunidades más balanceadas (en sus abundancias)

(iii) Puede reflejar mayor estabilidad ecológica y/o ambientes más complejos que permiten coexistencia (diversidad alfa mayor en primavera)

(iv) La baja equitabilidad de Punucapa (primavera) indica que pocas spp son abundantes

La equitabilidad varía según la localidad y la estación



(i) Cuando la equitabilidad es alta hay un mayor “reparto” de las abundancias, mientras que cuando es baja, hay pocas spp que dominan

(ii) Ciruelos y Rucaco (primavera) con alta equitabilidad, lo que sugiere comunidades más balanceadas (en sus abundancias)

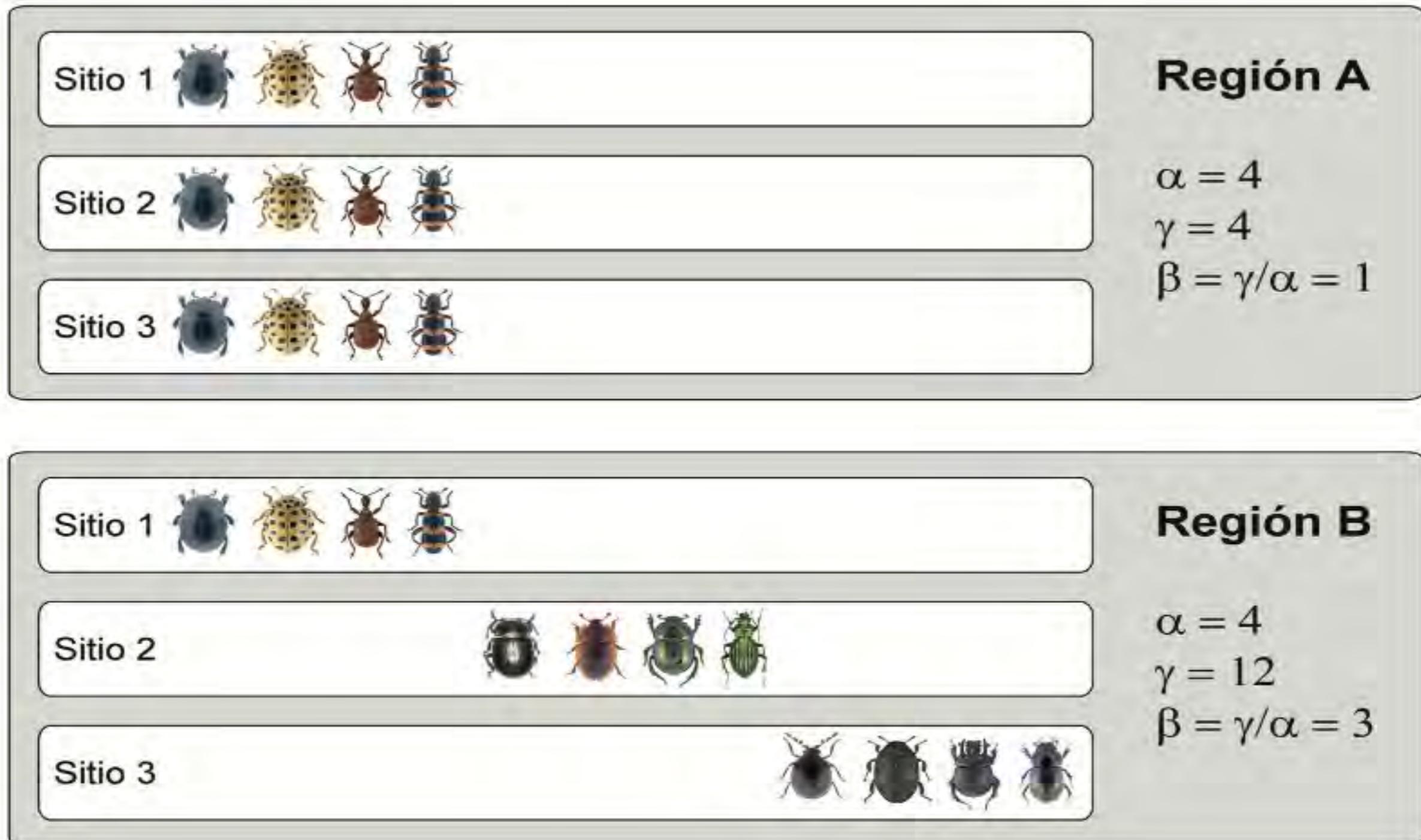
(iii) Puede reflejar mayor estabilidad ecológica y/o ambientes más complejos que permiten coexistencia (diversidad alfa mayor en primavera)

(iv) La baja equitabilidad de Punucapa (primavera) indica que pocas spp son abundantes

(v) Suele asociarse a condiciones ambientales más restrictivas, menor heterogeneidad de hábitats entre otros factores

