

TESIS DE MAESTRÍA

**"Identificación de áreas endémicas  
para los peces de aguas continentales del Uruguay"**

**José María Bessonart Rodríguez**

Maestría en Ciencias Biológicas

Subárea Biología

PEDECIBA

Facultad de Ciencias

Universidad de la República

Montevideo, Uruguay

Tutor

Dr. José Carlos Guerrero

Co-tutor

Dr. Marcelo Loureiro

2018

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>HIPÓTESIS</b> .....	12
<b>OBJETIVOS</b> .....	12
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
1. Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE).....	14
2. Análisis de Endemismos (AE).....	17
3. Análisis de Interpolación Geográfica de Endemismos (IGE).....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	24
1. Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE).....	24
1a. Unidad geográfica operativa cuadrículas.....	24
1b. Unidad geográfica operativa subcuencas hidrográficas.....	24
2. Análisis de Endemismos (AE).....	27
3. Análisis de Interpolación Geográfica de Endemismos (IGE).....	36
<b>DISCUSIÓN</b> .....	39
<b>Breves consideraciones de los análisis</b> .....	49
<b>CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>PERSPECTIVAS</b> .....	52
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	54

## ANEXOS

- I\_Lista de especies
- II\_PA E cuadrículas
- III\_AE
- IV\_IGE

## INTRODUCCIÓN

Los organismos se distribuyen espacialmente de acuerdo a su historia evolutiva y ecológica (Grimm *et al.*, 2005); ambas historias cumplen roles complementarios en la generación de los patrones biogeográficos (Morrone, 1993). La localización del área geográfica que una especie ocupa nos ayuda a comprender parte de su biología, ampliando nuestro conocimiento sobre la relación entre un organismo y su hábitat, información imprescindible en la conservación de ambos (Lomolino *et al.*, 2005).

El área en que un taxón se encuentra está determinada por diversos factores: abióticos, como el clima (principalmente temperatura y humedad), condiciones edáficas y otras características del hábitat; y bióticos como la competencia intra e interespecífica, la capacidad de dispersión, las capacidades evolutivas de las poblaciones para adaptarse a nuevas condiciones o procesos de extinción y especiación, entre otros (Crisci *et al.*, 2000). Al establecerse un nuevo taxón en un área determinada, la extensión que ocupe de esa área dependerá en un principio de sus potencialidades intrínsecas, de su constitución genética (que determinará su capacidad inicial de dispersión), su amplitud ecológica y posibilidades evolutivas (Lacoste y Salanon, 1973). Obviamente, para los peces de aguas continentales las cuencas y cursos hídricos que las conforman son los factores abióticos fundamentales en el modelado de sus distribuciones geográficas.

El término “endémico” proviene del griego “endēmios = nativo” y fue transferido por Agustín P. de Candolle (1820) desde la medicina a la botánica en su *“Essai élémentaire de géographie botanique”* en el *“Dictionnaire des sciences naturelles. Vol. 18”*, para indicar la pertenencia de una especie a un lugar geográfico y no a otro. De Candolle (1838) utiliza nuevamente el concepto en el libro *“Statistique de la famille des Composées”*, esta vez para describir una comunidad de especies vegetales observando: *“...sont endémiques, c'est-à-*

*dire ne se retrouvent pas ailleurs*" (... son endémicas, es decir que no se encuentran en otros lugares).

Desde entonces en biogeografía se han propuesto diversas acepciones para este término, así como métodos para identificar las áreas endémicas. Los múltiples usos y aplicaciones del "endemismo" tienen como base la definición de Candolle (1820), al tomar a la unicidad geográfica para cualificar a un taxón como endémico; estas variantes del concepto son propuestas para la formalización de la relación entre la evolución de un taxón y su área de distribución, el cual puede tomarse como un criterio práctico para definir áreas prioritarias de conservación (Noguera-Urbano, 2017).

Es así que actualmente su comprensión enfrenta diversas dificultades que han generado debates desde hace mucho tiempo, quizá desde que la "panbiogeografía" de Croizat (1964), que se opuso a la "biogeografía dispersalista" de Darwin (1859), que era imperante en aquellos momentos, al buscar una explicación para la distribución no azarosa de las especies (Morrone, 2001); dichas dificultades pueden ser clasificadas.

- a) de orden semántico (existencia de diversidad de definiciones);
- b) de ausencia de un marco conceptual claro (donde patrón y proceso formativo se confunden, excepto en el modelo vicariante, en que son simultáneos);
- c) analíticas (propuestas originalmente pensadas para definir otros tipos de patrón, construidas sobre supuestos inapropiados para áreas de endemismos) (Szumik *et al.*, 2006).

Uno de los principales objetivos de la biogeografía es determinar si existen grupos de especies con distribuciones similares o si ellas se distribuyen de forma independiente. En el caso de que las áreas de distribución de distintos taxones puedan vincularse entre sí formando patrones, éstos pueden ser utilizados para definir áreas de endemismo (Cardoso da Silva y Oren, 1996; Brown y Lomolino, 1998).

Se entiende por patrón a aquella "regularidad o repetición en la naturaleza que permite establecer comparaciones y ensayar predicciones" (Morrone y Ruggiero, 2000). Los patrones pueden ser "equivalencias, síntesis o generalizaciones de observaciones realizadas del área de distribución de los taxones en estudio" (Rosen, 1978). Al existir estos patrones, las distribuciones de las especies pueden ser clasificadas con límites relativamente precisos (García-Barros *et al.*, 2002; Teneb *et al.*, 2004). No obstante, siempre se deberá tener en cuenta que las áreas de distribución que se delimitan con los análisis biogeográficos son simplificaciones de la distribución real de los organismos en la naturaleza, generalizadas en mayor o menor extensión (Espinosa *et al.*, 2001).

Una de las unidades básicas de estudio en biogeografía histórica son las áreas de endemismos (Roig-Juñent *et al.*, 2002), aunque algunos autores como Rosen (1988) y Crisci *et al.* (2000), plantean que puede ser dificultosa la delimitación de las áreas de endemismo debido a que algún taxón puede extender su distribución por fuera de los límites definidos para el área, entonces proponen una técnica que no requiere de áreas de endemismo como unidades de estudio, sino con localidades. En cuanto a las áreas endémicas, estas son biozonas de gran relevancia ecológica (UICN, 2001), que en relación al tamaño del área de estudio son de superficie bastante menor y los taxa que la definen no están en otro sitio, estas características aumentan el grado de vulnerabilidad de estas áreas ante determinados impactos ambientales, razones por las cuales se ha priorizado su detección y conservación (UICN, 2001).

Al igual que para el significado del término endémico, han sido propuestas numerosas definiciones para “área endémica”, la mayoría de ellas ponen énfasis en que estas áreas incluyen especies cuya distribución se restringe sólo a esa zona geográfica y que serían de pequeñas dimensiones en relación al área de estudio. Algunas de estas propuestas son:

a) De Candolle (1838): Un área de endemismo está representada por las distribuciones más o menos coincidentes de taxones que no aparecen en otras áreas.

b) Nelson y Platnick (1981): Áreas relativamente pequeñas que presentan un número significativo de especies que no están presentes en ninguna otra área.

c) Platnick (1991): Un área de endemismo puede ser definida por los límites de distribución más o menos congruentes de dos o más especies.

d) Harold y Mooi (1994): Región geográfica que comprende la distribución de dos o más taxones monofiléticos que exhiben congruencia filogenética y de distribución y la presencia de sus respectivos allegados en otras zonas así definidas.

e) Morrone (1994): Área de congruencia distribucional no aleatoria entre diferentes taxa.

f) Humphries y Parenti (1999): Un área reconocida por las distribuciones concordantes de dos o más organismos.

También existen opiniones de autores como Hovenkamp (1997) que sostienen que las áreas de endemismo no deberían ser consideradas como un tema central de la biogeografía histórica y cuestionan su existencia en la naturaleza. Este autor expresa que la mayoría de las metodologías biogeográficas presuponen la existencia de las áreas

de endemismo, pero que no existe una teoría biogeográfica general que prediga su existencia. En la actualidad una de las definiciones más aceptadas y utilizadas en análisis biogeográficos es la de Platnick (1991), que es la que se utilizó en este estudio.

En cuanto a los diferentes métodos para identificar y delimitar las áreas endémicas, se utilizan diversos criterios y se siguen determinados protocolos propios para indicarlas, y al igual que las definiciones de “área endémica”, los métodos que las identifican no están exentos de controversias y debate. Con ellos se intenta describir los patrones biogeográficos espacio-temporales de las especies y plantear hipótesis biogeográficas de los mismos.

Algunos métodos buscan cuantificar el “grado de endemismo” del área mediante índices y explicar con él. la integración de especies que la componen (ej. Análisis de Endemismo ó AE, Szumik *et al.* (2002). O la zona de mayor “densidad” del endemismo (ej. Interpolador Geográfico de Endemismos ó IGE, Oliveira *et al.* (2015)). Están también los métodos que proponen analizar las distribuciones de los taxa mediante unidades geográficas arbitrarias como cuadrículas (ej. AE y Análisis de Parsimonia de Endemismos ó PAE, Rosen (1988)), o unidades naturales (ej. PAE), como ecosistemas, tipos de vegetación, cuencas hidrográficas, etc. Otros toman como distribuciones a las localidades de presencia y resuelven las congruencias entre taxa a ese nivel (ej. PAE). Como también hay métodos que buscan probar la significancia matemática de la congruencia espacial, a partir de la evaluación de la no aleatoriedad de las áreas de endemismo (ej. IGE).

Entre los métodos que permiten la delimitación de áreas de endemismo destacan en la actualidad 3, que se detallan a continuación y a grandes rasgos pueden clasificarse en: métodos jerárquicos y no jerárquicos:

1) El método jerárquico más conocido y utilizado es el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), el cual fue formulado originalmente por Rosen entre los años 1984 y 1985 y completamente desarrollado por Rosen (1988) y Rosen y Smith (1988) (Crisci *et al.*, 2000). En un principio fue pensado para su uso en paleontología con localidades como unidad de análisis, y posteriormente tuvo varias modificaciones; una de las modificaciones más utilizadas para análisis de endemismos por cuadrículas es la de Morrone (1994), que fue una de las que se utilizó en este estudio.

Dentro de los métodos no jerárquicos, existen dos aproximaciones relativamente recientes en su proposición que resultan por demás interesantes:

2) Análisis de Endemismos (AE), propuesto por Szumik *et al.* (2002) y Szumik y Goloboff (2004) e implementado en el programa NDM-VNDM (Goloboff, 2004). Es un método muy utilizado actualmente a través de este programa, cuyos algoritmos aplican un criterio de optimalidad para evaluar las distribuciones de las especies específicamente bajo el concepto de área de endemismo según Platnick (1991).

3) Método de Interpolación Geográfica de Endemismos (IGE), propuesto recientemente por Oliveira *et al.* (2015). Basado en la cuantificación de la coocurrencia de especies, ponderadas por la distancia entre los puntos de sus registros de distribución. Este nuevo enfoque permite utilizar datos de ocurrencia junto a vacíos de información y delimita áreas de endemismo con bordes difusos que se obtienen y visualizan con programas de información geográfica (Oliveira *et al.*, 2015).

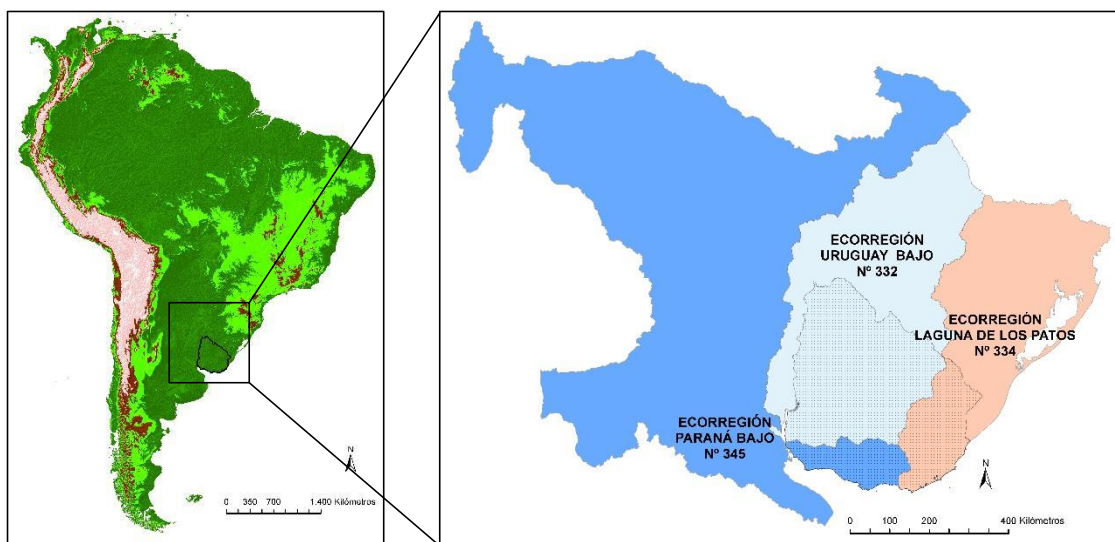
## Los peces de agua dulce y su importancia en estudios biogeográficos.

Los peces de agua dulce además de su importancia como recurso pesquero (Cappato y Yanosky, 2009) y como componente importante de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos (Abell, 2002; Revenga *et al.*, 2005; Dudgeon *et al.*, 2006), son un grupo apropiado para el estudio de las áreas de endemismo debido a las características de su dispersión, condicionada por sistemas dendríticos como son las cuencas hidrográficas (Moyle *et al.*, 2003). Esto se suma a que nos hallamos en una de las áreas biogeográficas de mayor biodiversidad en el planeta como es la región Neotropical (Wallace, 1876; Abell *et al.*, 2008), donde los peces de aguas continentales, con aproximadamente 8.000 especies estimadas, representan un 20% de todos los peces del mundo (Schaefer, 1998; Reis *et al.*, 2003, Lévêque *et al.*, 2007).

Dentro de este contexto biogeográfico Neotropical, la ictiofauna de Uruguay (con aproximadamente 250 especies de agua dulce registradas) (Loureiro *et al.*, 2013, Nión *et al.*, 2016), comprende una gran diversidad de especies que se refleja en los diversos hábitos y ciclos de vida, desde especies que realizan grandes migraciones, a otras sedentarias, y algunas que viven en hábitats muy restringidos en zonas de humedales temporales, como es el caso de los peces anuales (géneros *Austrolebias* y *Cynopoecilus*), en su gran mayoría endémicos del Sur de Brasil y Uruguay (Loureiro *et al.*, 2007). Sin embargo, a pesar de la importancia de las características mencionadas de la ictiofauna de la región, la información que refiere a sus áreas de endemismo es aún escasa (Liotta y Peteán, 2010).

De acuerdo a la clasificación de Abell *et al.* (2008), dicha ictiofauna se halla inmersa en tres grandes ecorregiones de agua dulce que exceden la extensión de Uruguay (Fig. 1). Las ecorregiones pueden ser definidas como grandes áreas (en este caso de sistemas

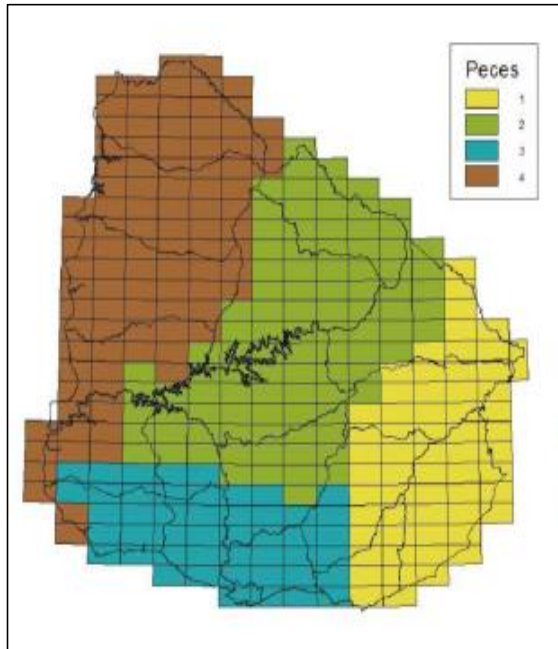
hídricos) con un claro conjunto de comunidades naturales (Abell *et al.*, 2008), cuya dinámica de las condiciones ambientales y especies que las constituyen presentan más similitudes entre sí que con las ecorregiones circundantes y que constituyen una unidad de conservación (Dinerstein *et al.*, 1995). Estas ecorregiones se denominan: “Río Uruguay Bajo”, que abarca las cuencas que en el país desembocan en el Río Uruguay; la ecorregión “Paraná Bajo”, que comprende las cuencas situadas al oeste del país que desembocan en el Río de la Plata; y la ecorregión “Patos–Merín”, que la componen las cuencas al este del país que desembocan en la Laguna Merín (Fig. 1).



**Fig. 1.** Ecorregiones de agua dulce Nº 332, 334 y 345, según Abell *et al.* (2008).

En lo que respecta al país se ha realizado un trabajo de ecorregionalización para varios grupos biológicos (Brazeiro, 2015), este estudio consistió en un análisis estadístico de clúster y similitud (ANOSIM), que reúne las zonas por su “afinidad regional” (Brazeiro, 2015). Este trabajo para los peces en particular identifica cuatro biozonas (Fig. 2), entre las que destaca con mayor diversidad de peces a. el litoral oeste sobre el Río Uruguay; al norte en el Río Cuareim y sus afluentes; y secundariamente la Laguna Merín y su cuenca, esta última con un alto nivel de endemismos.

Otro trabajo es el de Panario *et al.* (2011), dónde se plantea un esquema de regionalización ambiental que distingue nueve eco-zonas dentro del país (Fig. 3). Este trabajo prioriza las grandes unidades geomorfológicas sobre las unidades bióticas, por ser las primeras más estables en el tiempo (Bailey, 2009), y aplica la lógica metodológica de la geografía ecosistémica del mismo autor, usada para la determinación de eco-regiones del mundo.



**Fig. 2.** Cuatro Bio-zonas para peces de Uruguay (Brazeiro, *et al.*, 2010).



**Fig. 3.** Nueve Eco-zonas por unidades morfogeoestructurales del Uruguay (Panario *et al.*, 2011).

Otro estudio reciente sobre un género de peces anuales presentes en el país, propone el análisis de la modularidad como un método alternativo para determinar las áreas endémicas (Loureiro *et al.*, 2015). Este análisis describe el grado en que una red está organizada en grupos de nodos ó módulos claramente definidos, pues poseen más conexiones dentro de ellos que entre ellos. Este trabajo concluye que la conectividad y vagilidad de estas especies de peces, tienen una enorme influencia a gran escala en los patrones biogeográficos y la diversidad de clados, así como también sobre la riqueza de sus áreas endémicas. Sin embargo las propuestas de estos trabajos son diferentes a la nuestra

por algunos motivos, entre otros, sus análisis no son específicos para determinar áreas endémicas de peces o incluyen sólo algún grupo taxonómico de ellos. En cambio la propuesta de nuestro trabajo resulta novedosa al plantear el uso de análisis biogeográficos específicos para el reconocimiento de endemismos en el país para este grupo de vertebrados acuáticos, cuya distribución geográfica es modelada en gran medida por las cuencas hidrográficas.

## **HIPÓTESIS**

De acuerdo a las características dispersivas de los peces de agua dulce, los mecanismos o procesos históricos que generan áreas endémicas están relacionados con los límites de las cuencas. Por tanto se predice que, en caso de existir áreas endémicas, éstas coinciden con los límites de las cuencas hidrográficas y por extensión con los límites de las ecorregiones de organismos de agua dulce.

## **OBJETIVOS**

En el presente estudio se planteó como objetivo general:

Identificar áreas endémicas para las especies de peces de agua dulce presentes en Uruguay.

Y como objetivos específicos los siguientes:

a) Obtener una base de datos actualizada a partir del catálogo de registros de peces de la Facultad de Ciencias, con la cual construir un Sistema de Información Geográfica (SIG), para identificar los sitios con escasos o nulos registros y así actualizar la información de los mismos.

b) Obtener la matriz de presencia–ausencia de los datos definitivos, en dos unidades geográficas para su análisis (cuadrículas y cuencas hidrográficas).

c) Identificar las áreas endémicas a través de los análisis: PAE, AE e IGE.

d) Obtener una cartografía con las áreas endémicas identificadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprendió el área continental del Uruguay entre los paralelos 30° y 35° de latitud sur y los meridianos 53° y 58,5° de longitud oeste (Achkar *et al.*, 2004). En esta zona se trabajó con las especies de peces de agua dulce que aportaran información sobre endemismo en el país, es decir aquellas con información “confiable” como se explica en este apartado más adelante.