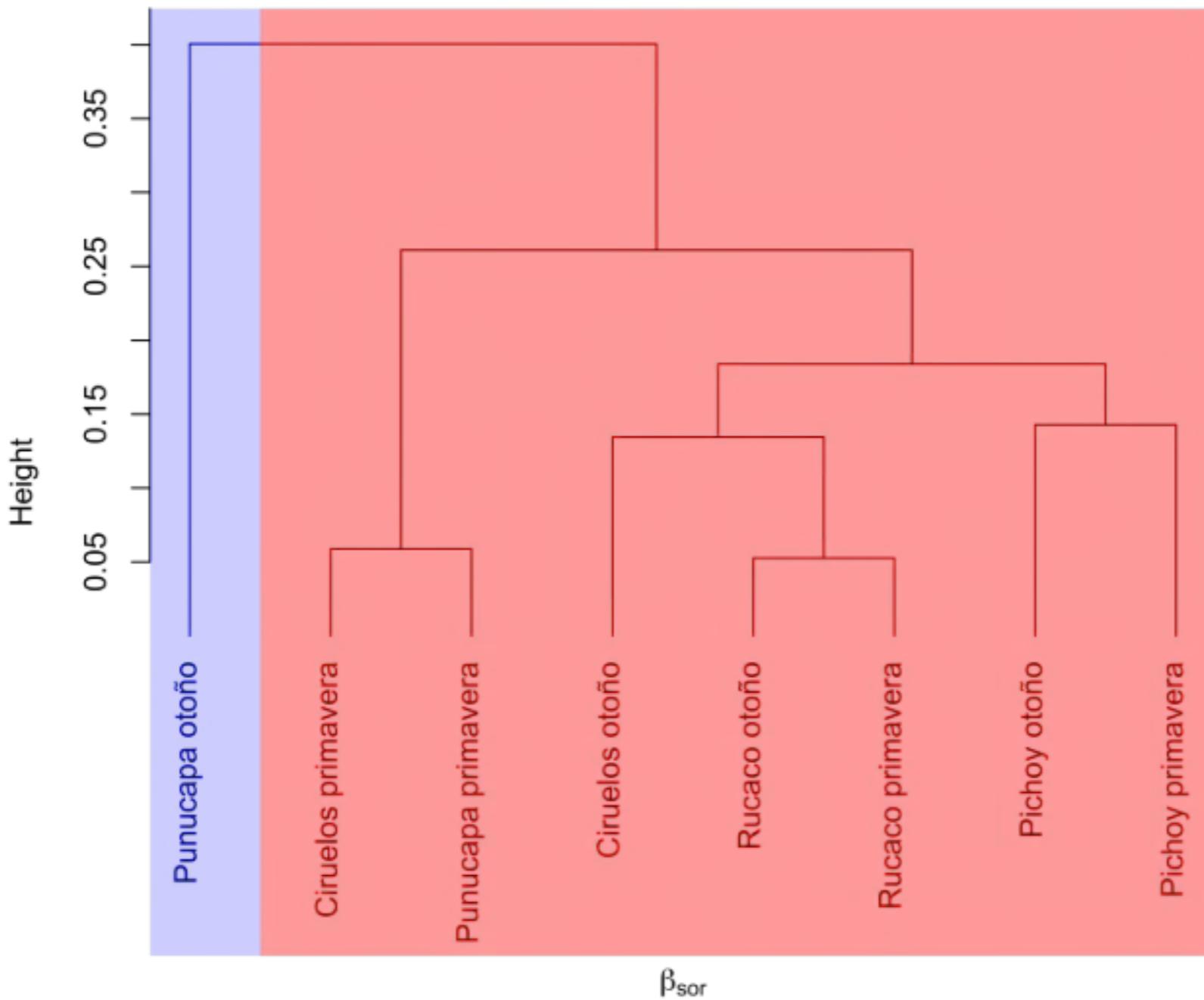
Diversidad beta: También importa la **identidad** de las spp

Ambas regiones tienen 3 comunidades con 4 especies



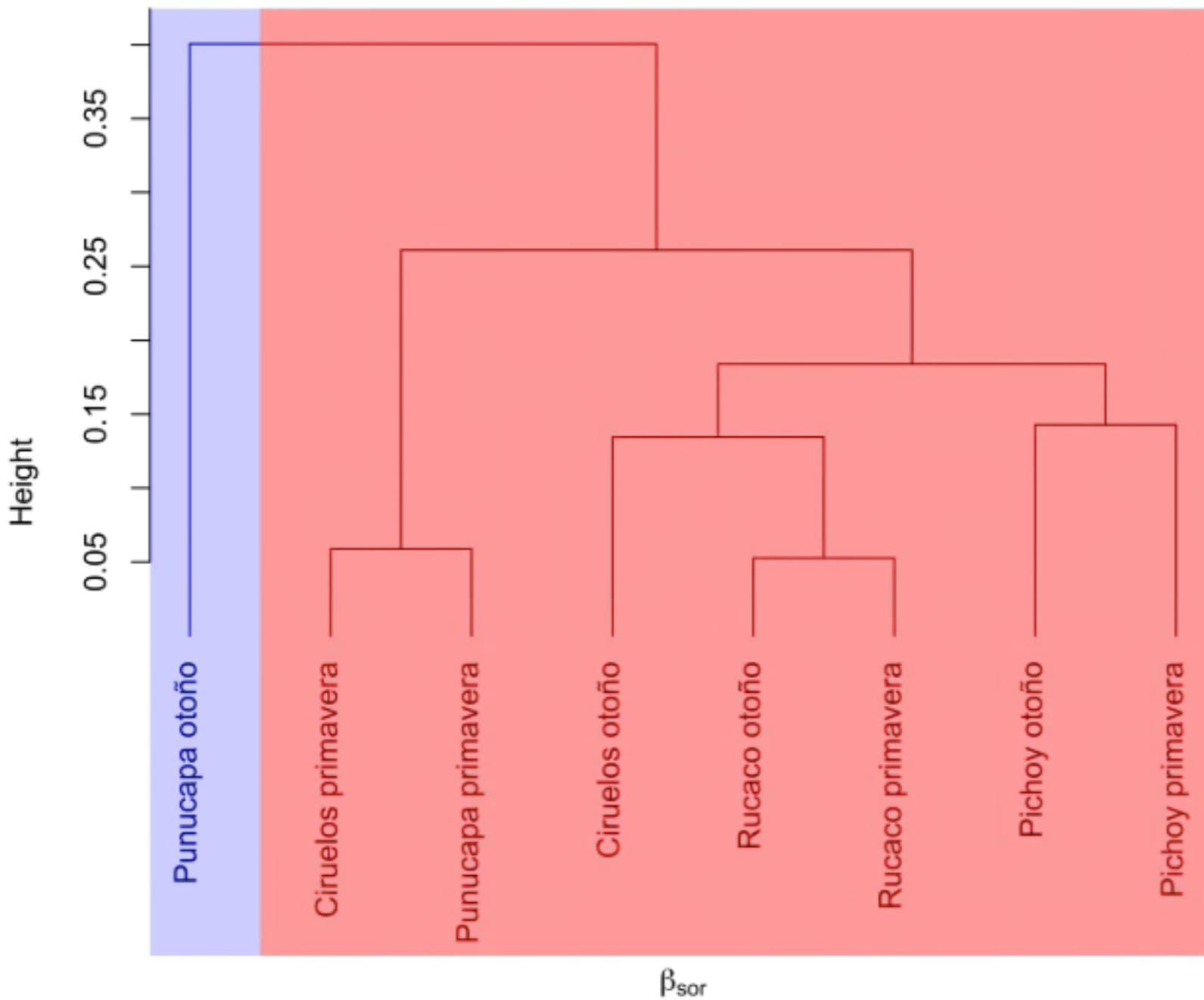
Misma diversidad alfa, pero composición **diferente**

Disimilitud entre localidades es moderada y estable (P/O)



(i) Disimilitud general es moderada ($\beta_{SOR} = 0.505$), y resulta tanto del reemplazo ($\beta_{SIM} = 0.346$) como de la pérdida ($\beta_{SNE} = 0.159$) de especies.

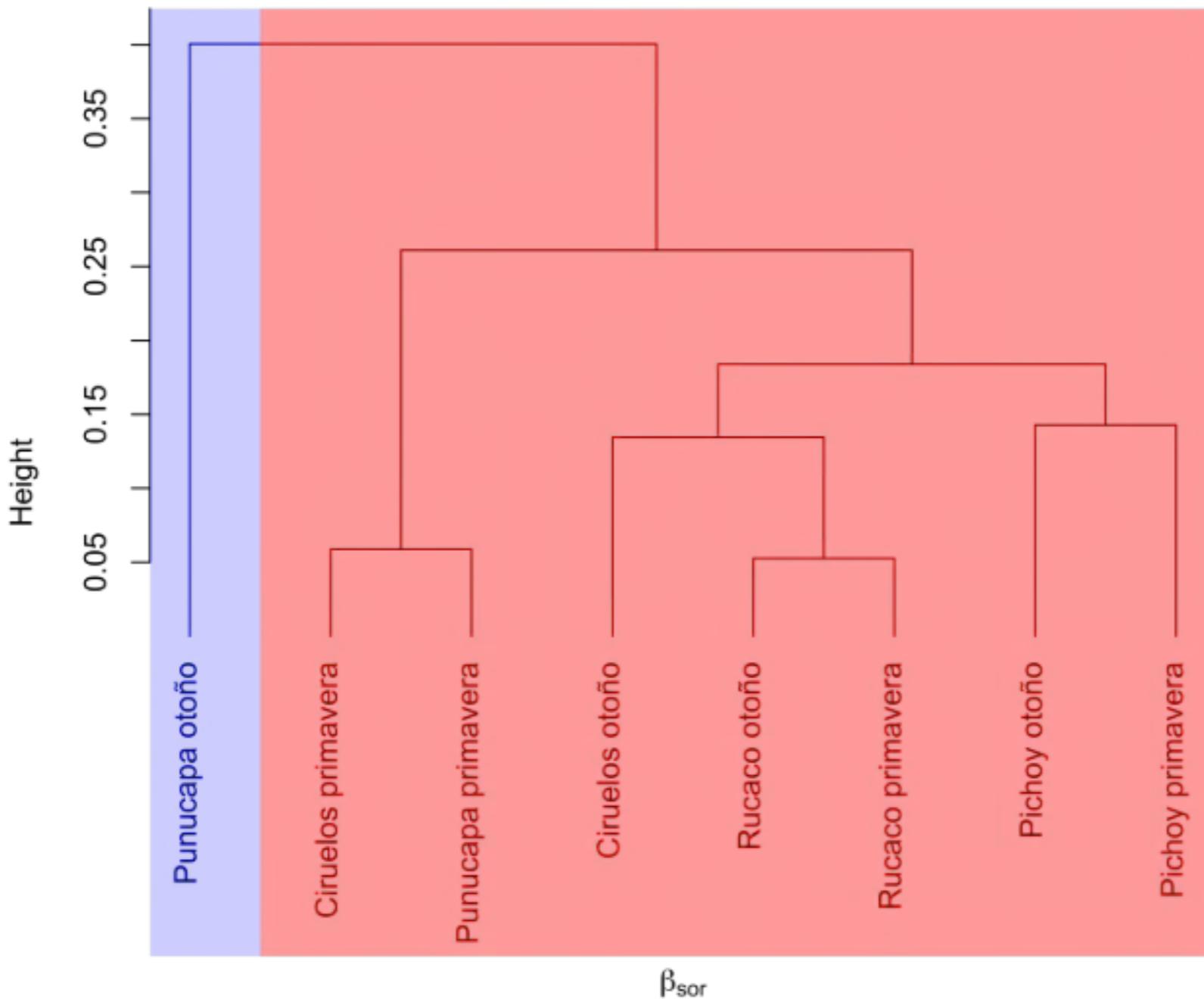
Disimilitud entre localidades es moderada y estable (P/O)



(i) Disimilitud general es moderada ($\beta_{SOR} = 0.505$), y resulta tanto del reemplazo ($\beta_{SIM} = 0.346$) como de la pérdida ($\beta_{SNE} = 0.159$) de especies.