Del total de especies de agua dulce registradas en Uruguay, se realizó un proceso de selección de acuerdo a los siguientes criterios que se detallan a continuación.

En primer lugar se consultó el catálogo de la Facultad de Ciencias y la información del mismo que se encuentra en formato digital en el programa Excel, estos documentos fueron facilitados por su curador, el Dr. Marcelo Loureiro. Esta es la mayor base de datos de ictiología con que cuenta actualmente el país, superando los 14.000 registros. A partir de los cuales se seleccionaron aquellos taxa cuya información geográfica y taxonómica se consideró más confiable en la actualidad (Almirón, *et al.*, 2015; Mirande y Koerber, 2015; Serra *et al.*, 2015; Malabarba, *et al.*, 2013; Reis, *et al.*, 2003).

En un filtro preliminar se descartaron registros considerados como “poco fiables” con el fin de obtener resultados confiables y evitar así el posible “ruido” que pudieran generar. Esto se debió a diversos motivos (taxonomía en discusión, identificación de material en mal estado, tanto de especímenes como de etiquetas que no permitieran una correcta identificación), así como las especies cuya distribución era muy extensa en el área de estudio. En total, 9.169 registros cumplieron con los requisitos necesarios para considerarlos en el presente trabajo, aunque de estos se eliminaron aquellos registros que resultaron redundantes, es decir, registros de la misma especie en el mismo sitio. Por lo que

finalmente ingresaron 4.335 registros que incluyen 9 órdenes, 30 familias y 168 especies que fueron numeradas para su identificación en este trabajo (Anexo I).

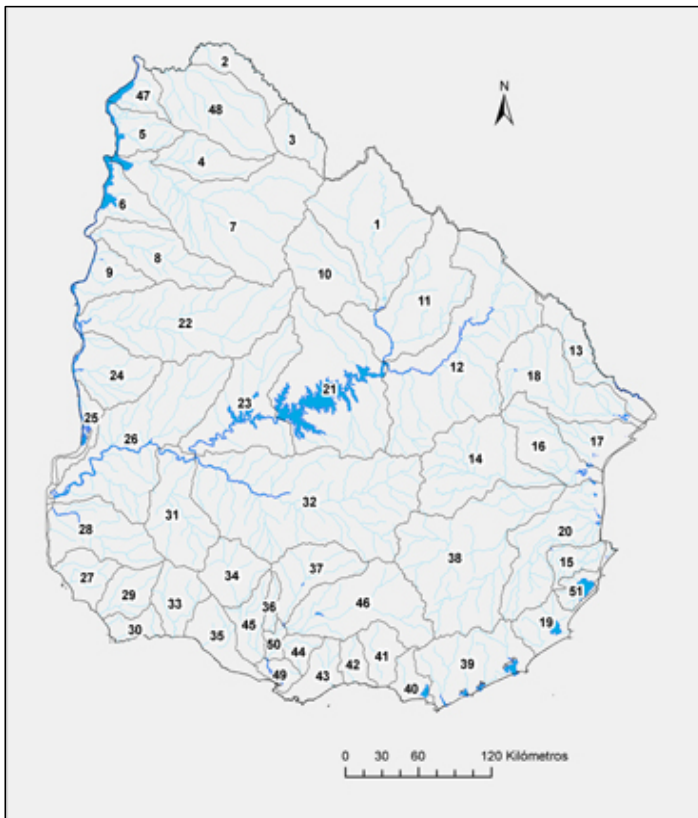
Con estos registros se construyó un SIG y se elaboraron matrices de ausencia-presencia para procesar en cada uno de los análisis. A los resultados preliminares de cada método se los trató como áreas y especies endémicas potenciales, para posteriormente en caso de ser necesario realizar sus respectivos consensos. Aquellas áreas y especies diagnósticas que fueran reportadas por la mayoría de métodos junto al conocimiento previo de campo que se tiene de ellas nos permitieron considerar su importancia para el objetivo de este trabajo.

### 1. Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)

Este análisis fue desarrollado completamente por Rosen (1988) para definir relaciones entre áreas, aunque específicamente para definir áreas de endemismo fue modificado a través de la propuesta de Morrone (1994). En este trabajo este análisis se realizó con el programa Winclada 0.9.99 v. beta (Nixon, 1999) y NONA v.2 (Goloboff, 1999), conforme a dos unidades geográficas: una grilla y subcuencas hidrográficas. La grilla se construyó con varios tamaños de cuadrícula, de las cuales la de 20 x 20 Km y la de 45 x 45 Km (Anexo II), fueron las que mejor describen el endemismo y las especies involucradas en su detección; esto de acuerdo al conocimiento que se posee de la fauna ictícola del país.

En el caso de las subcuencas hidrográficas se partió de la propuesta de Achkar *et al* (2004) con 50 subcuencas, una de ellas presentaba una notoria zona alta o parteaguas por lo cuál se consideró necesario dividirla, resultando al final 51 las unidades hidrográficas utilizadas en este análisis (Fig. 4).

El PAE consiste en un análisis realizado a una matriz de ausencia-presencia con un algoritmo de parsimonia. La matriz se construye con ceros y unos, que indican ausencias y presencias respectivamente, y se agrega una fila hipotética completa de ceros o ausencias como grupo externo. En la matriz las especies se hallan en las columnas mientras las filas.



**Fig. 4.** Mapa con las 51 subcuencas hidrográficas.

representan las unidades espaciales (cuadrículas o subcuencas según el caso). Este análisis resulta en un cladograma de celdas o unidades geográficas relacionadas por sus taxa compartidos, a estas áreas el algoritmo las considera como un clado monofilético por sus sinapomorfías; este proceso es análogo al utilizado en sistemática filogenética. Si bien este método es de los más utilizados (Morrone, 2014), también es criticado por varios autores que consideran entre otros aspectos que no es acertado utilizar los taxones exactamente como si se tratara de caracteres taxonómicos para diagnosticar áreas geográficas (Humphries y Parenti, 1999; Szumik et al., 2002; Nihei, 2006; Casagrande et al., 2012; Donato y Miranda-Esquivel, 2012). Pues estos autores aluden

entre otras consideraciones, que desconocen el significado de utilizar taxones de diferentes horizontes geológicos para la diagnóstico de un área en particular (Morrone, 2014), ya que la presencia de una especie podría explicarse por eventos de dispersión reciente, condiciones ecológicas favorables o azar entre otros factores.

A su vez en esta crítica se pone en duda el significado que tienen en este contexto biogeográfico los índices que evalúan los cladogramas de áreas resultantes, que al igual que en sistemática filogenética serían: (L), que refiere a la longitud del cladograma, y representa el número mínimo de pasos necesarios para sustentar las relaciones entre sus ramas (Camin y Sokal, 1965). El segundo es el Índice de Consistencia (CI), que cuantifica la homoplasia relativa de un carácter (taxa), este se calcula dividiendo el número de pasos esperados dado por el número de estados del carácter (ausencias-presencias) entre el número real de pasos (Kluge y Farris, 1969). El tercer índice es el Índice de Retención (RI), que cuantifica la homoplasia observada en un carácter en función de la homoplasia posible (Farris, 1989; Siebert, 1992); esta sería la medida del ajuste de los caracteres (taxa) a un cladograma de áreas en particular, y tiene en cuenta el máximo de homoplasia que un carácter puede alcanzar.

Respecto a estos índices los autores antes mencionados (Humphries y Parenti, 1999; Szumik et al., 2002; Nihei, 2006; Casagrande et al., 2012; Donato y Miranda-Esquivel, 2012), consideran entre otros puntos que las áreas son mosaicos de complejas historias en las que estos parámetros no indicarían fehacientemente lo que sucedió en la formación de ellas. Sin embargo para otros autores, PAE es un método válido como un paso previo en la identificación de áreas endémicas (Escalante y Morrone, 2003; Echeverry y Morrone, 2010; Escalante, 2011; Crother y Murray, 2013; Morrone, 2014).

## 2. Análisis de Endemismos (AE)

Este análisis, propuesto por Szumik *et al.* (2002) y Szumik y Goloboff (2004) e implementado en el programa NDM-VNDM (Goloboff, 2004), se realizó sobre una matriz de ausencia-presencia con ocho tamaños de cuadrícula: 0,20° x 0,20° (lat/lon); 0,20° x 0,50° (lat/lon); 0,25° x 0,25° (lat/lon); 0,30° x 0,30° (lat/lon); 0,35° x 0,35° (lat/lon); 0,40° x 0,40° (lat/lon); 0,50° x 0,20° (lat/lon); y 0,20° x 0,80° (lat/lon). Dada la latitud y longitud en que se encuentra el área de estudio, las dimensiones en kilómetros de estas cuadrículas sería de aprox. 20 x 20 km, 20 x 50 km, etc.

Además de estos tamaños de cuadrícula se ensayó con otros (de menor y mayor superficie), pero los mismos fueron descartados por hallar áreas sobrestimadas o no detectar ninguna.

En los casos que se obtuvieron resultados con numerosas áreas candidatas se realizó un consenso (estricto y laxo), que permitió resumir la información de estas áreas. En este análisis se aplica un criterio que evalúa con un índice de endemidad (*IE*), cuántos y cuán endémicos son los taxones para un área dada según la siguiente fórmula (Szumik *et al.*, 2006):

$$IE_x = \frac{p + (i \cdot Fi) + (a \cdot Fa)}{t + \left(o \cdot \frac{1}{Fo}\right) + \left(d \cdot \frac{1}{Fd}\right) + \left(n \cdot \frac{1}{Fn}\right)}$$

donde:

*p*: número de celdas del área donde el taxón *x* está presente.

*i*: número de celdas del área donde el taxón *x* está inferido.

*a*: número de celdas del área donde el taxón *x* está asumido.

*t*: número total de celdas que tiene el área.

*o*: número de celdas adyacentes al área donde el taxón *x* está presente.

*d*: número de celdas adyacentes al área donde el taxón *x* está asumido.

*n*: número de celdas no-adyacentes al área donde el taxón *x* está asumido.

*Fi*: factor para presencias inferidas dentro del área (predeterminado 0.50).

*Fa*: factor para presencias asumidas dentro del área (predeterminado 0.75).

*Fo*: factor para presencias observadas fuera del área (predeterminado 0.50).

*Fd*: factor para presencias asumidas adyacentes al área (predeterminado 2.00).

*Fn*: factor para presencias asumidas no-adyacentes al área (predeterminado 0.50).

El procedimiento desarrollado en NDM/VNDM para la identificación de áreas de endemismo consiste, básicamente, en evaluar la congruencia del rango de distribución de las especies a un área predefinida (conjunto de celdas) (Szumik y Goloboff, 2004). El ajuste de las especies al área es medido cuantitativamente a través de un Índice de Endemismo ( $IE_x$ ) cuyos valores varían entre cero y uno; donde  $IE_x = 1$  representa una especie cuyo rango de distribución es perfectamente congruente con el área evaluada ("endemismo perfecto") (Casagrande *et al.*, 2009).

Durante el cálculo del  $IE_x$  se consideran registros de ocurrencia observados, así como registros potenciales (calculados según funciones de "llenado" implementadas en NDM/VNDM o designados manualmente por el usuario) (Szumik *et al.*, 2006).

Los registros potenciales pueden clasificarse según el modo en que son modelados en:

- i. registros inferidos (calculados de manera automática por NDM/VNDM según un Criterio de Proximidad y Homogeneidad implementado en el programa). La regla de la uniformidad de Szumik y Goloboff (2004), consiste en contar como endémicas aquellas especies que están o bien presentes en cada una de las celdas del conjunto, o en su defecto, ausente en no más de *N* celdas totales que rodean a la celda en cuestión.

ii. registros supuestos, donde las presencias supuestas se calculan mediante un radio de llenado (R. ass.<sup>1</sup>) que determina la superficie alrededor de un punto de presencia observada de la especie, en que esta se asumirá presente (Szumik y Goloboff, 2004).

Los registros potenciales modifican al  $IE_X$  en menor medida que los registros reales. La magnitud con que estos registros intervienen en el  $IE_X$  puede modificarse mediante los factores de “pesado” ( $Fi$ ,  $Fa$ ,  $Fo$ ,  $Fd$  y  $Fn$ ). Los rangos de distribución de las especies pueden ser ampliados mediante una función de llenado (R. fill), que opera en forma análoga al modelado de presencias asumidas. Los registros obtenidos de esta forma se computarán como registros observados, aportando al  $IE_X$  igual valor que estos (Szumik *et al.*, 2006).

### 3. Análisis de Interpolación Geográfica de Endemismos (IGE)

El análisis IGE (Oliveira *et al.*, 2015), se realizó con el programa ArcGIS, en su versión 10.3.1 (ESRI, 2015). Este método se basa en estimar cuanto solapan entre sí su distribución las especies a través de una adaptación de la herramienta “Interpolador de Densidad de Núcleos” de ArcGIS, la cual es ampliamente utilizada en análisis de geoprocesamiento e implementada en diversos SIG. En la adaptación de esta herramienta se utiliza un algoritmo y la siguiente ecuación:

$$\text{Radio de búsqueda} = 0.9 * \min^2 \left( SD, \sqrt{\left( \frac{1}{\ln(2)} \right) * Dm} \right) * n^{-0.2}$$

---

<sup>1</sup> Los valores de R. ass. pueden ser modificados por el usuario.

<sup>2</sup> El término “min” en la ecuación, significa que se utilizará cualquiera de las dos opciones que dé como resultado el menor valor.

donde:

$SD$ : es el desvío estándar

$Dm$ : es la mediana de la distancia

$n$ : es el número de puntos cuando en la tabla de atributos no se usa "campo de población",

$o$  es la suma de los valores del "campo de población" cuando si se utiliza.

Con esta fórmula se define una zona circular de influencia a un evento, en este caso el centroide de la distribución de cada especie analizada. El uso del término "evento" se ha convertido en un estándar en el análisis de procesos puntuales espaciales como medio de distinguir la ubicación de una observación de cualquier otra ubicación arbitraria dentro de la región de estudio (Diggle, 1983). Por lo tanto, el fundamento de este método consiste en considerar que la mayor probabilidad de hallar una especie se da en la zona de su centroide de distribución, y en la superposición de estas zonas como una manera muy eficaz de identificar y describir el grado de solapamiento simpátrico entre dos o más especies.

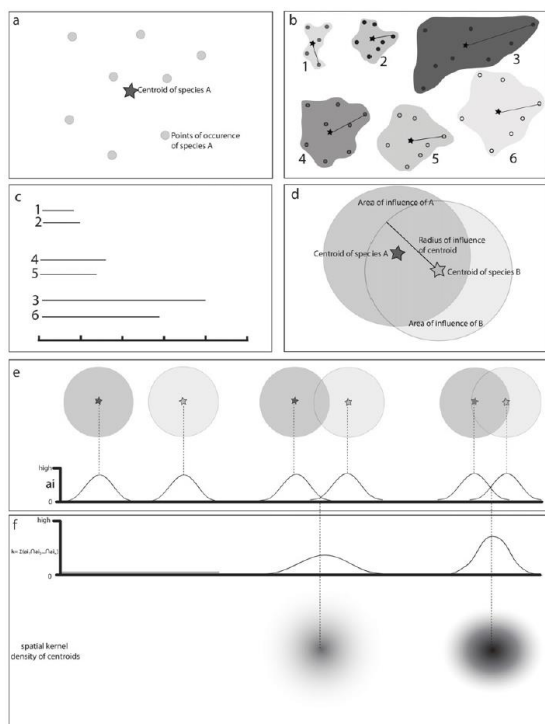
Secuencia de procedimientos del método IGE, según Oliveira *et al.*, 2015:

- 1) Se construyó un SIG con los registros georreferenciados de todas las especies.
- 2) Se estimó el centroide del área de distribución de cada especie mediante la media aritmética de la latitud y la longitud de sus puntos de presencia (Fig. 5a).
- 3) La distancia entre el centroide y el punto más lejano de ocurrencia se midió para cada especie (Fig. 5b), este valor se utilizó para ordenar las especies en categorías según el rango del tamaño de su área de distribución (Fig. 5c). La definición de estas categorías es necesaria para obtener el área de influencia del centroide, como se describe a continuación, este es un requisito para la estimación del índice de núcleo. Así mismo se tuvo en cuenta realizar más de un esquema de categorización como sugieren los autores de este método, para obtener clases de diferente rango de distancias, esto nos permite

obtener resultados con diferente resolución al igual que los métodos que utilizan varios tamaños de cuadrículas.

4) Para cada categoría se definió un valor de radio alrededor del centroide y se delimitó un área circular de influencia para cada especie (Fig. 5 d). Este valor se estableció a través del valor máximo de la distancia entre el centroide y el punto más lejano de cada categoría. Por ejemplo, en este estudio la categoría 2 (Tabla 2), agrupó en clases todos los registros ubicados cada 50 kilómetros de radio al centroide, este valor fue definido como el radio del área de influencia. La agrupación de especies con rangos de distribución de tamaños diferentes (por ejemplo, especies con hasta 50 km junto con las de hasta 200 km de distancia máxima entre el centroide y su punto más alejado), podría dar lugar a la sobreestimación del rango de las especies más restringidas.

5) Las áreas endémicas se describen con diferente intensidad, de acuerdo al grado de solapamiento entre las áreas de influencia de las especies (Figs. 5e y 5f).



**Fig. 5.** Detalle del procedimiento del método IGE, (tomado de Oliveira *et al.*, 2015).

Se obtuvieron así varias categorías y clases para trabajar con el modelo como sugieren sus autores (Tablas 1 y 2), unas clases más inclusivas que otras (con diferentes radios de la zona de influencia al centroide), porque al incluir un número diferente de registros puede afectar la ubicación y el número de las áreas identificadas. Al igual que con los demás métodos se seleccionaron aquellos rangos de distancia (nivel de resolución del análisis), que consideramos proveen de mejor información de acuerdo al conocimiento que se tiene de las especies y el área de estudio.

Fue así que se elaboraron dos categorías con las que se realizaron los análisis: la categoría 1 se dividió en diez clases y la categoría 2 en 6 clases, con lo que se consiguió que los registros quedaran distribuidos en forma diferente, para obtener resultados con distinta resolución. En la categoría 1 se distribuyó por clases un número de registros más homogéneo, mientras que en la categoría 2 fueron más heterogéneos en número en la composición de cada clase, nucleando mayor número de registros las clases más cercanas al centroide. Cabe destacar igualmente que el método parte del supuesto que aquellos registros que integren el “núcleo” de distribución de la especie serán los más indicados para señalar la zona con mayor probabilidad de encontrar la especie.