(ii) Punucapa en otoño es la combinación más disímil de las evaluadas

Disimilitud entre localidades es moderada y estable (P/O)

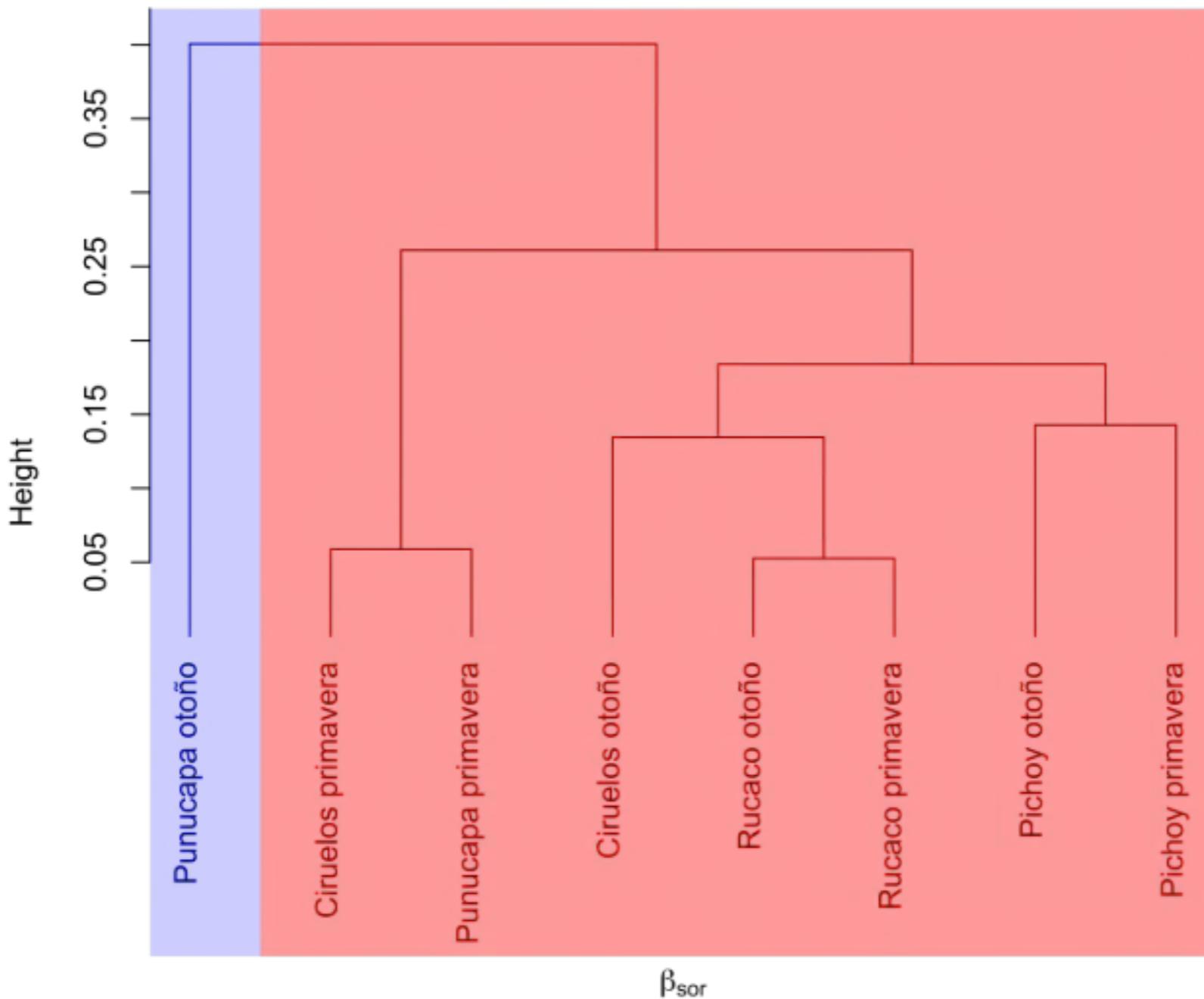


(i) Disimilitud general es moderada ($\beta_{SOR} = 0.505$), y resulta tanto del reemplazo ($\beta_{SIM} = 0.346$) como de la pérdida ($\beta_{SNE} = 0.159$) de especies.

(ii) Punucapa en otoño es la combinación más disímil de las evaluadas

(iii) No se encontraron diferencias en estructura comunitaria entre estaciones (Permanova NS)

Disimilitud entre localidades es moderada y estable (P/O)



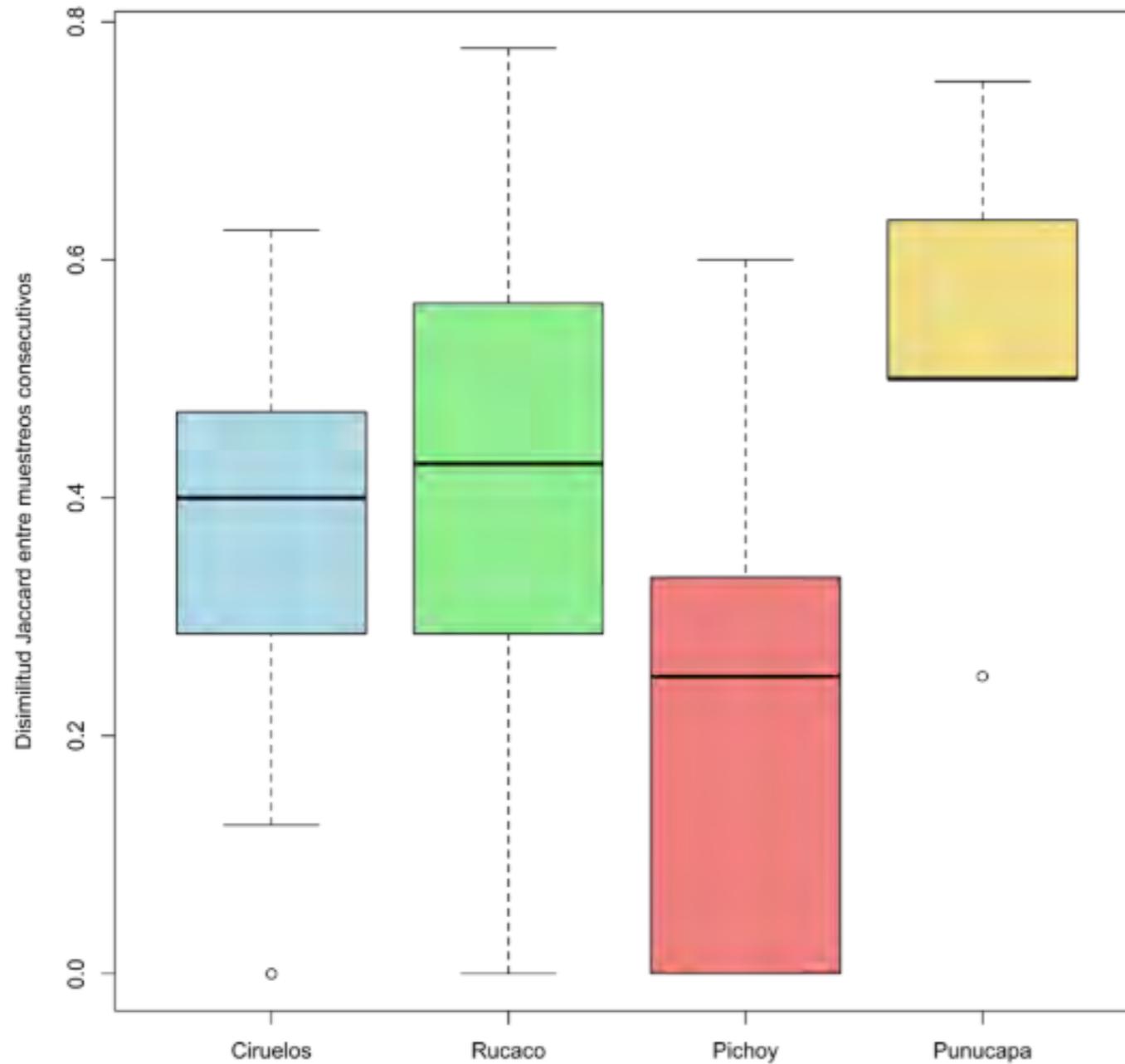
(i) Disimilitud general es moderada ($\beta_{\text{SOR}} = 0.505$), y resulta tanto del reemplazo ($\beta_{\text{SIM}} = 0.346$) como de la pérdida ($\beta_{\text{SNE}} = 0.159$) de especies.

(ii) Punucapa en otoño es la combinación más disímil de las evaluadas

(iii) No se encontraron diferencias en estructura comunitaria entre estaciones (Permanova NS)

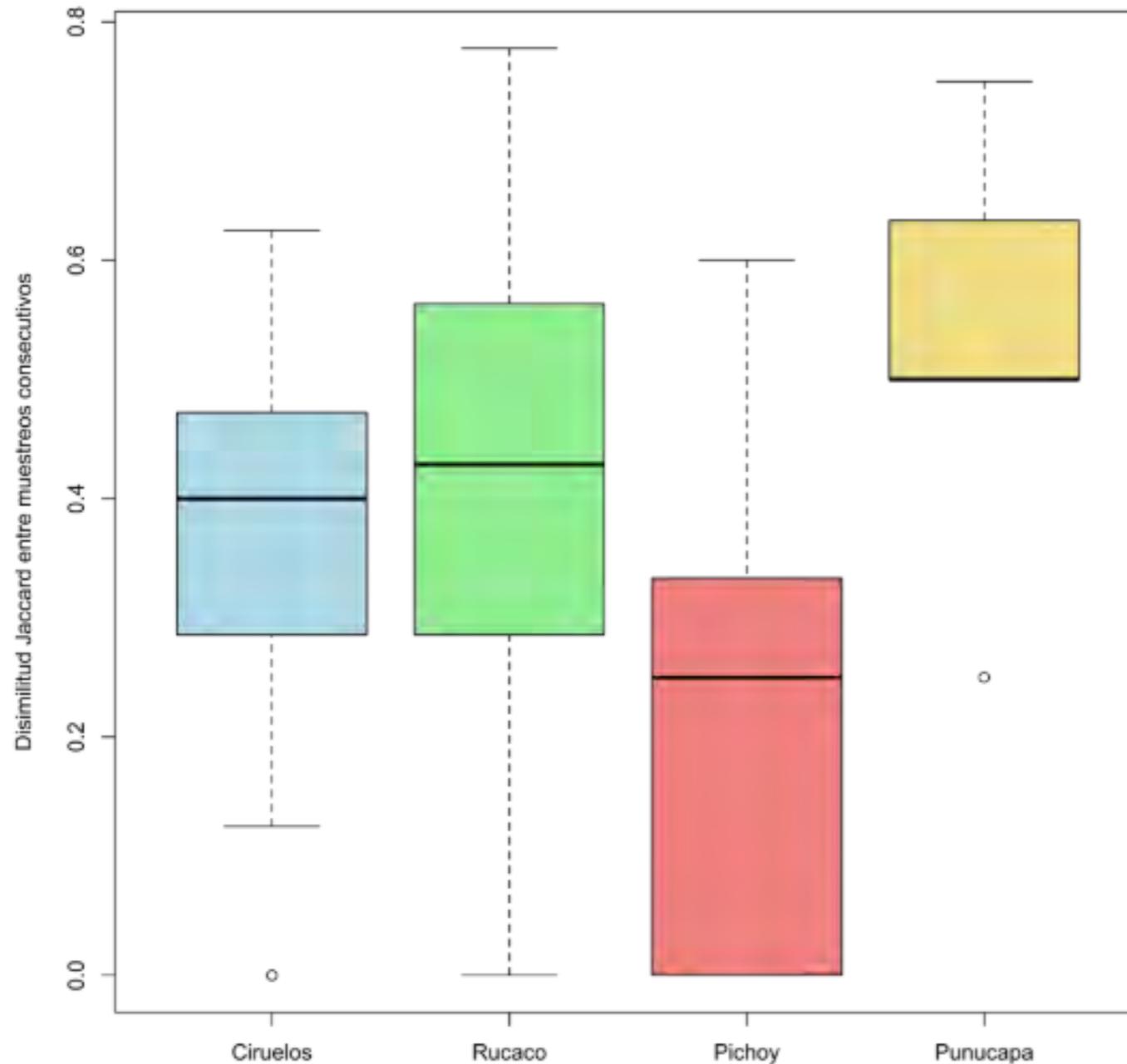
(iv) En primavera hay más recambio que pérdida de especies, mientras que en otoño, ambos procesos son similares en magnitud