**Tabla 1.** Categoría 1, clases y nº de registros.

Categoría 1		
Radio Influencia (Km)	Clase	Nº de Registros
0 < 22 Km	1	443
22 < 39 Km	2	467
39 < 58 Km	3	439
58 < 76 Km	4	438
76 < 96 Km	5	441
96 < 120 Km	6	437
120 < 143 Km	7	435
143 < 178 Km	8	438
178 < 220 Km	9	438
220 < 390 Km	10	358

**Tabla 2.** Categoría 2, clases y nº de registros.

Categoría 2		
Radio Influencia (Km)	Clase	Nº de Registros
0 < 50 Km	1	1188
50 < 100 Km	2	1132
100 < 150 Km	3	865
150 < 200 Km	4	615
200 < 250 Km	5	357
250 < 390 Km	6	177

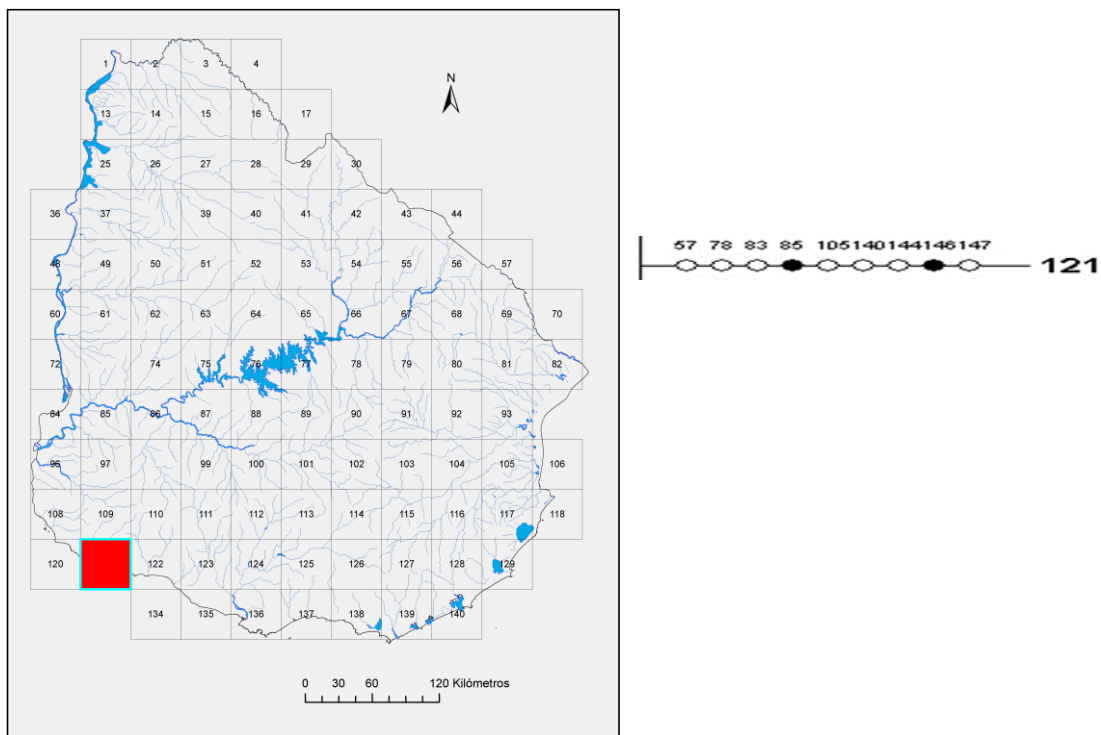
En el caso de obtener resultados con numerosas áreas candidatas se realiza un consenso de las mismas para cada categoría (diferentes escalas espaciales), este consenso consiste en sumar los valores del Índice de Kernel o núcleo de estas áreas de acuerdo a las isolíneas que las contienen (Oliveira *et al.*, 2015). El procedimiento del consenso es el siguiente; como las clases con más especies tienen más “peso”, es decir un Índice de Kernel de mayor magnitud, esto se evita con una estandarización de los valores de este índice entre 0 y 1, para todas las clases en cada categoría. Esto se realiza con la herramienta de ArcGIS, denominada “Pertenencia Difusa”, así nos aseguramos que las áreas candidatas ingresan al consenso en igualdad de condiciones para ensamblar el mapa consenso de cada categoría.

# RESULTADOS

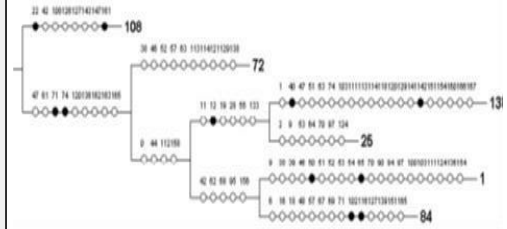
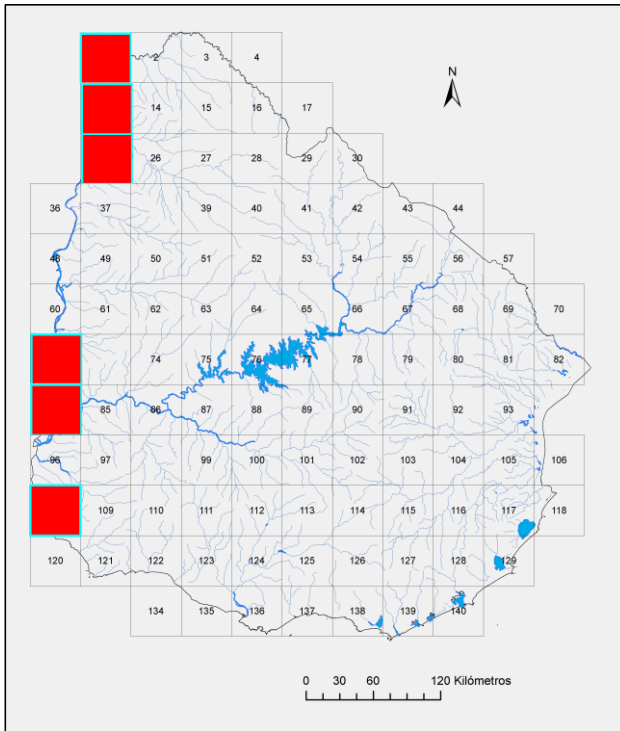
## 1. Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)

### 1a. Unidad geográfica operativa cuadrículas:

Para el tamaño de cuadrícula 20 x 20 km, se identificaron cinco áreas de endemismo en un cladograma de consenso estricto ( $L= 1755$ ;  $Ci = 9$ ;  $Ri = 26$ ) (Anexo II), que se obtuvo a partir de 100 árboles más parsimoniosos. Así mismo, para el tamaño de cuadrícula 45 x 45 km (Figs. 6 a 9), se obtuvieron siete áreas de endemismo (tres de ellas anidadas), a partir de 100 cladogramas igualmente parsimoniosos cuyo consenso estricto tuvo los siguientes índices ( $L = 1035$ ;  $Ci = 16$ ;  $Ri = 41$ ).



**Fig 6.** Cuadrícula N<sup>o</sup> 121 identificada por las especies N<sup>os</sup> 85 *Gymnotus inequilabiatus* y 146 *Plagioscion ternetzi*.



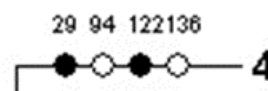
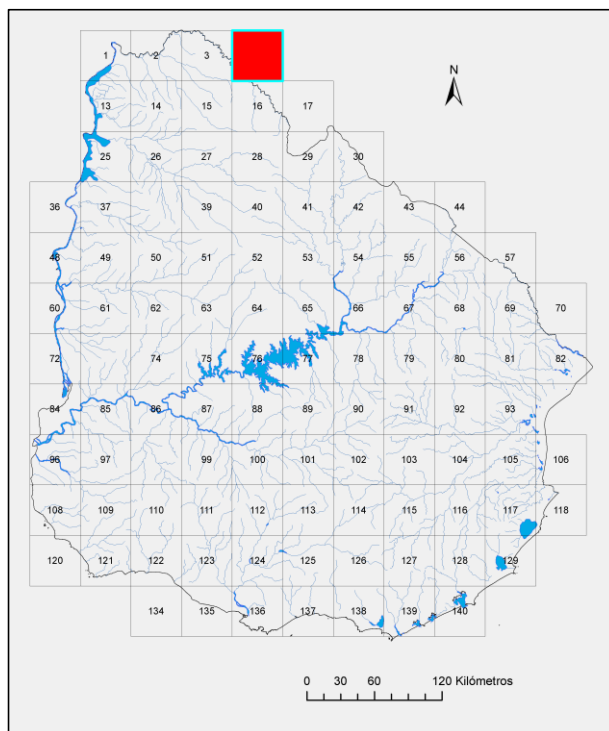
**Fig. 7.** Cuadrícula N° 108 identificada por las especies: N° 22 *Austrolebias cinereus* y N° 161 *Schizodon platae*. Y cuadrículas N°s 72, 13, 25, 1 y 84, identificadas por las especies: N° 71 *Galeocharax humeralis* y N° *Gymnogeophagus australis*.

Cuadrículas que representan áreas endémicas anidadas en las anteriores:

Cuadrícula N° 13: especies N° 40 *Brochiloricaria chauliodon* y N° 142 *Pimelodus absconditus*.

Cuadrícula N° 1: especies N° 50 *Corydoras aeneus* y N° 65 *Diapoma alegretensis*.

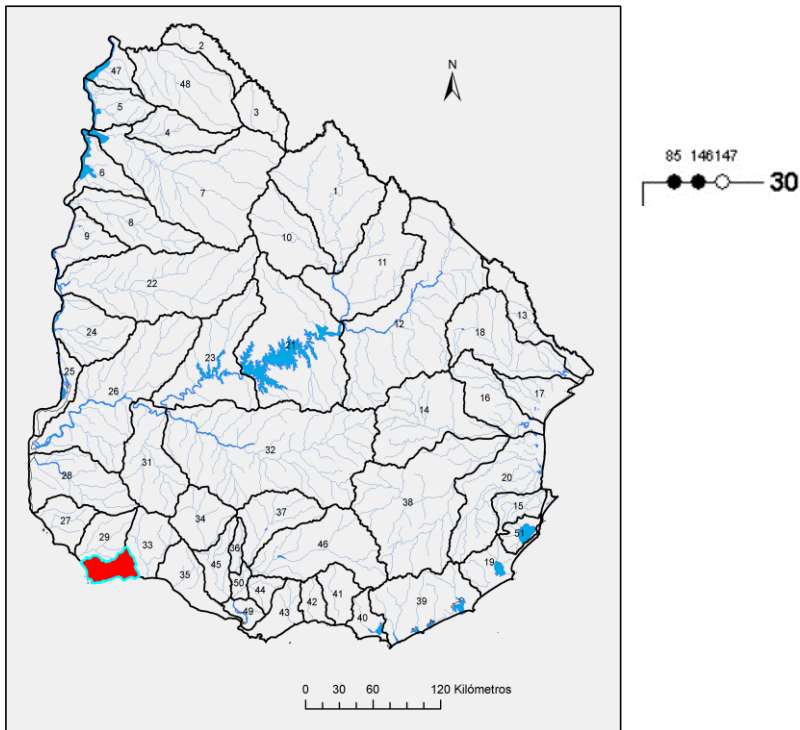
Cuadrícula N° 84: especies N° 102 *Hypostomus microstomus* y N° 116 *Loricariichthys edentatus*



**Fig 8.** Cuadrícula N° 4 identificada por las especies: N° 29 *Austrolebias periodicus* y N° 122 *Microglanis eurytoma*.

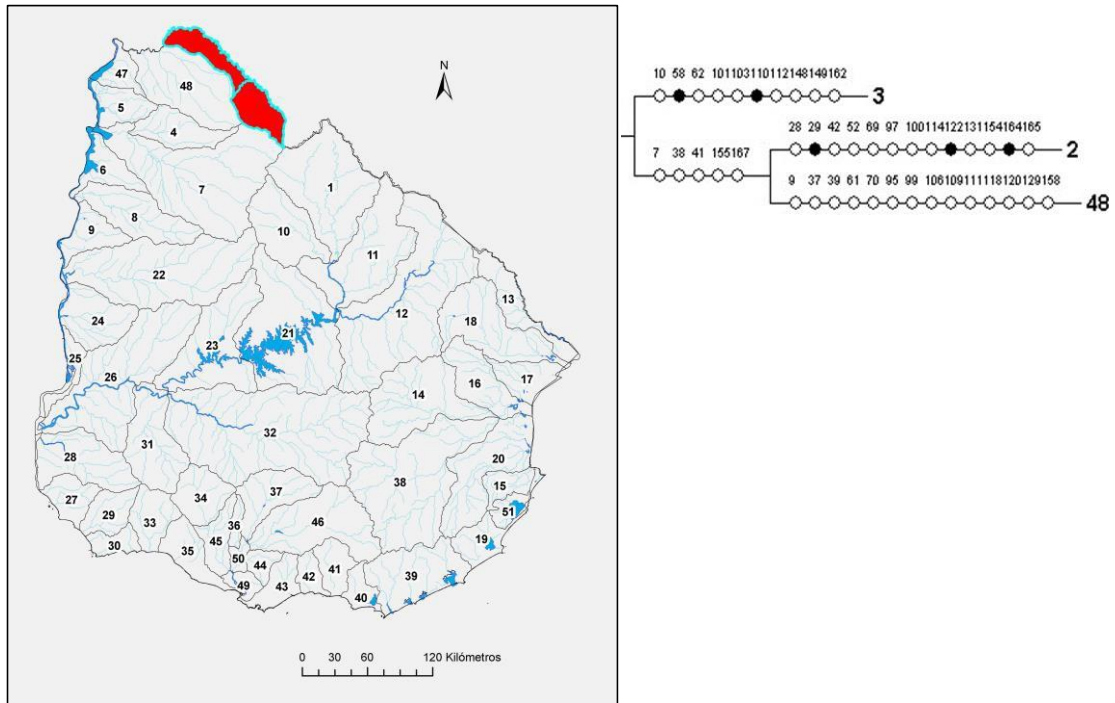
1b. Unidad geográfica operativa subcuencas hidrográficas:

Se obtuvieron 84 cladogramas igualmente parsimoniosos con los que se realizó un consenso estricto que resultó en un árbol consenso con los siguientes índices: L= 660; CI= 25; RI= 51. Con este análisis se obtuvieron siete áreas de endemismo (una de ellas anidada) (Figs. 10 a 13), definidas por 22 especies.



**Fig. 9.** Subcuenca N° 30 identificada por las especies: N° 85 *Gymnotus inequilabiatus* N° 146 *Plagioscion ternetzi*.





**Fig. 12.** Subcuenca N° 3, identificada por las especies: N° 58 *Crenicichla tendybaguassu* y N° 110 *Leporinus amae*. Subcuenca N° 2, identificada por las especies: N° 29 *Austrolebias periodicus*, N° 122 *Microglanis eurystoma* y N° 164 *Tatia boemia*.

## 2. Análisis de Endemismos (AE)

Los resultados preliminares se detallan por especies y áreas en Anexo III, en resumen:

Grilla de 0.20° x 0.20°: 1 área identificada por 3 especies endémicas,

Grilla de 0.20° x 0.50°: 9 áreas identificadas por 32 especies endémicas,

Grilla de 0.20° x 0.80°: 10 áreas identificadas por 38 especies endémicas,

Grilla de 0.25° x 0.25°: 5 áreas identificadas por 16 especies endémicas,

Grilla de 0.30° x 0.30°: 11 áreas identificadas por 32 especies endémicas,

Grilla de 0.35° x 0.35°: 16 áreas identificadas por 51 especies endémicas,

Grilla de 0.40° x 0.40°: 25 áreas identificadas por 67 especies endémicas, y

Grilla de 0.50° x 0.20°: 14 áreas identificadas por 43 especies endémicas.

Dentro de este esquema general de endemismos que determina el análisis AE, el resultado con la grilla de 0,40° x 0,40° (equivale aprox. a 40 x 40 Km en nuestro área de estudio), con un total de 25 áreas fue considerado el más coherente de ellos al evaluarlo con nuestro conocimiento de campo de esas áreas y especies que reportó. Por lo tanto para resumir este resultado se realizó un consenso estricto (el laxo se desechó, pues no obtuvo algunas áreas que consideramos importantes según nuestro conocimiento de campo). Este consenso estricto se configuró en un 40% (en un porcentaje más alto no reunió áreas), este porcentaje representa la similitud mínima de especies que deben tener las áreas para ser agrupadas e identificadas por ese 40 % de especies compartidas. El resultado de este consenso (17 áreas) se resume en la Tabla 3, y a continuación se presentan los mapas derivados de él (Figs. 13 a 29).

**Tabla 3. Resultados AE bajo consenso estricto (40%) en VNDM. Grilla de 0,40° x 0,40°**

N° de áreas consenso	N° de áreas individuales incluidas	N° de especies presentes	Tamaño del área (N° celdas)
1	0-2	17-52-60-74-114-113-131	9
2	1-2	19-60-95-113-131	17
3	3-16	3-20-21-26-43-45-56-59-66-76-77-86-93-107-123-132-134-145	18
4	4-12	7-17-52-71-74-114-156	9
5	5	0-6-60-131-163	17
6	6-24	0-7-163-165	16
7	7-13	61-119-58-162	15
8	1-8	19-60-95-113-131-150	16
9	9-23	3-45-56-66-76-77-89-91-132-152-157	20
10	10-15	12-51-75-111	5
11	11	73-80-92-97-111-124-160	9
12	14-16	3-26-43-45-56-59-66-76-77-86-91-93-107-123-132-134-145-157	22
13	17	33-49-72	4
14	18	25-32-34	14
15	19-21	15-20-21-24-30-35-36-88-135-145	10
16	20-21	15-20-21-24-26-36-59-145	13
17	0-4-22	11-17-52-60-71-74-114-156	7