Recambio temporal entre muestreos consecutivos



(i) Ciruelos y Rucaco presentaron un recambio moderado, con Pichoy siendo la localidad más estable (aunque más variable) y Punucapa la que presentó mayor cambio temporal pero relativamente constante entre muestreos sucesivos

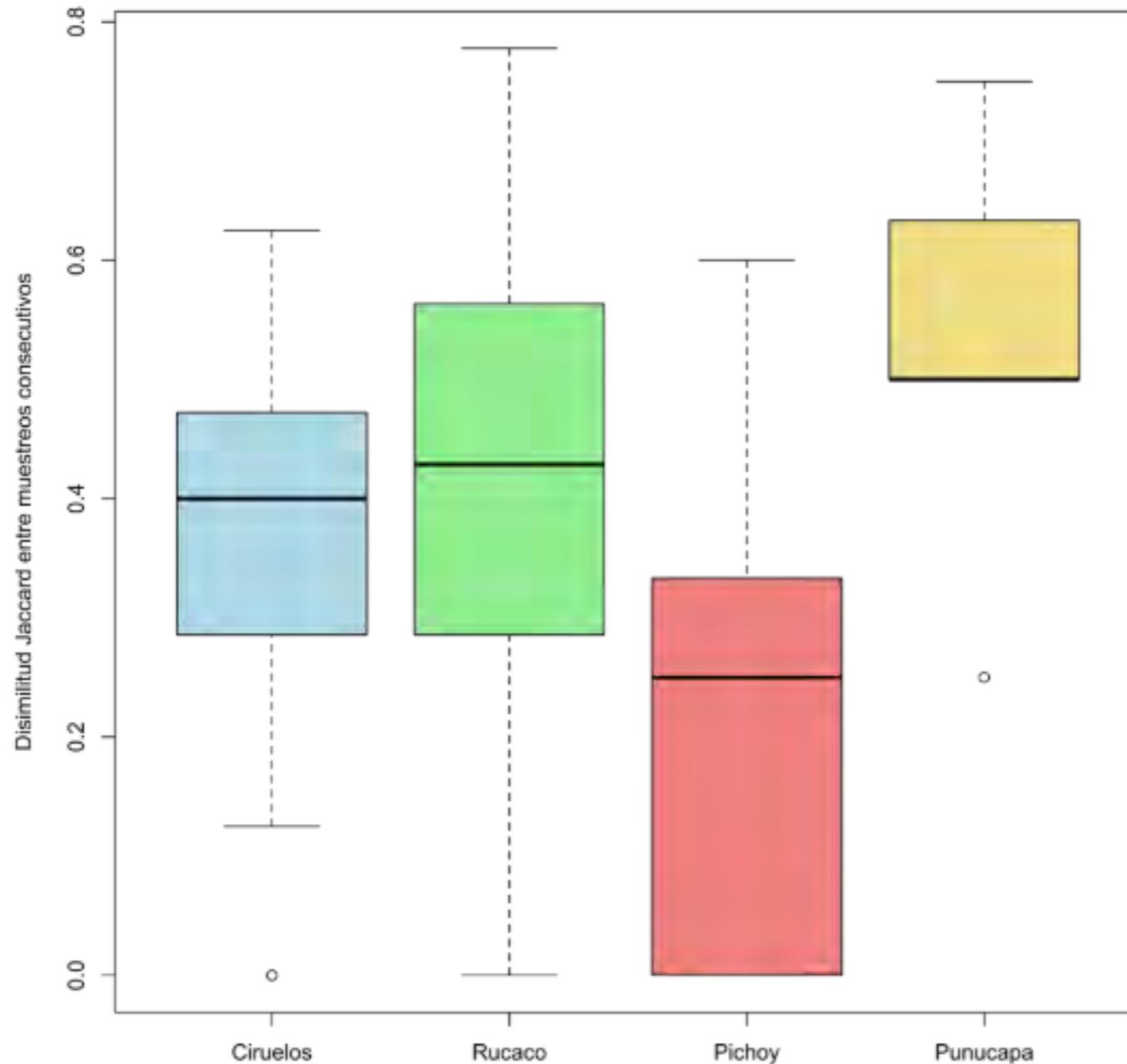
Recambio temporal entre muestreos consecutivos



(i) Ciruelos y Rucaco presentaron un recambio moderado, con Pichoy siendo la localidad más estable (aunque más variable) y Punucapa la que presentó mayor cambio temporal pero relativamente constante entre muestreos sucesivos

(ii) La disimilitud entre muestreos consecutivos no tiende ni a aumentar ni a disminuir durante los 11 años de muestreo

Recambio temporal entre muestreos consecutivos



(i) Ciruelos y Rucaco presentaron un recambio moderado, con Pichoy siendo la localidad más estable (aunque más variable) y Punucapa la que presentó mayor cambio temporal pero relativamente constante entre muestreos sucesivos

(ii) La disimilitud entre muestreos consecutivos no tiende ni a aumentar ni a disminuir durante los 11 años de muestreo

(iii) No hay diferencias en composición entre estaciones, salvo en Punucapa (Permanova)

WRAP UP



Diversidad alfa

(i) Comunidades riparianas experimentan **fluctuaciones estacionales** en diversidad de especies (Primavera > Otoño)

Diversidad alfa

- (i) Comunidades riparianas experimentan **fluctuaciones estacionales** en diversidad de especies (Primavera > Otoño)
- (ii) En primavera puede haber más disponibilidad de sitios para la reproducción (más sectores inundados), mayor temperatura del agua y/o mayor cantidad de nutrientes, lo que puede aumentar el reclutamiento de spp