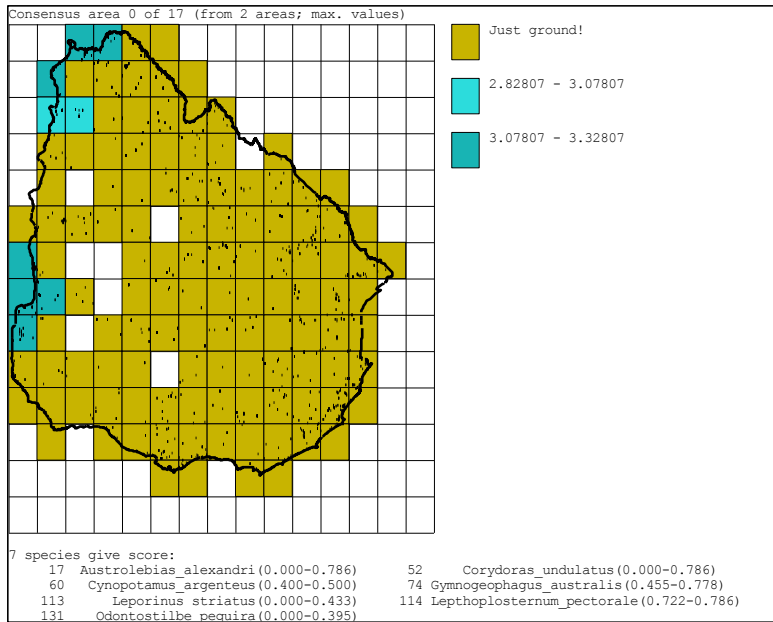


Fig. 13. Area consenso Nº 0

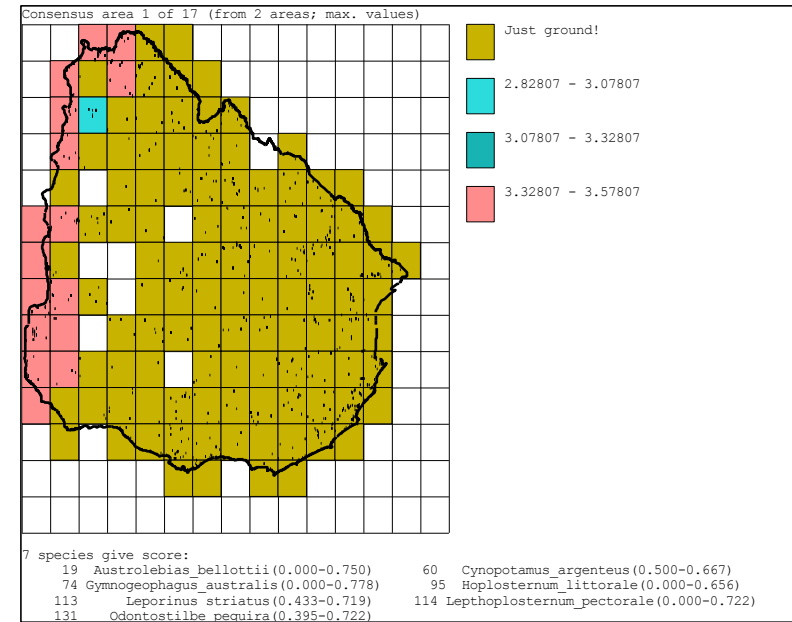


Fig. 14. Area consenso Nº 1

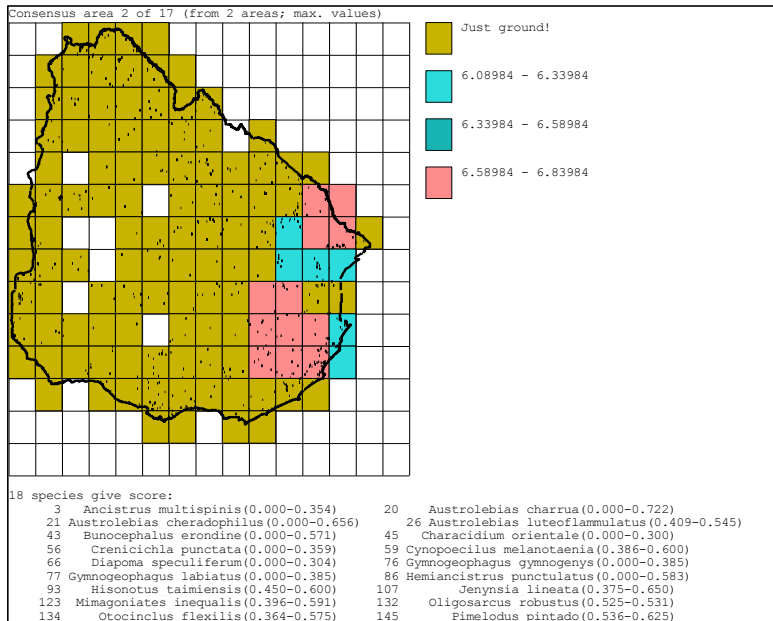


Fig. 15. Area consenso Nº 2

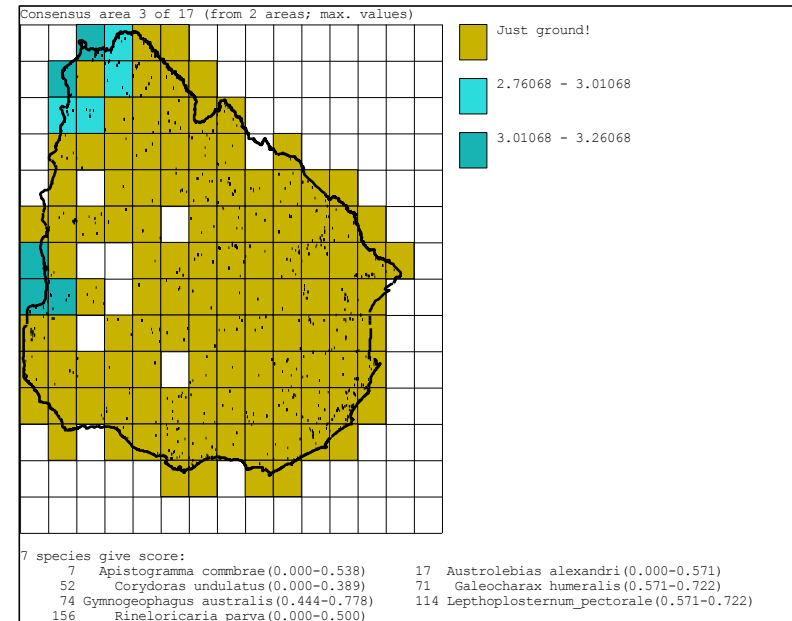


Fig. 16. Area consenso Nº 3

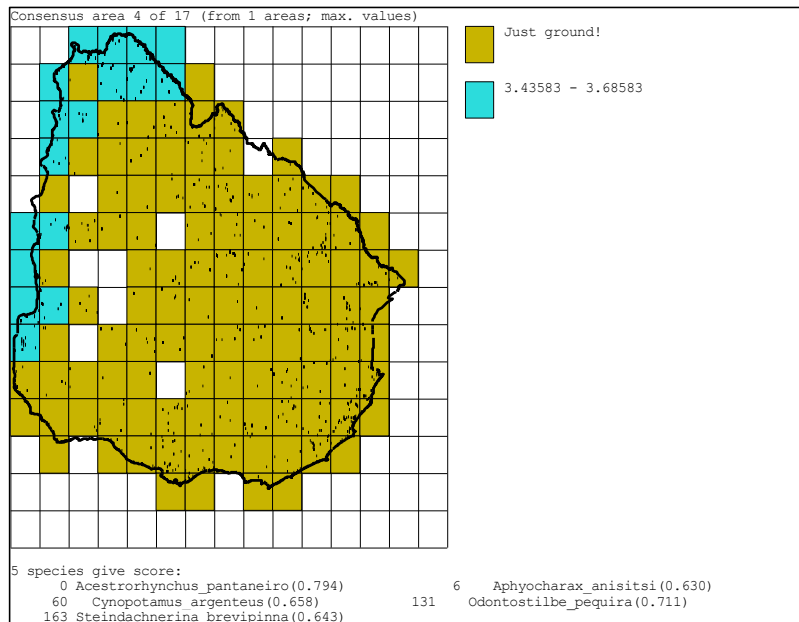


Fig. 17. Area consenso N° 4

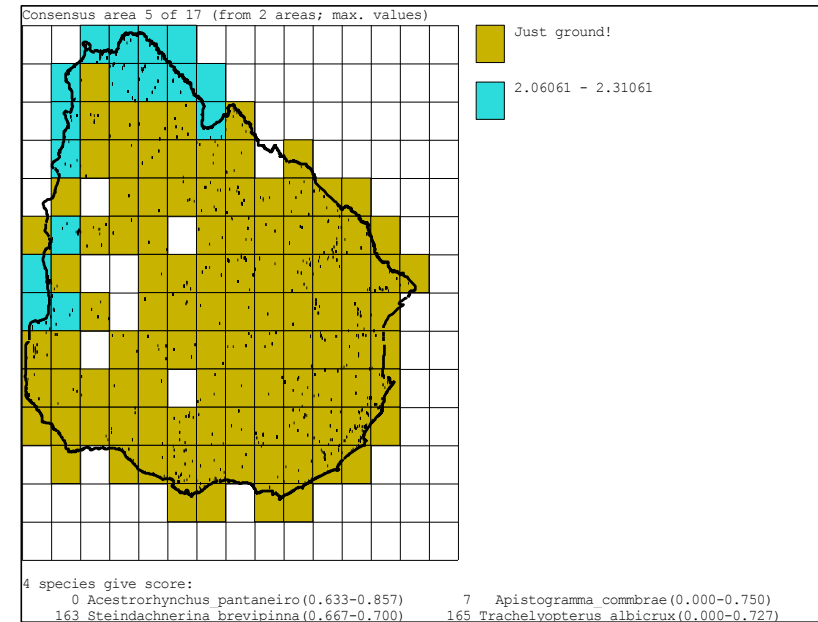


Fig. 18. Area consenso N° 5

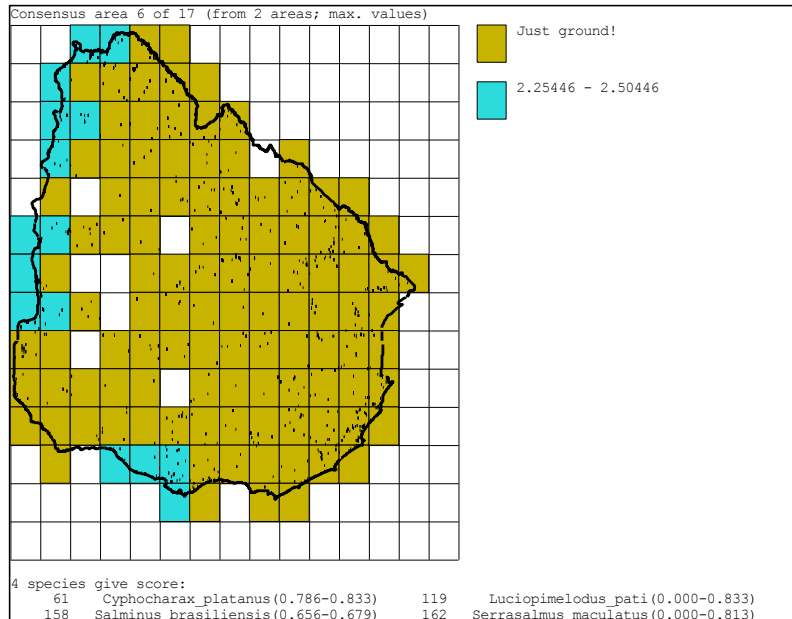


Fig. 19. Area consenso N° 6

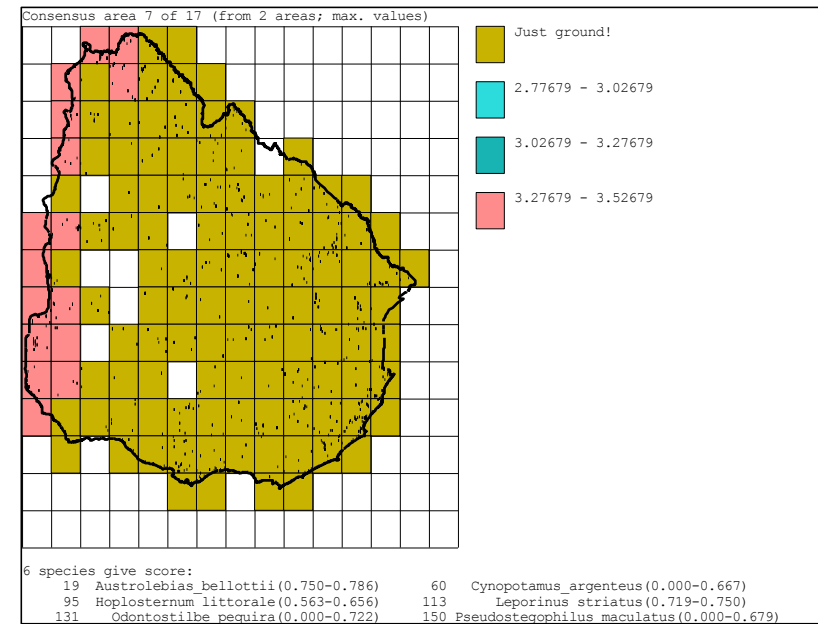


Fig. 20. Area consenso N° 7

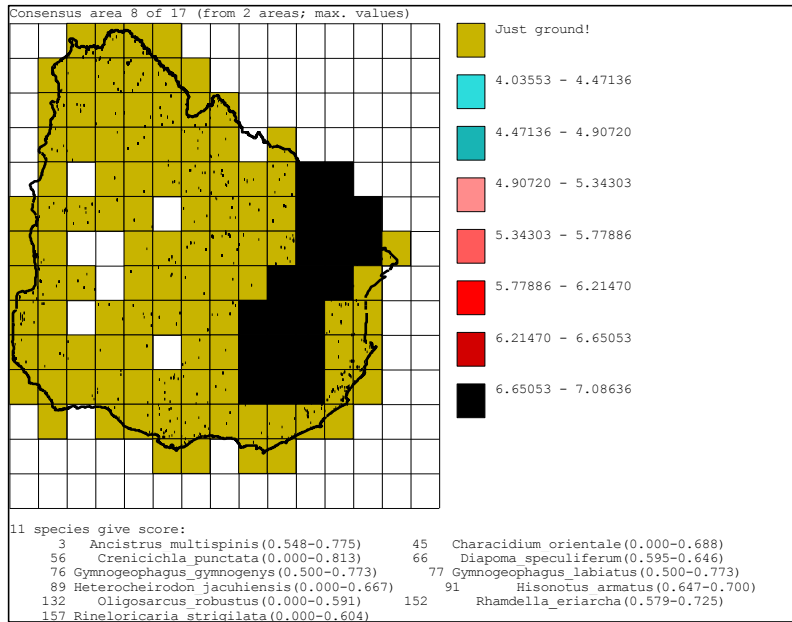


Fig. 21. Area consenso Nº 8

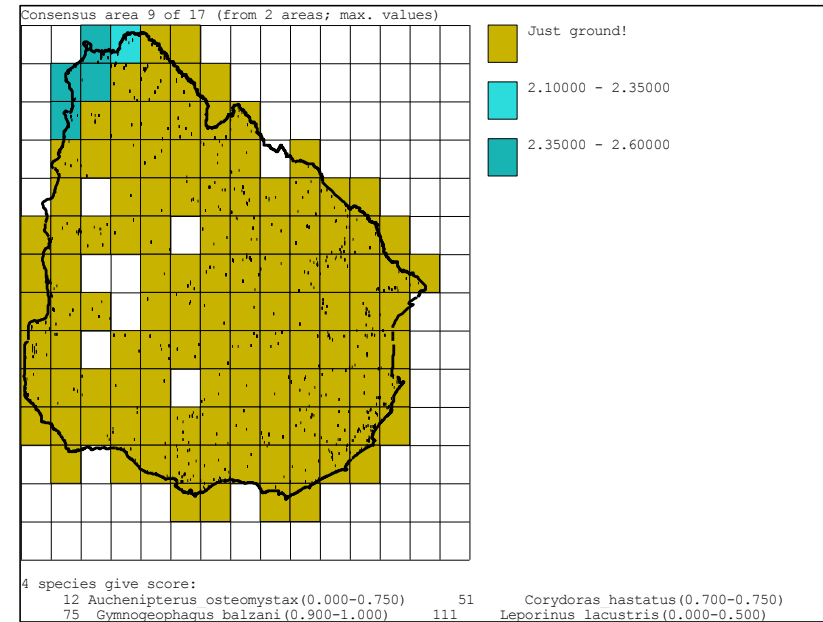


Fig. 22. Area consenso Nº 9

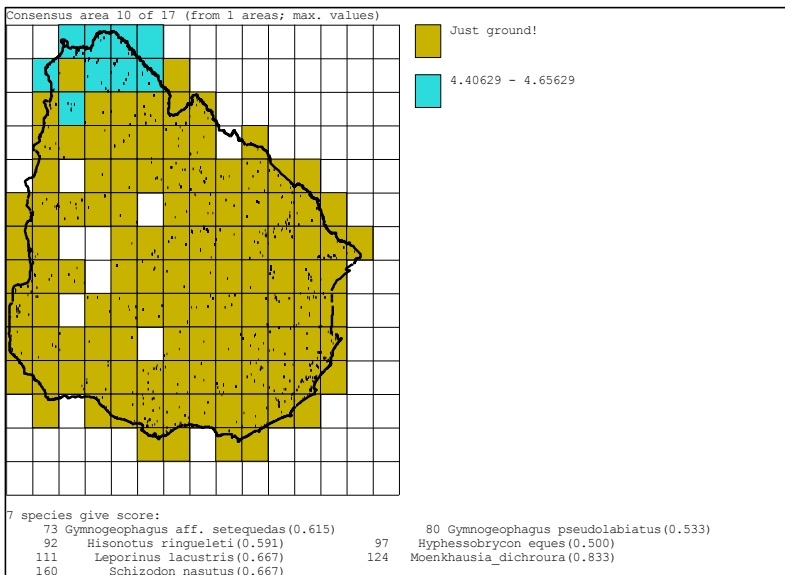


Fig. 23. Area consenso Nº 10

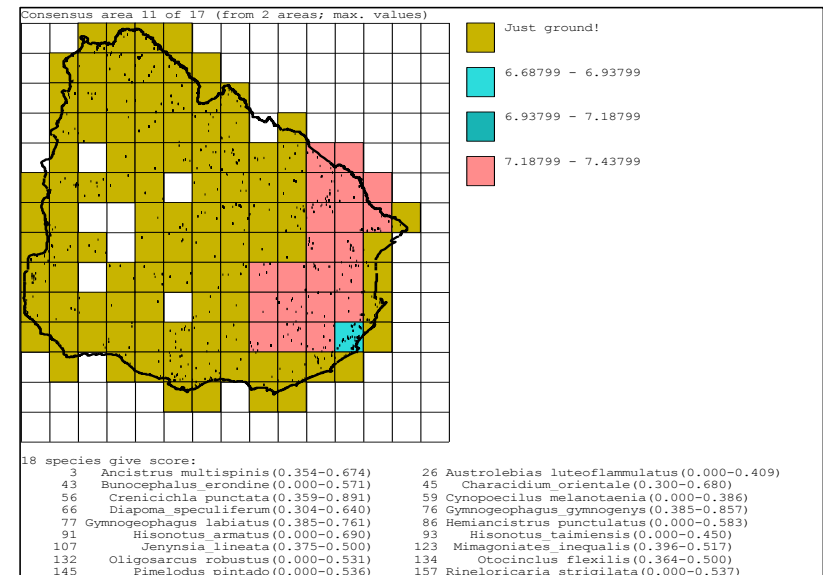


Fig. 24. Area consenso Nº 11

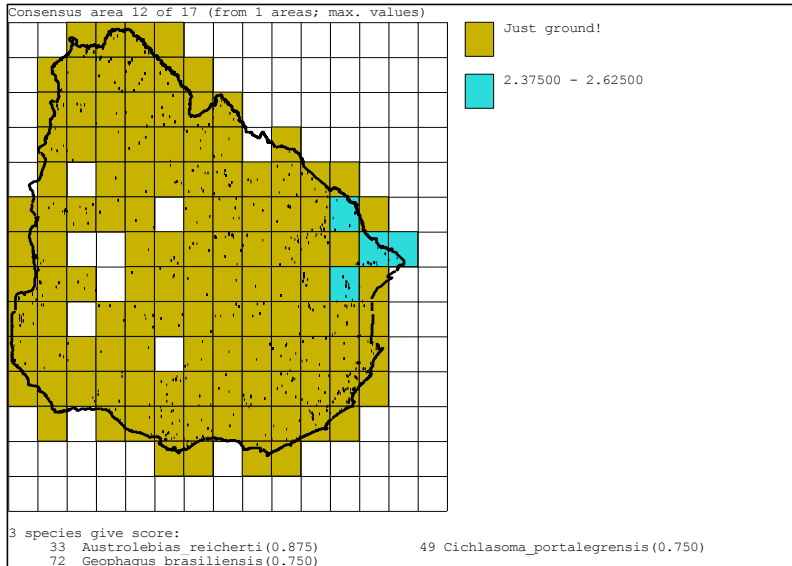


Fig. 25. Area consenso Nº 12

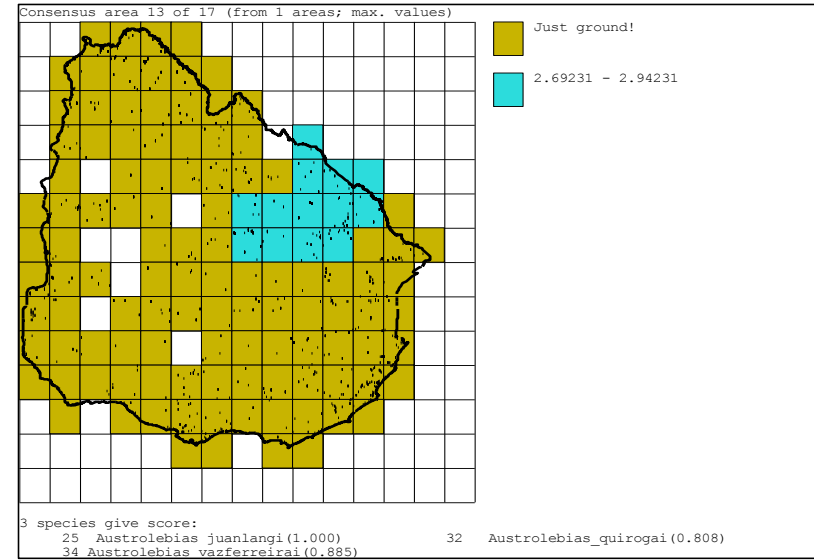


Fig. 26. Area consenso Nº 13

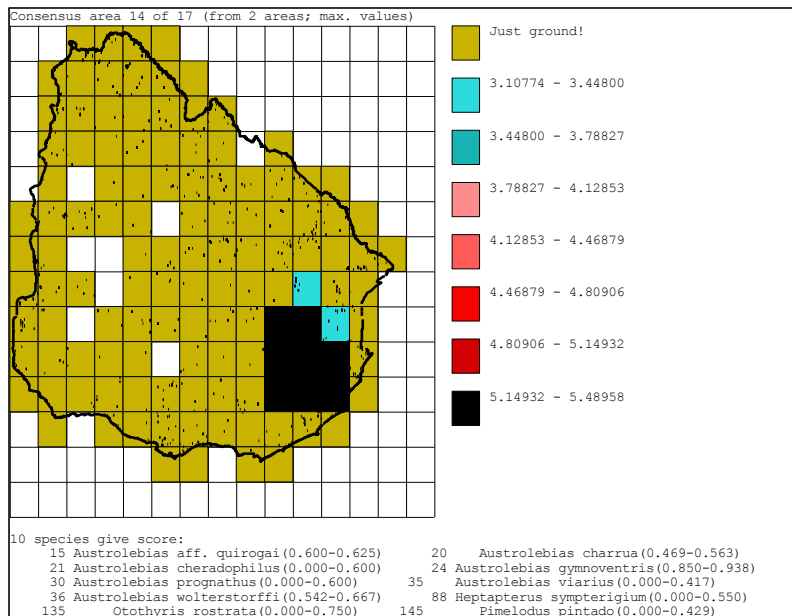


Fig. 27. Area consenso Nº 14

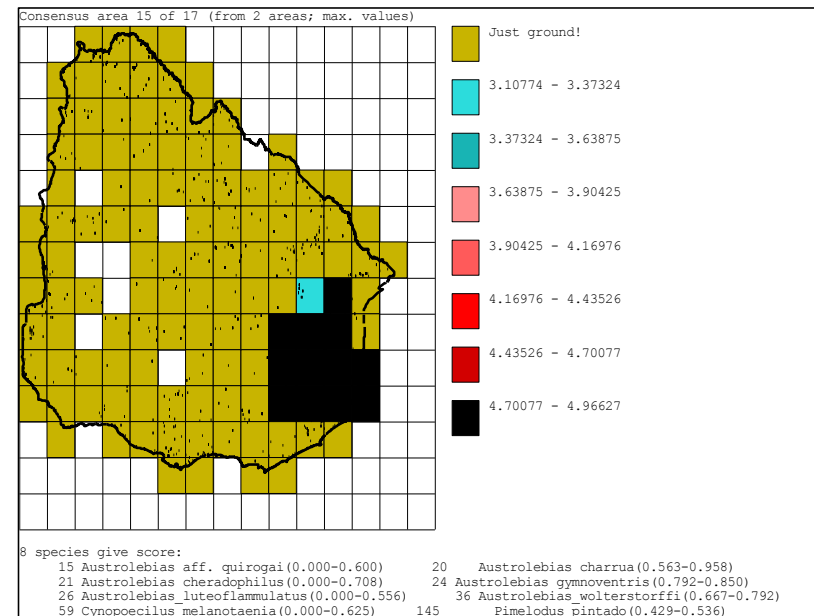
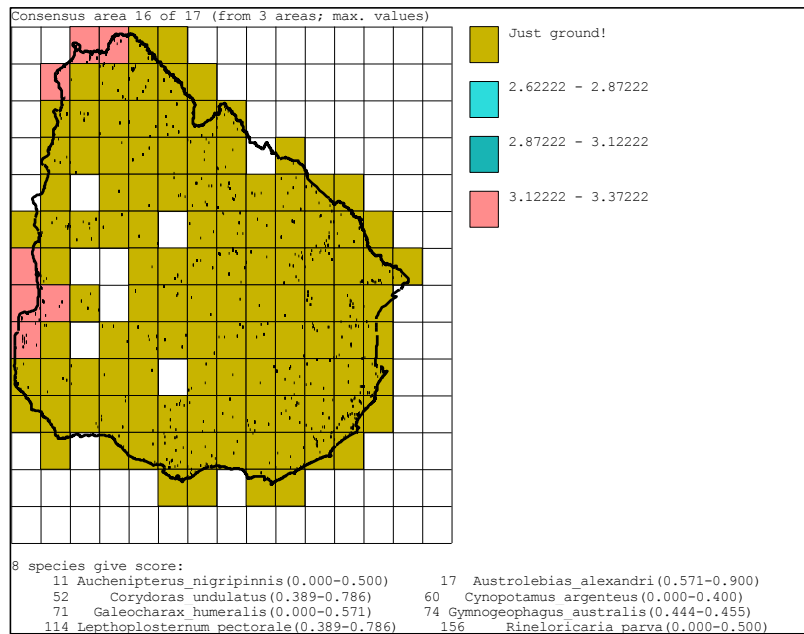


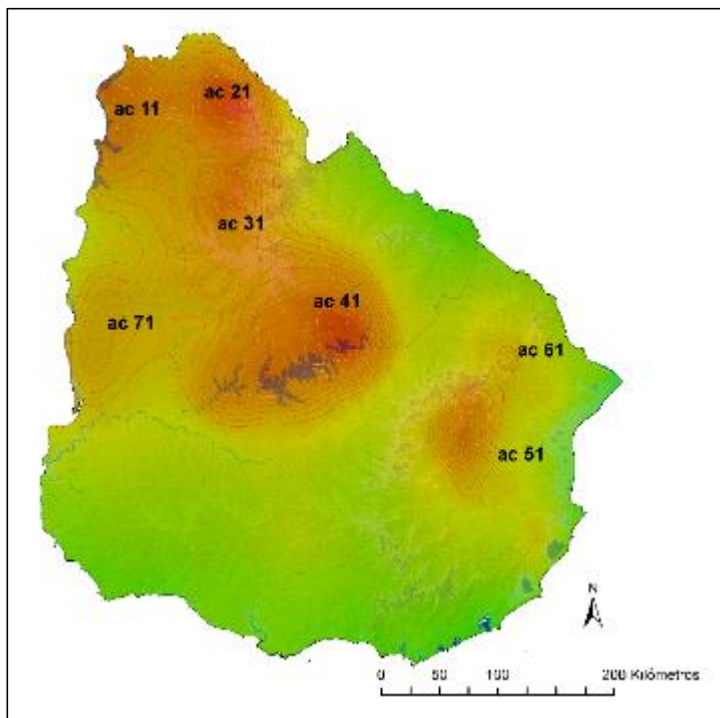
Fig. 28. Area consenso Nº 15



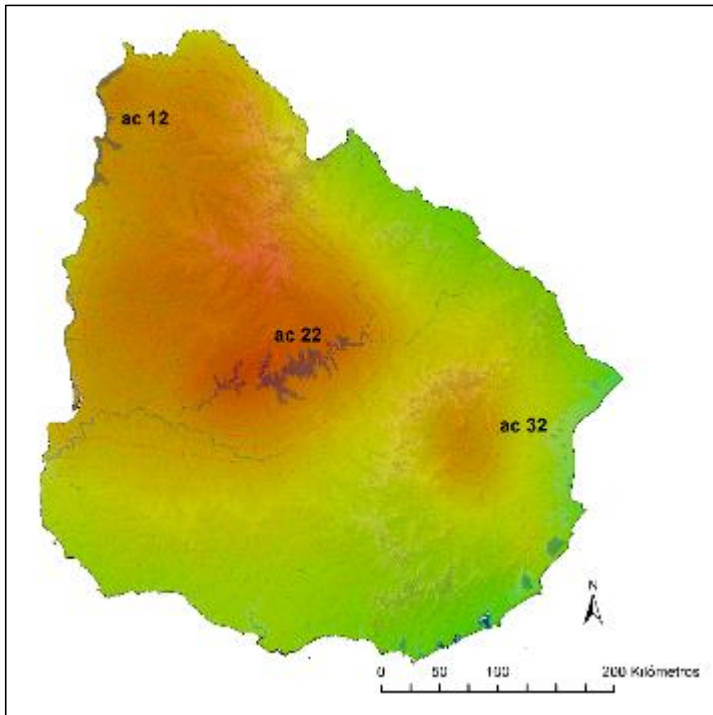
**Fig. 29.** Area consenso N° 16

### 3. Análisis de Interpolación Geográfica de Endemismos (IGE)

Este análisis identificó con la clasificación de Categoría 1 y 10 clases, 44 áreas individuales y luego con la Categoría 2 y 6 clases, se identificaron 13 áreas individuales. Posteriormente se realizó un consenso por cada categoría (su procedimiento se menciona en el apartado “Materiales y Métodos”), con ellos se obtuvo para la categoría 1: 7 áreas identificadas por 113 especies endémicas. Para el consenso de categoría 2: fueron 3 las áreas identificadas por 94 especies endémicas (Figs. 30 y 31). Esta información de las áreas y especies se amplía y detalla en el Anexo IV.



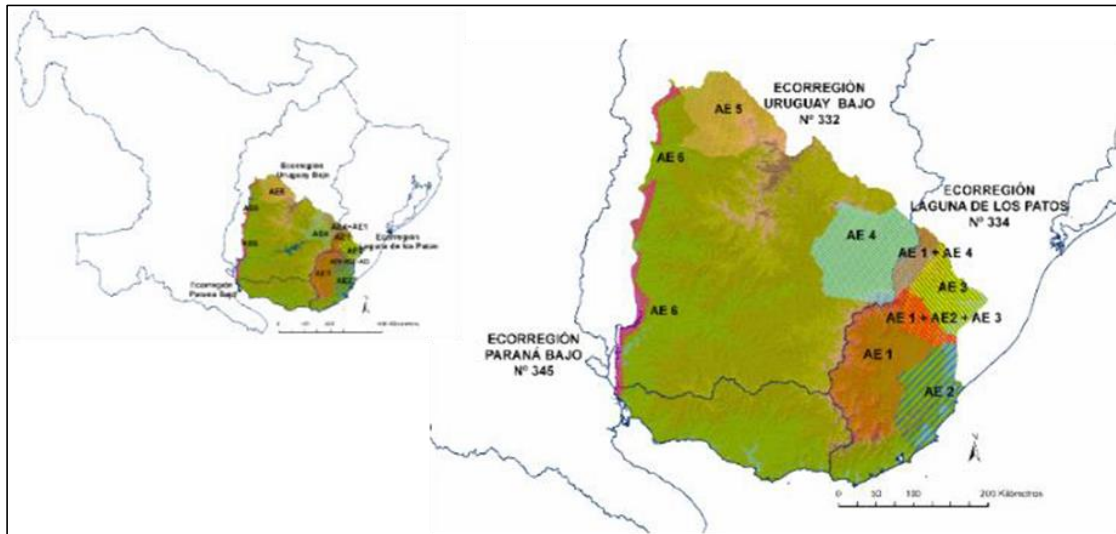
**Fig. 30.** Consenso de Categoría 1. Áreas con isóneas rodeando el núcleo con mayor densidad de endemismo.



**Fig. 31.** Consenso de Categoría 2. Áreas con isóneas rodeando el núcleo con mayor densidad de endemismo.

Los resultados obtenidos por los 3 análisis se visualizaron en un sistema de información geográfica (SIG). De esta manera junto al conocimiento biogeográfico que se tiene de las especies analizadas, se obtuvo un mapa con un esquema general de las que de aquí en adelante denominaremos “región/es” dónde se identificaron las áreas endémicas, estas regiones son: AE1, AE2, AE3, AE4, AE5 y AE6 (Fig. 32). Para el trazado de los límites de estas regiones se siguió el contorno de las subcuencas hidrográficas en las que existía algún registro que participaba en la detección del área endémica. Esto fue considerado así, por la obvia influencia de estas unidades hídricas en la distribución geográfica de los peces. Por lo tanto, los criterios utilizados para incluir cada subcuenca dentro de los límites de estas regiones fueron: dónde se identificó un área endémica por parte de uno o más métodos, las especies o conjuntos de ellas que participaron en su diagnóstico, así como la relevancia con que el método la señalara como tal.

El hecho de que también los límites de las ecorregiones Nos 332, 334 y 345, siguen los límites de las cuencas hídricas nos permitió comparar la magnitud de la correspondencia o “ajuste” entre nuestros resultados y las 3 ecorregiones.



**Fig. 32.** Esquema general de las principales regiones con áreas endémicas para peces de aguas continentales del Uruguay (ecorregiones de agua dulce según Abell *et al.* (2008)).

## DISCUSIÓN

El análisis de los resultados nos permite confirmar que se lograron los objetivos propuestos y se corroboró en general la hipótesis planteada. Los patrones biogeográficos de endemismos identificados en este estudio se correspondieron de manera general con las ecorregiones de agua dulce reportadas en Abell *et al.* (2008), así como con las ecorregiones trazadas según Brazeiro (2015).

Esta correspondencia se confirmó con los tres métodos aplicados, pues estos coinciden en reportar de manera independiente áreas endémicas en dos de las tres ecorregiones del Uruguay. Estas ecorregiones son según Abell *et al.* (2008), la ecorregión N° 334 Laguna de los Patos y ecorregión N° 332 Uruguay Bajo. La excepción a este reporte fue en la modalidad cuadrículas del análisis PAE, que no detectó áreas endémicas en la ecorregión N° 334, pero sí las detectó allí en su modalidad de análisis por subcuencas.

Si bien cada método utiliza diferentes criterios para identificar áreas, cabe destacar que los 3 reportaron similares conjuntos de especies endémicas, así como también similares ubicaciones geográficas de las áreas detectadas en lo que se refiere a cuencas y subcuencas hidrográficas, por lo tanto consideramos muy confiables los resultados que obtuvimos.

Esta confiabilidad de nuestros resultados (indistintamente del método utilizado para obtenerlos), nos permitió describir un esquema aproximado con regiones que denominamos como AE1, AE2, AE3, AE4, AE5 y AE6 (Fig. 32), donde las especies de peces endémicas del país identificaron áreas. Para cada una de estas regiones se detallan las áreas y especies endémicas que las identifican, así como los métodos con los que fueron identificadas (ver Resultados y Anexos II, III y IV).

En las regiones AE5 y AE6 todos los métodos que utilizamos con estas especies detectaron áreas, mientras que en AE1 sólo PAE cuadrículas no detectó. En A2 fueron sólo PAE subcuencas y el análisis AE que detectaron áreas endémicas, como también detectaron ambos métodos en AE3 además de IGE en categoría 1. En AE4 fueron detectadas las áreas por AE e IGE en categoría 1 y 2. Por lo tanto AE detectó en todas estas regiones (las 6), mientras que PAE subcuencas e IGE categoría 1 lo hicieron en 5; PAE no detectó en AE4 e IGE no lo hizo en AE2. Para el caso de los análisis AE e IGE se tomó en cuenta los resultados de sus consensos en estas 6 regiones.

En este contexto las áreas detectadas presentan su importancia a nivel global o a nivel local, esto es así de acuerdo a las distribuciones de sus especies endémicas diagnósticas. Es decir aquellas áreas identificadas por especies endémicas que sus distribuciones geográficas son “locales”, es decir sus distribuciones son muy acotadas al área de estudio, por lo tanto la importancia del área identificada es global. Cuando las distribuciones de las especies endémicas que identifican un área excede notoriamente el área de estudio, es decir estas especies se hallarían en otros sitios además del área de estudio, esta área tendría una importancia a nivel local.

Si bien como se mencionaba anteriormente en términos generales hubo una correspondencia entre la ubicación de las áreas endémicas identificadas y las áreas de las ecorregiones definidas para el país, también se observaron algunas diferencias geográficas y taxonómicas muy interesantes, que al ser analizadas en detalle permiten establecer un panorama más claro del endemismo de peces de aguas continentales en el país. Es dentro de dicho esquema general que se discuten las diferencias y similitudes, tanto geográficas como taxonómicas (dentro de lo posible), de las ecorregiones definidas para el país y los endemismos identificados en este trabajo.

Para ello se tomó en cuenta que las ecorregiones de Abell *et al.* (2008) fueron delimitadas a nivel de grandes biomas, y tanto su escala geográfica como taxonómica de análisis son mucho mayores a la del presente trabajo. Por este motivo, los resultados fueron también contrastados con otros trabajos como Panario *et al.* (2011), Brazeiro, (2015) y Loureiro *et al.* (2015), que plantean diferentes esquemas de regionalización ambiental con un enfoque más local, aunque los dos primeros no son específicos de peces y el último incluye sólo un género de ellos en su propuesta.

Al sur y este del país se identificaron áreas endémicas que estarían incluidas en las regiones: AE1, AE2 y AE3, las cuales a su vez estarían asociadas con la ecorregión del sistema de Laguna de los Patos (N° 334) según Abell *et al.* (2008). Cabe destacar que en esta ecorregión predomina un sistema de humedales (el mayor del país), que integra la lista internacional de sitios Ramsar. Estos sitios tienen como principal objetivo “la conservación y el uso racional de los humedales” (Ramsar, Irán, 1971). Además esta región del país fue reconocida como “Reserva de la Biósfera” en 1976 por la UNESCO, en su Programa sobre el Hombre y la Biosfera (sigla en inglés, MaB), por ser un área con hábitats representativos a nivel mundial y denominada para Uruguay “reserva de biosfera Bañados del Este” (UNESCO, 2002).

Hacia el norte y noroeste de estas primeras tres regiones, se localizan las tres restantes, asociadas a la ecorregión Uruguay Bajo (N° 332), e identificadas como: AE4, ubicada sobre el Río Negro al este; AE5 al norte sobre el Río Cuareim; y AE6 en la zona litoral del país a lo largo del Río Uruguay. Por lo tanto, en este esquema general no habría ningún área endémica asociada a la zona que en nuestro país correspondería a la ecorregión del Paraná Bajo (N° 345) (Fig. 32).

## Ecorregión N° 334: sistema de Laguna de los Patos

En lo que respecta a las áreas endémicas asociadas a la ecorregión N° 334, sistema de Laguna de los Patos, éstas presentan sus especies distribuidas en alto grado de simpatria, mayormente entre las regiones: AE1 (compuesta por especies de río) y AE2 (especies de charcos temporales). La tercera región AE3 se encuentra más hacia el este de las anteriores sobre Laguna Merín, y sus áreas se las identifica por un conjunto de especies de hábitats mixtos (ríos y charcos); su área se extiende con un solapamiento pequeño y parcial con las anteriores.

La primera similitud que confirmamos en nuestro trabajo fue con el estudio previo de Abell *et al.* (2008), que en su diagnóstico de la ecorregión N° 334 destaca a los géneros de peces anuales *Austrolebias* y *Cynopoecilus*. Esto se corresponde con nuestra diagnosis de las áreas endémicas de la región AE2 que identificamos con nueve especies de ambos géneros. Una de ellas, *A. viarius*, está en la categoría “En Peligro” (EN) en las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Loureiro y Bessonart, 2017). Las especies de estos géneros presentan una característica biológica a resaltar, y es que depositan huevos con resistencia a la desecación como adaptación a ambientes que tienen agua sólo temporalmente. Otro aspecto a destacar es que las áreas endémicas de la región AE2 se pueden considerar como de carácter global, dado que sus especies presentan una distribución muy restringida que conforma un núcleo endémico de gran relevancia, pues sumado a esto se halla como mencionábamos, ubicado en un ecosistema de importancia a nivel mundial.

Otro apoyo a la correspondencia entre las áreas endémicas aquí identificadas y las ecorregiones según Abell *et al.* (2008), surge en la región AE1, donde se identifica un área endémica compuesta íntegramente por peces de río, entre las que se destaca

*Rineloricaria strigilata*, cuyo género es reportado como endémico en la diagnosis de esta ecorregión N° 334 (Abell *et al.*, 2008). A un nivel taxonómico mayor, en esta ecorregión se hallan tres familias, que en la presente investigación están representadas por ocho especies diagnósticas de áreas endémicas de la región AE1. A un nivel taxonómico mayor, en esta ecorregión se hallan tres familias, que en la presente investigación están representadas por ocho especies diagnósticas de áreas endémicas de la región AE1. Este dato no es menor, pues en este trabajo los diferentes métodos reportaron estas áreas con una fuerte identidad en su endemismo y su carácter sería global, pues la distribución de sus especies si bien se extiende al sur de Brasil, está muy restringida a la zona fronteriza.

En cuanto a la región AE3 está ubicada al norte e incluye áreas endémicas que fueron detectadas por un menor número de especies con respecto a las áreas endémicas de las dos regiones anteriores, AE1 y AE2. Estas áreas endémicas ubicadas en AE3 a pesar de ser detectadas por los tres métodos (excepto PAE cuadrículas), proveen escasa información en relación a la diagnosis de la ecorregión N° 334. La diagnosis se realizó a través de tres especies de las cuales sólo una es endémica del país, *Austrolebias reicherti* que habita charcos temporales. Las restantes viven en ríos y tienen una distribución que va más allá del área de estudio, con lo cual le darían a este endemismo un carácter más local. Otro aspecto interesante de este resultado es el posible orden ecológico que determinan ambos grupos taxonómicos a este patrón biogeográfico.

En lo que refiere a la geología de la cuenca de Laguna Merín, Panario *et al.* (2011) determinan la presencia de dos unidades morfogeoestructurales adyacentes que se extienden a lo largo de un eje latitudinal, en forma paralela a la Laguna Merín. Estas dos unidades concuerdan con la ubicación de áreas endémicas identificadas en las regiones AE1 y AE2. Nuestros resultados en esta zona del país también se corresponden

con los de algunos trabajos realizados a escala más local, que destacan a la cuenca de Laguna Merín como “un área de numerosos endemismos”. Por ejemplo, Brazeiro, (2015) describen en esta cuenca diferentes endemismos para varios grupos de organismos, entre los que destacan los peces con una fuerte presencia endémica, definiéndose en esa investigación dos biozonas para peces.