Diversidad alfa

- (i) Comunidades riparianas experimentan **fluctuaciones estacionales** en diversidad de especies (Primavera > Otoño)
- (ii) En primavera puede haber más disponibilidad de sitios para la reproducción (más sectores inundados), mayor temperatura del agua y/o mayor cantidad de nutrientes, lo que puede aumentar el reclutamiento de spp
- (iii) El patrón de más spp con menos individuos en primavera, y menos spp con más individuos en otoño, podría facilitar la **coexistencia**

Diversidad alfa

- (i) Comunidades riparianas experimentan **fluctuaciones estacionales** en diversidad de especies (Primavera > Otoño)
- (ii) En primavera puede haber más disponibilidad de sitios para la reproducción (más sectores inundados), mayor temperatura del agua y/o mayor cantidad de nutrientes, lo que puede aumentar el reclutamiento de spp
- (iii) El patrón de más spp con menos individuos en primavera, y menos spp con más individuos en otoño, podría facilitar la **coexistencia**
- (iv) Las localidades más cercanas a la planta (Ciruelos y Rucaco) tienen **mayor diversidad** y una distribución más equilibrada entre ellas en términos de abundancia, sin que pocas spp dominen al resto

Diversidad alfa

- (i) Comunidades riparianas experimentan **fluctuaciones estacionales** en diversidad de especies (Primavera > Otoño)
- (ii) En primavera puede haber más disponibilidad de sitios para la reproducción (más sectores inundados), mayor temperatura del agua y/o mayor cantidad de nutrientes, lo que puede aumentar el reclutamiento de spp
- (iii) El patrón de más spp con menos individuos en primavera, y menos spp con más individuos en otoño, podría facilitar la **coexistencia**
- (iv) Las localidades más cercanas a la planta (Ciruelos y Rucaco) tienen **mayor diversidad** y una distribución más equilibrada entre ellas en términos de abundancia, sin que pocas spp dominen al resto
- (v) Punucapa es la localidad con **menos especies** y su comunidad está más dominada por unas pocas spp muy abundantes

Diversidad beta

(i) Las diferencias entre localidades son mayores que entre estaciones, indicando un fuerte efecto espacial en la composición de spp

Diversidad beta

- (i) Las diferencias entre localidades son mayores que entre estaciones, indicando un fuerte efecto espacial en la composición de spp
- (ii) Ciruelos y Rucaco tienen comunidades más similares entre si, mientras que Punucapa es la más diferente

Diversidad beta

- (i) Las diferencias entre localidades son mayores que entre estaciones, indicando un fuerte efecto espacial en la composición de spp
- (ii) Ciruelos y Rucaco tienen comunidades más similares entre si, mientras que Punucapa es la más diferente
- (iii) En primavera se observa un mayor recambio de spp, lo que sugiere un período más dinámico

Diversidad beta

- (i) Las diferencias entre localidades son mayores que entre estaciones, indicando un fuerte efecto espacial en la composición de spp
- (ii) Ciruelos y Rucaco tienen comunidades más similares entre si, mientras que Punucapa es la más diferente
- (iii) En primavera se observa un mayor recambio de spp, lo que sugiere un período más dinámico
- (iv) Las comunidades de peces son estables entre estaciones (exceptuando a Punucapa)

CONCLUSIONES



(i) Las comunidades de peces cambian según la estación y la localidad



(i) Las comunidades de peces cambian según la estación y la localidad

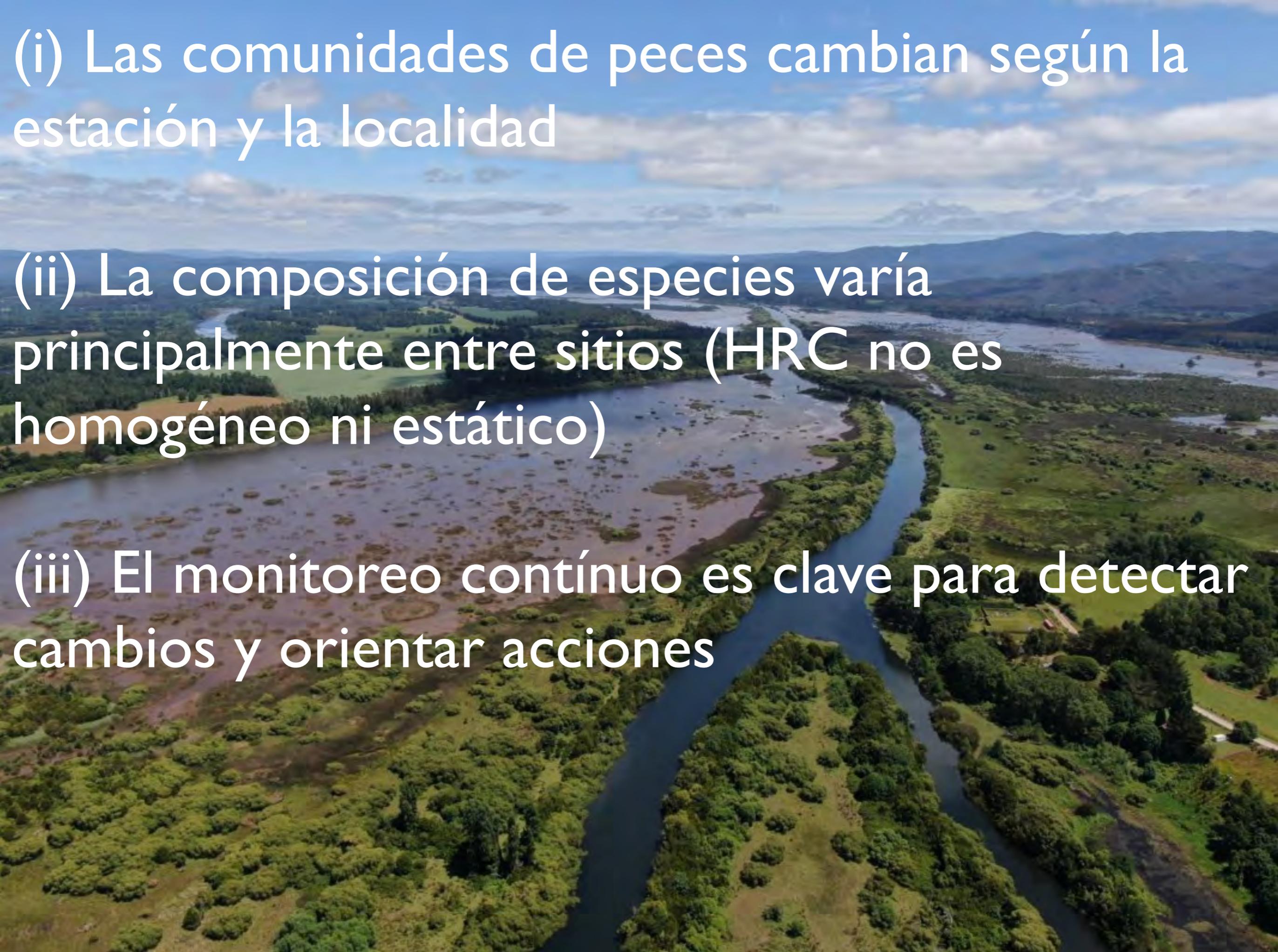
(ii) La composición de especies varía principalmente entre sitios (HRC no es homogéneo ni estático)