Otro trabajo que al igual que el nuestro señala endemismos para esta cuenca es el de Loureiro et. al. (2015). Dicho trabajo es específico del género *Austrolebias*, en él se propone la posibilidad de detectar endemismos a través de un análisis de modularidad a sus poblaciones. Y destacan la gran influencia que tienen la conectividad de sus poblaciones y la vagilidad de sus especies, en la distribución y diversidad de este género.

Cabe destacar que el apoyo taxonómico con que contó la diagnosis de la ecorregión N° 334 fue bueno (Abell *et al.*, 2008), así como para el presente trabajo, pues a esta zona del país se ha dedicado un gran esfuerzo de muestreo. Si a esto le sumamos que los diferentes análisis se realizaron a varias escalas (tamaños de cuadrícula, rangos de categorías y clases o subcuencas utilizadas), posiblemente esto incidió en que se pudiera observar un sesgo taxonómico y ecológico en las áreas endémicas identificadas; pues claramente unas están conformadas por especies de río (ambientes fluviales), mientras otras áreas son identificadas por especies de peces anuales que habitan humedales con charcos temporales.

#### Ecorregión N° 332: Uruguay Bajo

En esta ecorregión se identificaron varias áreas endémicas con los 3 análisis, las regiones donde se hallan se denominaron AE4, AE5 y AE6 (Fig.32). En el extremo este del país sobre el Río Negro esta AE4, donde estos análisis identificaron áreas endémicas en cuya diagnosis se repiten 3 especies de peces anuales del género *Austrolebias*. Los registros

de estas especies están ubicados en las subcuencas que delimitan la región AE4, y si bien la mayoría de estas subcuencas están en la ecorregión N° 332 (Uruguay Bajo), una de estas subcuencas presenta registros de estas especies y está dentro de la ecorregión N° 334 (Laguna de los Patos). Por lo tanto esta área endémica se extendería a través de las dos ecorregiones, más precisamente hacia el extremo Este del límite entre ambas.

Este conflicto de límites entre un área endémica de peces y el límite de dos ecorregiones para organismos acuáticos es la primera vez que se reporta para el país con el desarrollo de este trabajo. Esta evidencia indica al menos para los peces, que los límites de las áreas endémicas no siempre estarían delimitados por los límites de las grandes ecorregiones. Esto nos sugiere que los procesos y/o mecanismos que influyen en la formación de las áreas endémicas no serían los mismos o actuarían de manera diferente en la formación de las grandes ecorregiones acuáticas. Esto quizás pueda ser explicado por procesos geológicos puntuales como son las capturas de cuencas hidrográficas, lo que estaría de acuerdo con un trabajo reciente que ha reportado estos rearrreglos en la red hidrográfica de esa zona del país (Loureiro *et al.*, 2011).

Hacia la zona norte y litoral del país se hallaron las restantes áreas endémicas en esta ecorregión N° 332 (Uruguay Bajo), las del norte estarían en la región denominada AE5 (cuenca del Río Cuareim) y las áreas endémicas del litoral en la región AE6 (a lo largo del litoral del Río Uruguay). Si bien ambas regiones se hallan en relativa proximidad y contacto sobre todo en la zona norte del país, las áreas presentes en ambas regiones son identificadas por conjuntos de especies muy diferentes entre sí. Por un lado las áreas endémicas presentes en AE6 son identificadas en general por especies migradoras y/o de amplia distribución. Mientras las áreas endémicas de la región AE5 sobre Río Cuareim y afluentes, son identificadas por especies que en general no serían grandes

migradores e inclusive algunas de ellas presentan una distribución muy ajustada al área que identifican. Esta última característica revela un carácter global de esas áreas endémicas situadas en la región AE5, es decir las especies que las identifican aportan una fuerte identidad a las mismas. Por ello es que consideramos a las áreas endémicas de AE6 con una identidad más laxa que las de la región AE5, ya que en general las especies que identifican las áreas de AE6 no poseen su distribución sólo en esa región, sino que exceden ampliamente la misma y darían a estas áreas endémicas un carácter local, en contraste con el carácter global de las áreas de la región AE5.

Las causas del contraste de características entre las áreas endémicas de ambas regiones pueden ser diversas, pero consideramos que un factor que probablemente incide en ello es el patrón longitudinal del Río Uruguay, que ocupa una superficie muy grande dentro del área de estudio y conecta muchas subcuencas hidrográficas, por lo tanto provee información muy general sobre el área de estudio. A esto se suma la disparidad en el número de registros de cada especie con los que se cuenta del río Uruguay, una situación muy diferente se da en la cuenca del Río Cuareim (AE5). Esta última cuenca presenta un gran esfuerzo de muestreo y su área de influencia es más ajustada al área de estudio.

Otra consecuencia que observamos de esta ecorregión N° 332 es que su área de influencia en el país es menos de la mitad de su área total (Fig. 32), con lo que el Río Uruguay tendría un orden muy alto en relación a las demás cuencas del área de estudio. En lo que refiere a los peces esto probablemente influye en el carácter del endemismo de las áreas detectadas, o sea las especies que las detectan tienen una probabilidad de tener un rango mucho más amplio de distribución en relación al área que está bajo análisis y por lo tanto le darían un carácter local al área endémica.

Ya en los resultados del estudio de las grandes ecorregiones acuáticas realizado por Abell *et al.*(2008), se señalaba en la diagnosis de esta ecorregión “Uruguay Bajo”, que ningún género que habite este río estaría restringido a su parte baja. Así mismo Abell *et al.*(2008), reporta endemismos para esta ecorregión por parte de los géneros *Austrolebias* y *Rineloricaria*, lo que sí concuerda con el presente trabajo que registró áreas endémicas en AE6, identificadas por la especie *Rineloricaria parva* y algunas especies del género *Austrolebias*.

#### Ecorregión N° 345: Paraná Bajo

Las áreas endémicas que se identificaron en esta ecorregión fueron escasas y a nuestro criterio su importancia es relativa. Debido a que fueron detectadas por especies que se sabe tienen una distribución muy amplia (Cappato y Yanosky, 2009; Mirande y Koerber, 2015), de la que poseemos registros escasos y cercanos entre sí. Aunque sí es importante mencionar la presencia en esta ecorregión de la especie de pez anual, *Austrolebias cinereus* (Amato, 1986), la cual se halla en la lista roja de UICN bajo la categoría En Peligro Crítico (Loureiro *et al.*, 2007), que se encuentra sólo en una localidad. Similares conclusiones con nuestro trabajo surgen del estudio de Brazeiro *et al.* (2012), que reporta a esta ecorregión con los niveles más bajos de endemismos.

Sin embargo, es muy importante este resultado en nuestra investigación pues confirma lo que se mencionó en el análisis de la ecorregión anterior. Es decir, nuevamente la presencia de un curso hídrico de nivel muy alto en relación a la escala de nuestro análisis y es decir que en relación al área total de su cuenca sólo una parte está representada en el país (Fig. 32). En este caso se trata de la cuenca del río Paraná, la mayor en este estudio que cuenta con casi 700.000 Km<sup>2</sup> y es el hábitat de aproximadamente 400 especies y más de 50 endemismos (Albert y Reis, 2011; Reis *et*

*al.*, 2016), sin embargo su área de influencia en el país es pequeña. El área de influencia de esta ecorregión en el país la consideramos con un buen nivel de exploración taxonómica, al igual que reporta Abell *et al* (2008), en la diagnosis de esta ecorregión.

## Breves consideraciones de los análisis

Además de las variantes de los 3 análisis que fueron utilizados en este trabajo, se utilizó otras variantes de esos análisis cuyos resultados se consideró que sobreestimaban o subestimaban especies y/o áreas, según nuestro conocimiento biogeográfico del área de estudio y las especies que esta investigación comprendió. En cada método se fue ensayando con diferentes escalas de análisis, en el caso de PAE se utilizaron cuadrículas de menor tamaño a 20 x 20 Km, este no reportó áreas. También se probó con una cuadrícula de tamaño mayor a 45 x 45 Km, en este caso dio áreas muy extensas identificadas por un número muy elevado de especies.

En el caso del análisis AE, llevado a cabo con el programa VNDM este se realizó con muchas variantes del tamaño de las cuadrículas, cuyos resultados se adjuntan en el Anexo III de este trabajo. Y de ellos el que consideramos que se ajustó mejor a nuestro objetivo lo incluimos en su versión de consenso en el cuerpo de este manuscrito en el ítem "Resultados".

El análisis IGE se desarrolló a varias escalas espaciales en el programa ArcGIS, finalmente se optó por las escalas de 2 categorías, que se presentan en el ítem "Resultados" en 2 mapas de consenso de esas categorías, las áreas y especies que las identifican son numerosas y se detallan en el Anexo IV.

Al utilizar 3 tipos de análisis con diferentes criterios para identificar áreas endémicas junto a nuestro conocimiento en la materia, nos permitió observar desde diferentes perspectivas y tomar decisiones sobre las áreas endémicas, los grupos de especies diagnósticas y las regiones dónde se ubicaban estas áreas endémicas. Por lo tanto al

utilizar diferente metodología para alcanzar los objetivos planteados en nuestro trabajo, consideramos que nos permitió obtener resultados más robustos.

De manera general los resultados de los análisis fueron similares, aunque se dio la excepción con el análisis PAE cuadrículas que no detectó las áreas reportadas por IGE y AE en la cuenca de la Laguna Merín, las que en el esquema general integran las regiones AE1, AE2 y AE3. En un principio este resultado pareció deberse a que la superficie de las cuadrículas utilizadas por PAE era muy pequeña ya que en otros trabajos se menciona este problema (Morrone y Pereira, 1999; Posadas y Miranda-Esquivel, 1999). Conforme con esto se aumentó el tamaño de las mismas, pero se obtuvieron resultados con áreas sobreestimadas, es decir, grandes superficies y muchas especies en relación al área de estudio.

Por lo tanto en este caso el aumento del área de la unidad de análisis en PAE tampoco resolvió ningún área relevante para nuestro objetivo. Sin embargo, con el análisis PAE subcuencas hidrográficas si fueron identificadas áreas endémicas en las regiones AE1, AE2, AE3, AE5, AE6 y parcialmente en AE4. Observamos así que nuestros resultados con PAE en esta última unidad de análisis concuerda entre otros con Ron (2000), que señala como organismos ideales para la aplicación de PAE a aquellos que poseen capacidades de dispersión limitadas y se hallan confinados a áreas vicariantes.

Con AE se obtuvo un patrón de áreas disyuntas a lo largo del Río Uruguay, esto pasó en análisis realizados con diferentes tamaños de cuadrículas, pero pudo observarse que se debía a especies que tienen registros muy aislados y escasos a lo largo de este río. Por lo que en realidad estaríamos observando es un muestreo insuficiente de estas especies, que en realidad presentarían una distribución de mayor extensión en el Río Uruguay. Este mismo patrón de áreas se halló con PAE en su variante de análisis cuadrículas.

El análisis IGE no detecta áreas disyuntas por su modo de operar (Oliveira *et al.*, 2015), en esta zona detectó áreas en su categoría 1 y clase 1 (rango de 0-22 Km), y en la categoría 2, clase 1 (rango de 0-50 Km), identificó un área al norte de Río Uruguay. Estos dos resultados obtenidos con IGE, se obtuvieron con el programa calibrado como recomiendan sus autores (Oliveira *et al.*, 2015), para evitar “ruido” debido a los patrones longitudinales de distribución. Es decir el análisis se realizó con una amplia variedad de rangos entre los registros y la distancia a su centroide, lo que permitió identificar algunas áreas sobre el Río Uruguay.

## **CONCLUSIONES**

Se pudo identificar áreas endémicas en ecosistemas acuáticos del país para los peces de aguas continentales del Uruguay. Esta información permitió corroborar nuestra hipótesis, según la cual en general, en peces de agua dulce se da una correspondencia entre los límites de las áreas de las grandes ecorregiones de agua dulce del planeta y las áreas endémicas. También permitió observar que esto parece no ser siempre así, ya que las áreas endémicas “trazarían sus límites” de acuerdo a procesos geológicos puntuales como ser las capturas de cuencas hidrográficas; por lo tanto, esto nos revela aspectos diferentes de la historia geológica en la formación de ambas áreas y en la composición de sus faunas.

## **PERSPECTIVAS**

Si bien consideramos que la información biogeográfica obtenida en esta investigación puede resultar un valioso aporte en esta área de conocimiento para futuros trabajos relacionados con la temática, también se observó durante la realización de la misma la necesidad de incrementar los esfuerzos para mejorar la taxonomía de este grupo de organismos acuáticos. Estos esfuerzos irían desde la formación de más taxónomos, a contar con colecciones científicas de referencia que son las que proveen la información básica en la cual se apoyan la mayoría de los estudios de biodiversidad.

Otro aspecto no menos importante sería contar con una gestión coordinada que facilite el acceso para muestreos con fines científicos a áreas privadas. En el presente trabajo se ubicaron varias áreas endémicas justamente sobre fronteras internacionales, por lo que es imprescindible para continuar con esta línea de investigación contar con una gestión política que permita tanto el estudio en zonas fronterizas como en terrenos privados.

Esperamos ampliar nuestros conocimientos sobre esta área científica y expandir nuestra investigación a nuevos taxa, con la intención de realizar un atlas biogeográfico que reunirá información sobre la distribución de varios grupos biológicos en el país.

## BIBLIOGRAFÍA

**Abell R.** 2002. Conservation biology for the biodiversity crisis: a freshwater follow -up. *Conservation Biology*. 16: 1435–1437.

**Abell R, Thieme ML, Revenga C, Bryer M, Kottelat M, Bogutskaya N, Coad B, Mandrak N, Contreras S, Bussing W, Stiassny MLJ, Skelton P, Allen GR, Unmack P, Naseka A, Ng R, Sindorf N, Robertson J, Armijo E, Higgins JV, Heibel TJ, Wikramanayake E, Olson D, López HL, Reis RE, Lundberg JG, Sabaj MH y Petry P.** 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*. 58: 403–414.

**Achkar M, Domínguez A, Pesce F.** 2004. Diagnóstico Socioambiental Participativo en Uruguay. REDESAT. Programa Uruguay Sustentable. El Tomate Verde Ediciones. Montevideo. 157.

**Albert JS, Reis RE.** 2011. Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. London. England. 1–406.

**Almirón A, Casciotta J, Ciotek L, Giorgis P.** 2015. Guía de los peces del Parque Nacional Pre-Delta. 2da ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales. 300.

**Bailey RG.** 2009. Ecosystem Geography: From Ecoregions to Sites. Springer, New York. (2da. Edición). 251.

- Brazeiro A.** 2015. Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU. Montevideo. 122.
- Brown JH, Lomolino MV.** 1998. Sunderland (Massachusetts): Sinauer Associate. Biogeography. 2nd. ed. xii+ 691.
- Casagrande MD, Arias JS, Goloboff PA, Szumik CA, Taher LM, Escalante T & Morrone JJ.** 2009. Proximity, Interpenetration, and Sympatry Networks: A Reply to Dos Santos *et al.* Systematic Biology. 58(2): 271–276.
- Casagrande MD, Taher L, Szumik C.** 2012. Endemicity analysis, parsimony and biotic elements: a formal comparison using hypothetical distributions. Cladistics. 1: 1–10.
- Camin JH, Sokal RR.** 1965. A method for deducing branching sequences in phylogeny. Evolution. 19: 311– 326.
- Candolle AP De.** 1820. Géographie botanique. Dict. Sci. Nat. 18: 359–422.
- Candolle AP De.** 1838. Statistique de la famille des Composées. Treutel yWürtz, París y Strasburgo.
- Cappato J, Yanosky A (eds.).** 2009. Uso sostenible de peces en la Cuenca del Plata. Evaluación subregional del estado de amenaza, Argentina y Paraguay. UICN
- Cardoso da Silva JM, Oren DC.** 1996. Application of parsimony analysis of endemicity in Amazonian biogeography: an example with primates. Biological Journal of the Linnean Society. 59: 427–437.

- Crisci JV, Katinas L, Posadas P.** 2000. Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina. 169.
- Croizat L.** 1964. Space, Time, Form: The Biological Synthesis. Caracas, Venezuela. Published by the author.
- Darwin C.** 1859. On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races on the Struggle for Life. London: John Murray.
- Diggle PJ.** 1983. Statistical Analysis of Spatial Point Patterns. Academic Press, London.
- Dinerstein E, Olson DM, Graham DJ, Webster AL, Primm SA, Bookbinder MP, Ledec G.** 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington (DC): World Bank.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata Z, Knowler DJ, Lévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard A, Soto D, Stiassny ML, Sullivan CA.** 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*. 81: 163–182.
- ESRI** 2015. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Espinosa D, Aguilar C, Escalante T.** 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In: J. Llorente-Bousquets y J. J. Morrone (Eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las prensas de Ciencias, México D.F. 31–37.

- Farris JS.** 1989. The retention index and the rescaled consistency index. *Cladistics*. 5: 417–419.
- García-Barros E, Gurrea P, Lucíañez MJ, Cano JM, Munguira ML, Moreno JC, Sainz H, Sanza MJ, Simón JC.** 2002. Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean). *Journal of Biogeography*. 29: 109–124.
- Goloboff P.** 1999. NONA (NO NAME). Tucumán, Argentina, Published by the author.  
<http://www.softpedia.com/get/Science-CAD/NONA.shtml>
- Goloboff P.** 2004. NDM/VNDM, Programs for identification of areas of endemism. Program and documentation. URL.<http://www.zmuk.dk/public/phylogeny/endemism>
- Grimm V, Revilla E, Berger U, Jeltsch F, Mooij WM, Railsback SF, Thulke HH, Weiner J, Wiegand T, De Angelis DL.** 2005. Pattern-Oriented Modeling of Agent-Based Complex Systems: Lessons from Ecology. *Science* 11 November. 310 5750: 987–991.
- Harold AS, Mooi RD.** 1994. Areas of endemism: Definition and recognition criteria. *Syst.Biol.* 43: 261–266.
- Hovenkamp P.** 1997. "Vicariance events, not area, should be used in biogeographical analysis", *Cladistics* . 13: 67–79.
- Humphries CJ, Parenti LR.** 1999. *Cladistic biogeography- Second edition: Interpreting patterns of plant and animal distributions.* Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 264.

- Lacoste** A, Salanon R. 1973. *Éléments de Biogéographie*. Fernand Nathan, Paris. 271.
- Lévêque** C, Oberdorff T, Paugy D, Stiassny MJ, Tedesco PA. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia* 595 1: 545–567.
- Liotta** J, Peteán J. 2010. Proyecto “Conservación de peces de agua dulce de la Cuenca del Plata”. Antecedentes y propuestas metodológicas para evaluar el estado de conservación de la ictiofauna de la Cuenca del Plata. Segunda versión. Fundación Humedales / Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 59.
- Lomolino** M, Riddle BR, Brown JH. 2005. *Biogeography*, Third edition; Sinauer Associates, Inc., Sunderland Massachusetts. 845.
- Louriero** M, Bessonart J. 2017. *Austrolebias viarius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017 e T187245A1825294 3.RLTS.T187245A1825294.en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-en>
- Loureiro** M, Borthagaray A, Hernández D, Duarte A, Pinelli V, Arim M. 2015. *Austrolebias* in space: Scaling from ponds to biogeographical regions. En Berois N, García G, De Sá RO. (Eds.). *Annual fishes. Life history strategy, diversity, and evolution*. CRC Press. 111–132.
- Loureiro** M, D’Anatro A, Teixeira de Mello F, Cardozo V. 2007. *Austrolebias cinereus*. In: IUCN 2012. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Loureiro** M, Duarte A, Zarucki M. 2011. A new species of *Austrolebias* Costa (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from northeastern Uruguay, with comments on distribution patterns. *Neotropical Ichthyology*. 9: 335–342.

- Loureiro** M, Zarucki M, González I, Vidal N, y Fabiano G. 2013. Peces continentales. 91-112. en: Soutullo A, Clavijo C, Martínez-Lanfranco JA (eds.). Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. SNAP/ DINAMA/MVOTMA y DICYT/MEC, Montevideo. 222.
- Malabarba** L, Carvalho P, de Araujo V, Pinto T, Ferrer J, Schultz L. 2013. Guia de Identificação dos Peixes da Bacia do Rio Tramandaí. Ed. Via Sapiens, Porto Alegre. 140.
- Mirande** JM, Koerber S. 2015: Checklist of the Freshwater Fishes of Argentina CLOFFAR). Ichthyological Contributions of Peces Criollos. 36: 1-68.
- Morrone** JJ. 1993. Beyond binary oppositions. Cladistics. 9: 437-438.
- Morrone** JJ. 1994. On the identification of areas of endemism. Syst. Biol. 43: 438-441.
- Morrone** JJ. 2001. Homology, biogeography and areas of endemism. Diversity and Distributions. 7: 297-300.
- Morrone**, J. J. 2014. Parsimony analysis of endemism (PAE) revisited. Journal of Biogeography, 41: 842-854.
- Morrone** JJ, Ruggiero A. 2000. Como planificar un análisis biogeográfico. Dugesiana. 7: 1-8.
- Morrone** JJ, Pereira LA. 1999. On the geographical distribution of the Neotropical and Andean species of Schendylops (Chilopoda: Geophilomorpha: Schendylidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. 58: 165-171.

- Moyle** P, Crain P, Whitener K, Mount J. 2003. Alien Fishes in Natural Streams: Fish Distribution, Assemblage Structure, and Conservation in the Cosumnes River, California, U.S.A. *Environmental Biology of Fishes*. 68: 143–162.
- Kluge** AG, Farris JS. 1969. Quantitative phyletics and the evolution of anurans. *Syst. Zool.* 18: 1–32.
- Nelson** G, Platnick N. 1981. Systematics and biogeography. Cladistics and vicariance. Columbia Univ. Press, New York.
- Ni3n** H, R3os C, Meneses P. 2016. Peces del Uruguay: Lista sistemática y nombres comunes. Segunda edición corregida y ampliada. DINARA. Montevideo. 172.
- Nixon** KC. 1999. The parsimony ratchet, a new method for rapid parsimony analysis. *Cladistics* 15:407–414. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.1999.tb00277.x>
- Noguera–Urbano** EA. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.). 33: 89–107.
- Oliveira** U, Brescovit AD, Santos AJ. 2015. Delimiting areas of endemism through kernel interpolation. *PLoS ONE*. 10: 2–18.
- Platnick** N. 1991. On areas of endemism. *Australian Systematic Botany*, 4, xi–xii [Commentary].
- Posadas** P, Miranda–Esquivel DR. 1999. El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad *Revista Chilena de Historia Natural*. 72: 539–546.

- Reis RE, Albert JS, Di Dario F, Mincarone MM, Petry P, Rocha LA.** 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology.* 89: 12–47.
- Reis RE, Kullander SO, Ferraris JrCJ.** 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs.
- Revenga C, Campbell I, Abell R, De Villiers P, Bryer M.** 2005. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society.* 360: 397–413.
- Roig-Juñent S, Crisci JV, Posadas P, Lagos S.** 2002. Áreas de distribución y de endemismo en zonas continentales. En: Costa C, Vanin SA, Lobo JM, Melic A (eds.). Proyecto de red iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática, PriBES. Monografías del Tercer Milenio, Sociedad. Entomológica Aragonesa (SEA) y CYTED, Zaragoza, España. 2: 247–266.
- Ron SR.** 2000. Biogeographic area relationships of lowland Neotropical rainforest base on raw distributions of vertebrate groups. *Biol. J. Linn. Soc.* 71: 379–402.
- Rosen BR.** 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. In: Myers AA, Giller PS (eds.). *Analytical Biogeography.* Springer, New York. 437–481.
- Rosen BR, Smith AB.** 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef–coral and sea–urchin distributions from late Cretaceous to Recent, using a new method. *Geological Society, London, Special Publications.* 37: 275–306.
- Rosen DE.** 1978. Vicariant patterns and historical explanation in biogeography. *Syst. Zool.* 27: 159–188.

- Rosen DE.** 1984. Hierarchies and history. En: Pöllard J. W. (ed.), *Evolutionary theory: Paths into the future*, John Wiley and sons, New York. 77–97.
- Schaefer SA.** 1998. Conflict and resolution: Impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, edited by Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZM, Lucena CAS. Porto Alegre: Edipucrs. 375–417.
- Siebert DJ.** 1992. Tree statistics; tree and “confidence”; consensus trees; alternatives to parsimony; character weighting; character conflict and its resolution. In: Forey PL, Humphries CJ, Kitching IJ, Scotland RW, Siebert DJ y Williams DM (eds.). *Cladistics: A practical course in Systematics*, Clarendon Press, Oxford Science Publications, The Systematics Association Publication no. 10, Oxford. 72–88.
- Szumik CA, Casagrande MD, Roig-Juñent S.** 2006. Manual NDM-VNDM: Programas para la identificación de áreas de endemismo. [http://www.zmuc.dk/public/phylogeny/endemism/Manual\\_VNDM.pdf](http://www.zmuc.dk/public/phylogeny/endemism/Manual_VNDM.pdf)
- Szumik CA, Cuezco F, Goloboff PA, y Chalup AE.** 2002. An optimality criterion to determine areas of endemism. *Systematic Biology*. 51: 806–816.
- Szumik CA, Goloboff PA.** 2004. Areas of endemism: an improved optimality criterion. *Systematic Biology*. 53: 968–977.
- Teneb EA, Cavieres IA, Parra MI, Marticorena A.** 2004. Patrones geográficos y de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo-templada de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 77: 51–71.

**UICN.** 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de UICN: versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33.

**UNESCO.** 2002. Revisión periódica para Reservas de Biosfera (documento sobre Reserva Bañados del Este). París. Francia.

**Wallace AR.** 1876. The Geographical Distribution of Animals with a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface. London. Macmillan.

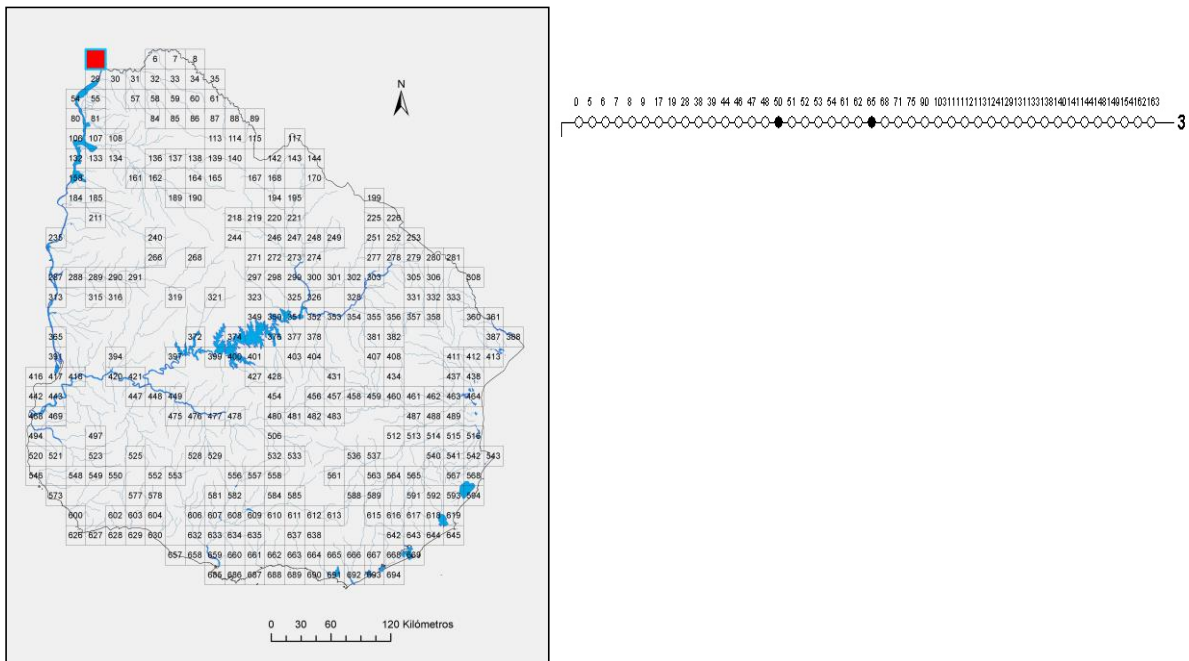
# ANEXO I

## Lista de especies

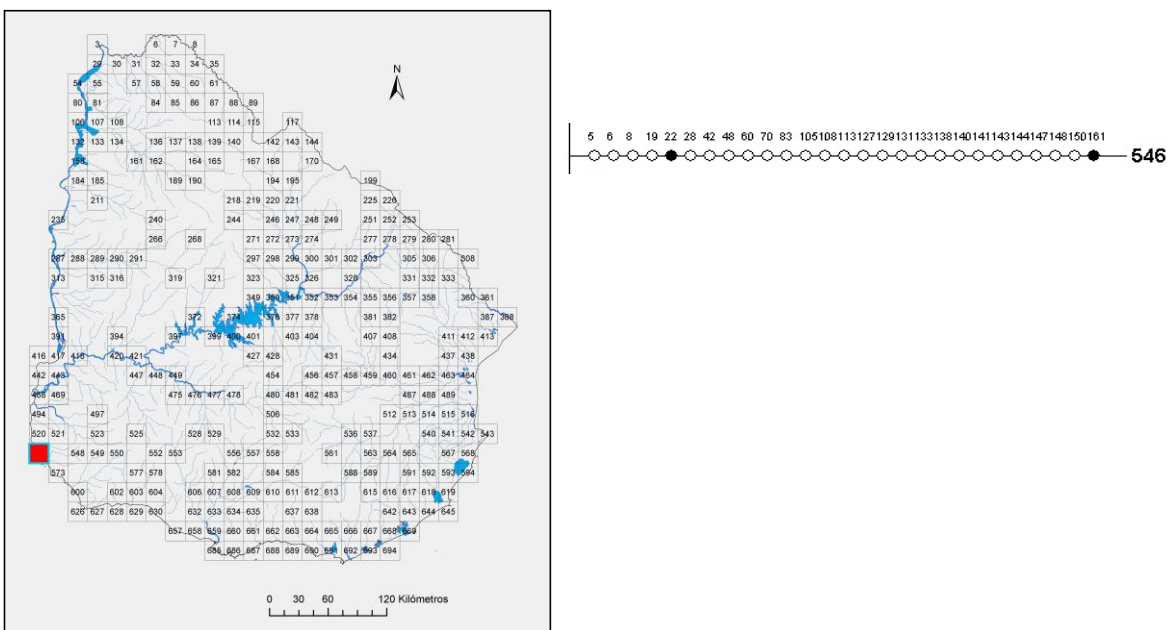
Nº	Especie	Nº	Especie	Nº	Especie
0	<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	56	<i>Crenicichla punctata</i>	112	<i>Leporinus obtusidens</i>
1	<i>Ageneiosus inermis</i>	57	<i>Crenicichla scottii</i>	113	<i>Leporinus striatus</i>
2	<i>Ageneiosus militaris</i>	58	<i>Crenicichla tendybaguassu</i>	114	<i>Leptoplosternum pectorale</i>
3	<i>Ancistrus multispinus</i>	59	<i>Cynopocilus melanotaenia</i>	115	<i>Loricaria simillima</i>
4	<i>Ancistrus taunayi</i>	60	<i>Cynopotamus argenteus</i>	116	<i>Loricariichthys edentatus</i>
5	<i>Apareiodon affinis</i>	61	<i>Cyphocharax platanus</i>	117	<i>Loricariichthys melanocheilus</i>
6	<i>Aphyocharax anisitsi</i>	62	<i>Cyphocharax saladensis</i>	118	<i>Loricariichthys platymetopon</i>
7	<i>Apistogramma commbrae</i>	63	<i>Cyphocharax spilotos</i>	119	<i>Luciopimelodus pati</i>
8	<i>Astyanax abramis</i>	64	<i>Diapoma alburnus</i>	120	<i>Lycengraulis grossidens</i>
9	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	65	<i>Diapoma alegretensis</i>	121	<i>Macropsobrycon uruguayanae</i>
10	<i>Astyanax laticeps</i>	66	<i>Diapoma speculiferum</i>	122	<i>Microglanis eurystoma</i>
11	<i>Auchenipterus nigripinnis</i>	67	<i>Diapoma terofali</i>	123	<i>Mimagoniates inequalis</i>
12	<i>Auchenipterus osteomystax</i>	68	<i>Diapoma uruguayensis</i>	124	<i>Moenkhausia dichrourea</i>
13	<i>Austrolebias aff. luteoflammulatus</i>	69	<i>Ectreopeterus uruguayensis</i>	125	<i>Mylossoma duriventre</i>
14	<i>Austrolebias aff. melanoorus</i>	70	<i>Eigenmannia virescens</i>	126	<i>Odontesthes bonariensis</i>
15	<i>Austrolebias aff. quirogai</i>	71	<i>Galeocharax humeralis</i>	127	<i>Odontesthes humensis</i>
16	<i>Austrolebias affinis</i>	72	<i>Geophagus brasiliensis</i>	128	<i>Odontesthes mirinensis</i>
17	<i>Austrolebias alexandri</i>	73	<i>Gymnogeophagus aff. setequedas</i>	129	<i>Odontesthes perugiae</i>
18	<i>Austrolebias arachan</i>	74	<i>Gymnogeophagus australis</i>	130	<i>Odontesthes retropinnis</i>
19	<i>Austrolebias bellottii</i>	75	<i>Gymnogeophagus balzani</i>	131	<i>Odontostilbe pequirá</i>
20	<i>Austrolebias charrua</i>	76	<i>Gymnogeophagus gymnogenys</i>	132	<i>Oligosarcus robustus</i>
21	<i>Austrolebias cheradophilus</i>	77	<i>Gymnogeophagus labiatus</i>	133	<i>Otocinclus arnoldi</i>
22	<i>Austrolebias cinereus</i>	78	<i>Gymnogeophagus mekinos</i>	134	<i>Otocinclus flexilis</i>
23	<i>Austrolebias elongatus</i>	79	<i>Gymnogeophagus meridionalis</i>	135	<i>Otothyris rostrata</i>
24	<i>Austrolebias gymnoventris</i>	80	<i>Gymnogeophagus pseudolabiatus</i>	136	<i>Pachyurus bonariensis</i>
25	<i>Austrolebias juanlangi</i>	81	<i>Gymnogeophagus rhabdotus</i>	137	<i>Paraloricaria vetula</i>
26	<i>Austrolebias luteoflammulatus</i>	82	<i>Gymnogeophagus sp.</i>	138	<i>Parapimelodus valenciennis</i>
27	<i>Austrolebias melanoorus</i>	83	<i>Gymnogeophagus terrapurpura</i>	139	<i>Pellona flavipinnis</i>
28	<i>Austrolebias nigripinnis</i>	84	<i>Gymnogeophagus tiraparae</i>	140	<i>Piabarchus stramineus</i>
29	<i>Austrolebias periodicus</i>	85	<i>Gymnotus inequilabiatus</i>	141	<i>Pimelodella gracilis</i>
30	<i>Austrolebias prognathus</i>	86	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	142	<i>Pimelodus absconditus</i>
31	<i>Austrolebias queguay</i>	87	<i>Hemiancistrus votouro</i>	143	<i>Pimelodus albicans</i>
32	<i>Austrolebias quirogai</i>	88	<i>Heptapterus sympterigium</i>	144	<i>Pimelodus maculatus</i>
33	<i>Austrolebias reicherti</i>	89	<i>Heterocheiroidon jacuhiensis</i>	145	<i>Pimelodus pintado</i>
34	<i>Austrolebias vazferreirai</i>	90	<i>Heterocheiroidon yatai</i>	146	<i>Plagioscion ternetzi</i>
35	<i>Austrolebias viarius</i>	91	<i>Hisonotus armatus</i>	147	<i>Platanichthys platana</i>
36	<i>Austrolebias wolterstorffi</i>	92	<i>Hisonotus ringueleti</i>	148	<i>Prochilodus lineatus</i>
37	<i>Brachyhypopomus bombilla</i>	93	<i>Hisonotus taimiensis</i>	149	<i>Pseudobunocephalus iheringii</i>
38	<i>Brachyhypopomus draco</i>	94	<i>Hoplias lacerdae</i>	150	<i>Pseudostegophilus maculatus</i>
39	<i>Brachyhypopomus gauderio</i>	95	<i>Hoplosternum littorale</i>	151	<i>Pygocentrus nattereri</i>
40	<i>Brochiloricaria chauliodon</i>	96	<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	152	<i>Rhamdella eriarcha</i>
41	<i>Bryconamericus poi</i>	97	<i>Hyphessobrycon eques</i>	153	<i>Rhamdella longiuscula</i>
42	<i>Bunocephalus doriae</i>	98	<i>Hyphessobrycon igneus</i>	154	<i>Rhinelepis strigosa</i>
43	<i>Bunocephalus erondine</i>	99	<i>Hyphessobrycon togoi</i>	155	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>
44	<i>Catathyridium sp</i>	100	<i>Hypostomus aspilogaster</i>	156	<i>Rineloricaria parva</i>
45	<i>Characidium orientale</i>	101	<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	157	<i>Rineloricaria strigilata</i>
46	<i>Characidium tenue</i>	102	<i>Hypostomus microstomus</i>	158	<i>Salminus brasiliensis</i>
47	<i>Characidium zebra</i>	103	<i>Hypostomus roseopunctatus</i>	159	<i>Schizodon borellii</i>
48	<i>Cichlasoma dimerus</i>	104	<i>Hypostomus uruguayensis</i>	160	<i>Schizodon nasutus</i>
49	<i>Cichlasoma portalegrensis</i>	105	<i>Iheringichthys labrosus</i>	161	<i>Schizodon platae</i>
50	<i>Corydoras aeneus</i>	106	<i>Ituglanis australis</i>	162	<i>Serrasalmus maculatus</i>
51	<i>Corydoras hastatus</i>	107	<i>Jenynsia lineata</i>	163	<i>Steindachnerina brevipinna</i>
52	<i>Corydoras undulatus</i>	108	<i>Jenynsia multidentata</i>	164	<i>Tatia boemia</i>
53	<i>Crenicichla celidochilus</i>	109	<i>Jenynsia onca</i>	165	<i>Trachelyopterus albicrux</i>
54	<i>Crenicichla minuano</i>	110	<i>Leporinus amae</i>	166	<i>Trachelyopterus lucenai</i>
55	<i>Crenicichla missioneira</i>	111	<i>Leporinus lacustris</i>	167	<i>Trachelyopterus teaguei</i>



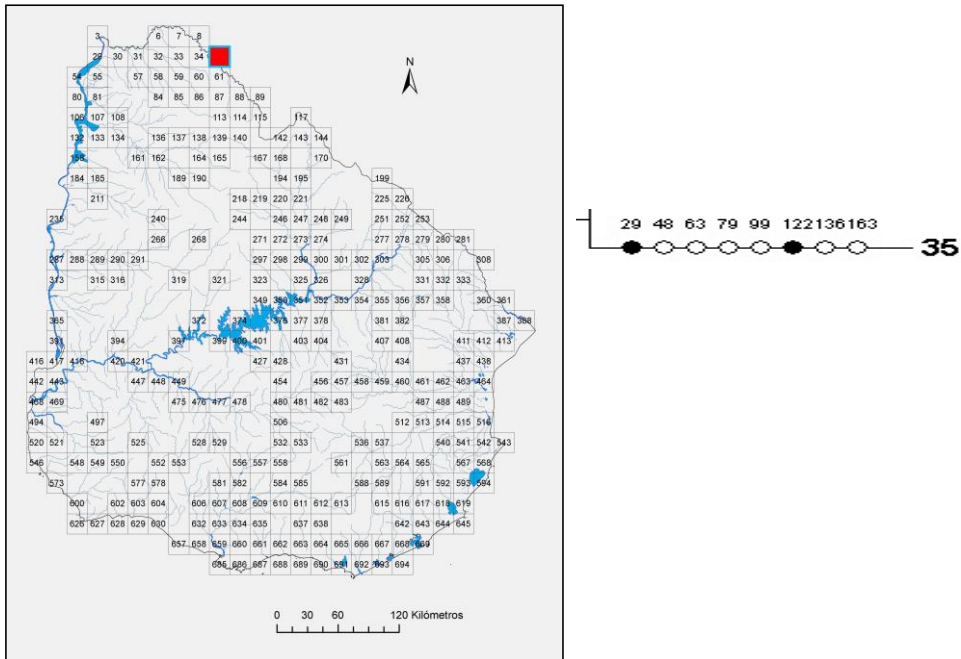
**Resultados del análisis PAE (WinClada), cuadrículas 20 x 20 Km. Se obtuvieron 100 cladogramas más parsimoniosos, de los que se obtuvo un árbol de consenso estricto (L= 1755; Ci= 9; Ri=26). Figuras con el detalle de los mapas y sectores del árbol.**



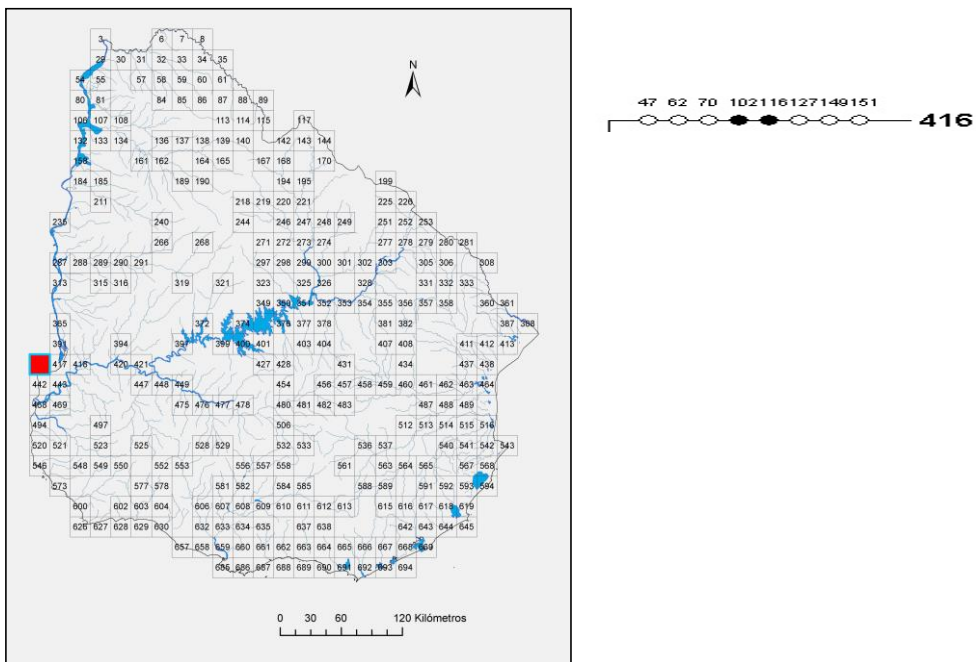
**Fig. 1.** Cuadrícula N° 3 identificada por las especies N° 50 *Corydoras aeneus* y N° 65 *Diapoma alegetensis*.