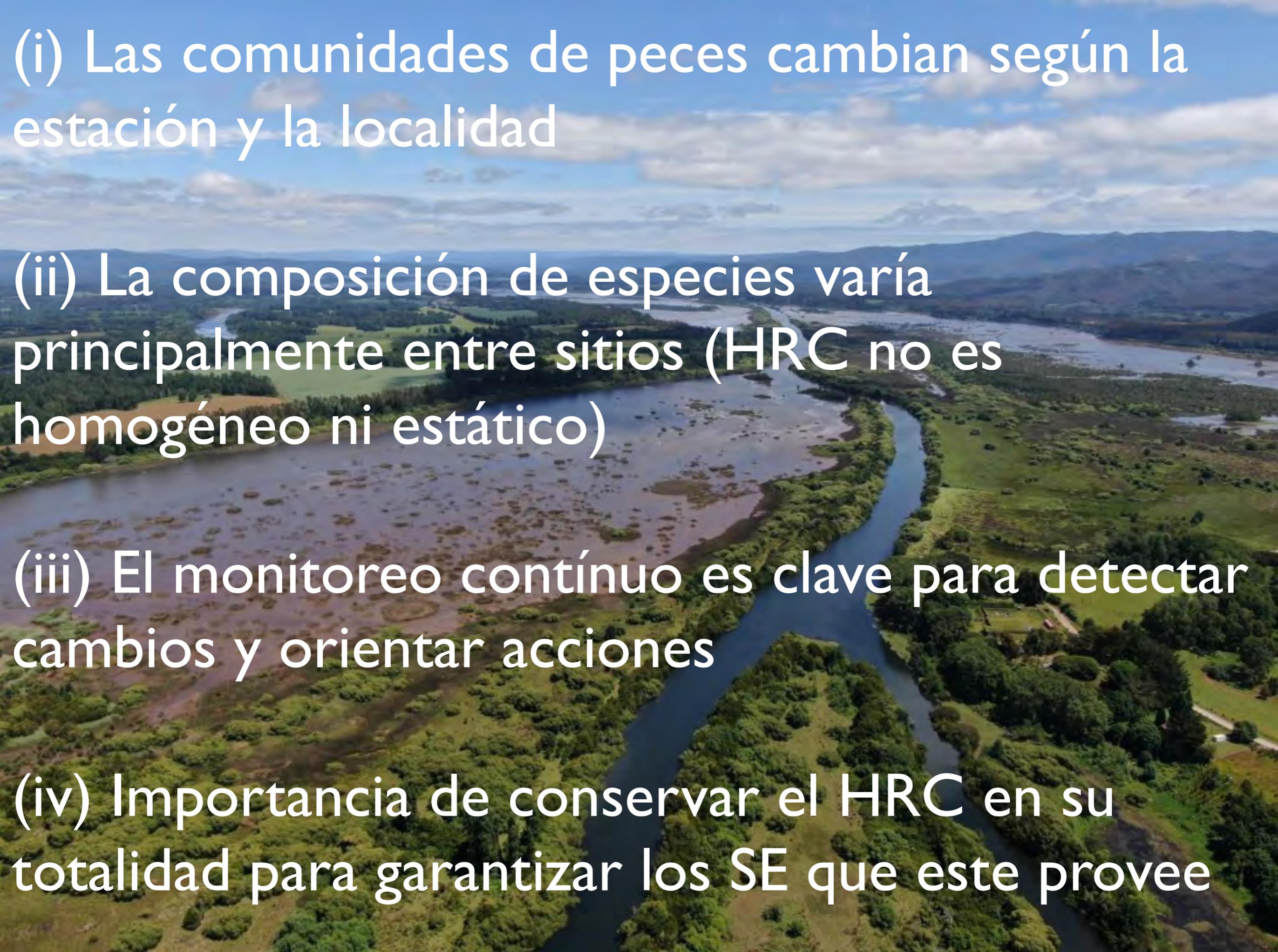


(i) Las comunidades de peces cambian según la estación y la localidad

(ii) La composición de especies varía principalmente entre sitios (HRC no es homogéneo ni estático)

(iii) El monitoreo continuo es clave para detectar cambios y orientar acciones



An aerial photograph of a river system. A large reservoir is visible on the left, with a river flowing from it towards the right. The surrounding landscape is green and hilly, with some buildings and roads visible. The sky is blue with scattered white clouds.

(i) Las comunidades de peces cambian según la estación y la localidad

(ii) La composición de especies varía principalmente entre sitios (HRC no es homogéneo ni estático)

(iii) El monitoreo continuo es clave para detectar cambios y orientar acciones

(iv) Importancia de conservar el HRC en su totalidad para garantizar los SE que este provee

Gracias!

Leonardo Bacigalupe
lbacigalupe@uach.cl