**Fig. 2.** Cuadrícula N° 546 identificada por las especies N° 22 *Austrolebias cinereus* y N° 161 *Schizodon platae*.



**Fig. 3.** Cuadrícula N° 35 identificada por las especies N° 29 *Austrolebias periodicus* y N° 122 *Microglanis eurystoma*.



**Fig. 4.** Cuadrícula N° 416 identificada por las especies N° 102 *Hypostomus microstomus* y N° 116 *Loricariichthys edentatus*.

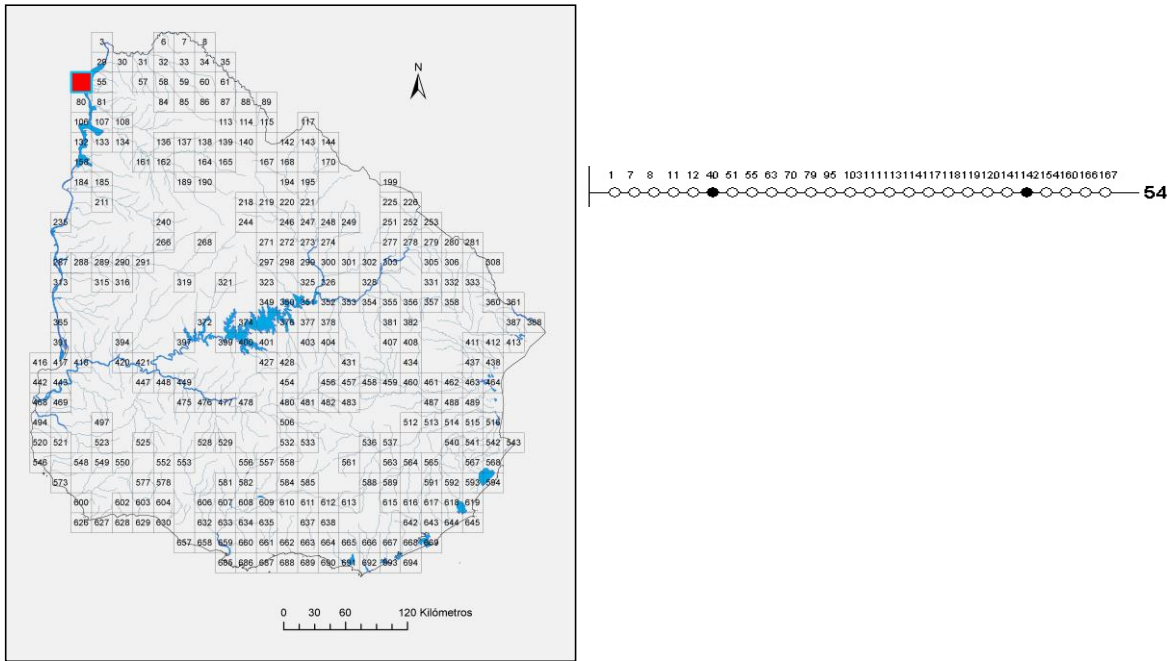


Fig. 5. Cuadrícula N° 54 identificada por las especies N° 40 *Brochiloricaria chauliodon* y N° 142 *Pimelodus absconditus*.

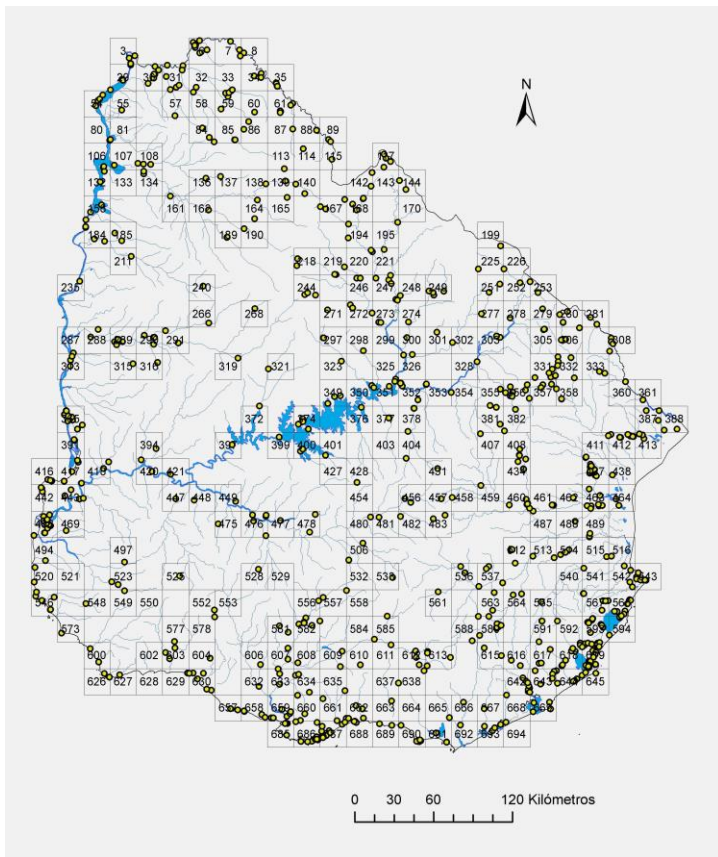


Fig 6. Mapa con registros y cuadrícula de 20 x 20 Km

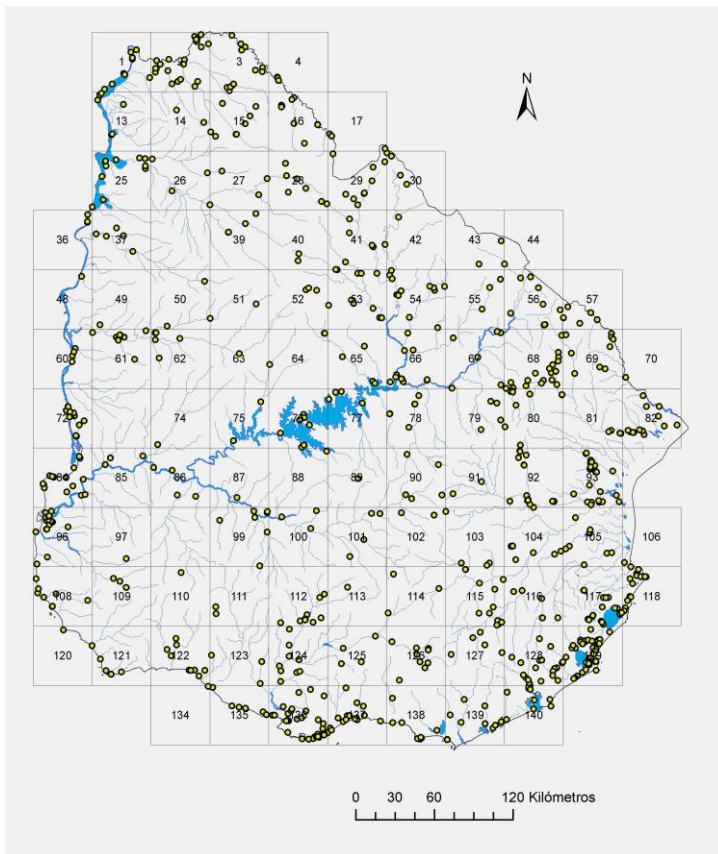
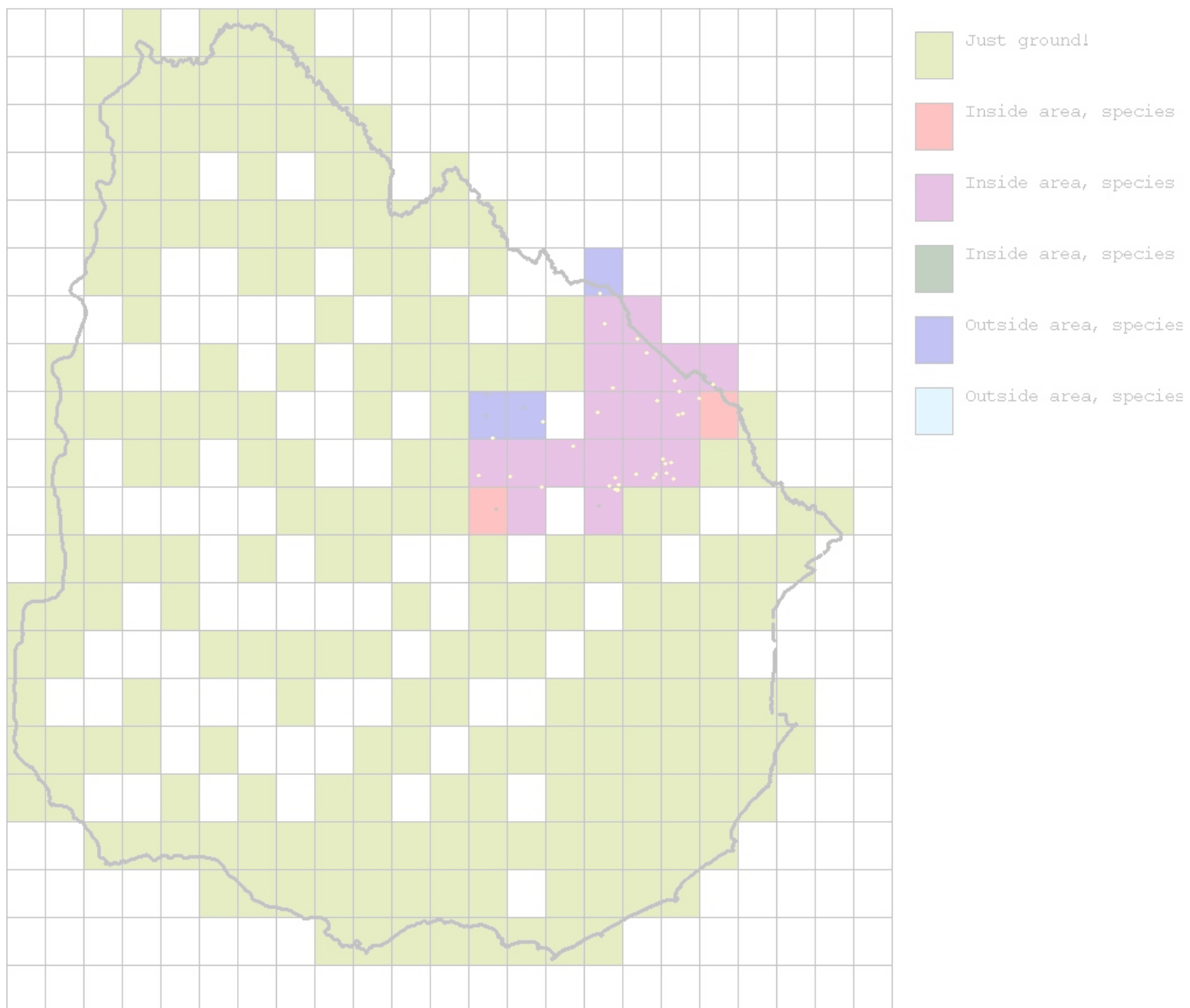
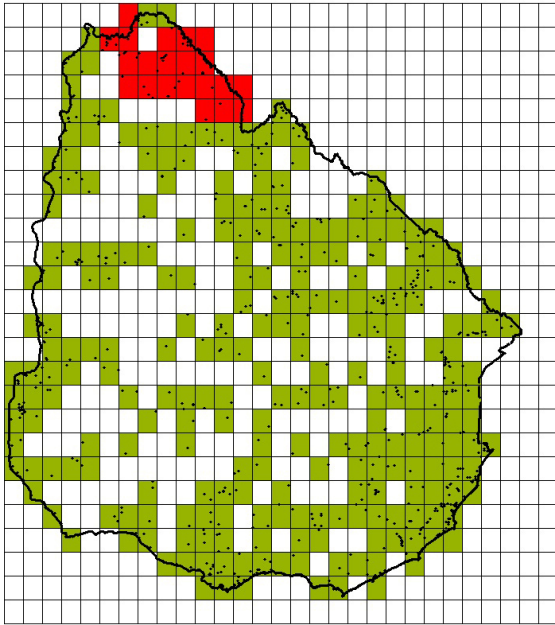


Fig 7. Mapa con registros y cuadrícula de 45 x 45 Km

# ANEXO III



Set 0 of 1 (size=21). Score=2.421325.



**Fig. 1** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x020.

ÁREA N° 0, tamaño 21 celdas, IE= 2.421325

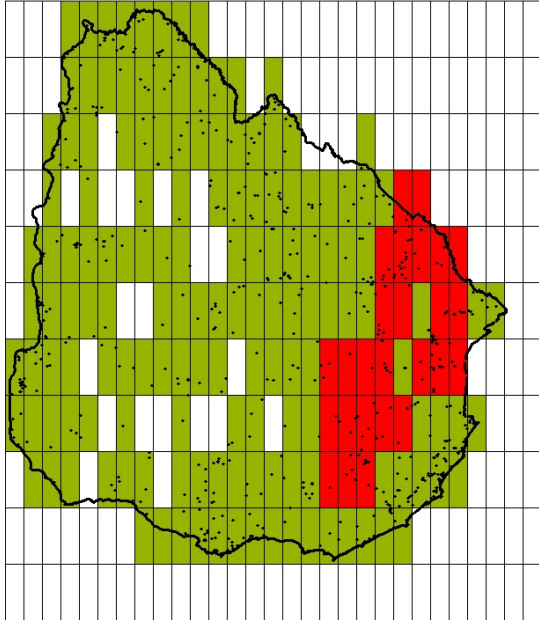
3 especies aportan al índice (sp/índice):

73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.928571

80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.826087

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.666667

Set 0 of 14 (size=26). Score=4.840900.



**Fig. 2** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 0, tamaño 26 cuadrículas, IE 4.840900

7 especies aportan al índice (sp/IE):

45 *Characidium\_orientale*: 0.640625

56 *Crenicichla\_punctata*: 0.816667

66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.696429

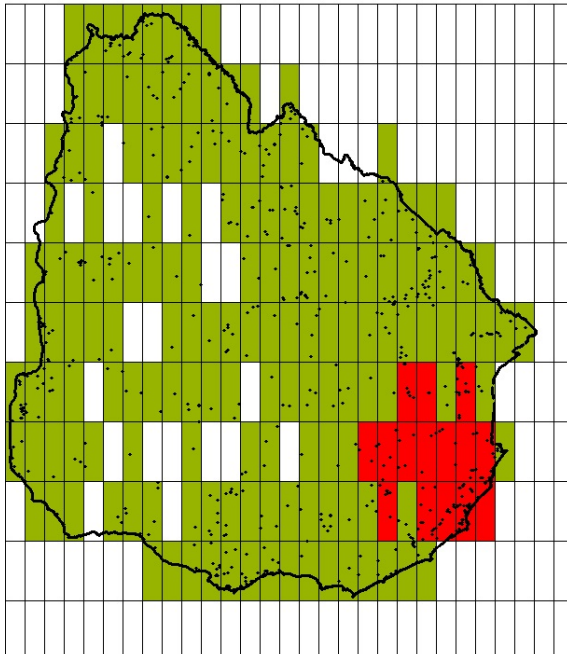
76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.683333

77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.750000

91 *Hisonotus\_armatus*: 0.653846

157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.600000

Set 1 of 14 (size=15). Score=5.269358.



**Fig. 3** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 1, tamaño 15 cuadrículas, IE 5.269358

8 especies aportan al índice (sp/IE):

20 *Austrolebias\_charrua*: 0.764706

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.647059

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.766667

26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.521739

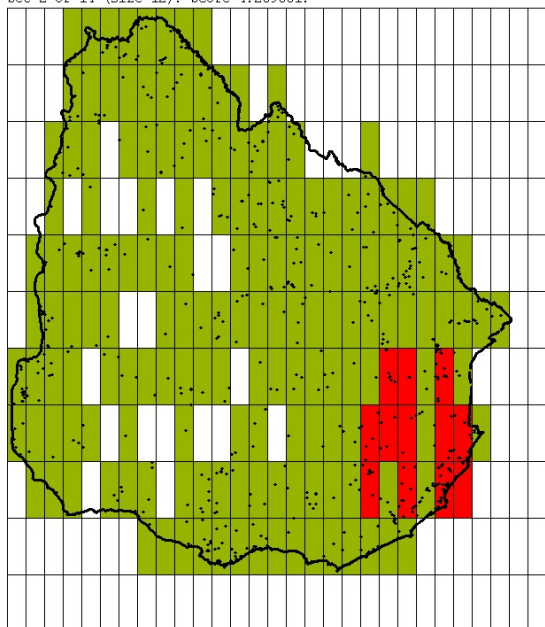
30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.588235

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.800000

59 *Cynopocilus\_melanotaenia*: 0.547619

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.633333

Set 2 of 14 (size=12). Score=4.289881.



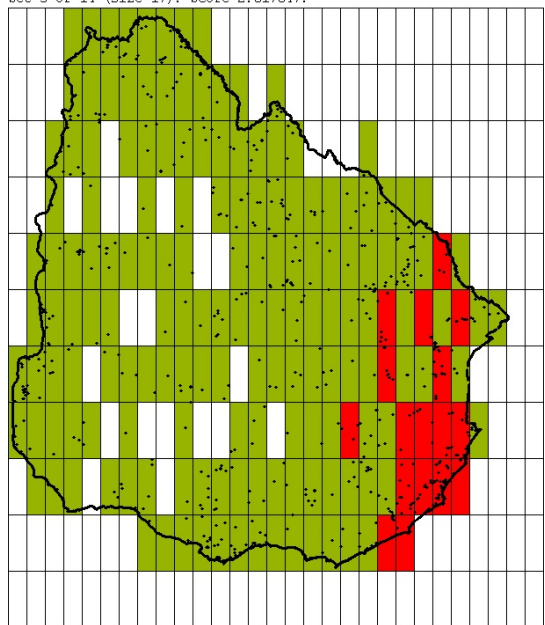
**Fig. 4** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 2, tamaño 12 cuadrículas, IE 4.289881

7 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.687500
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.400000
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.678571
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.607143
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.714286
- 135 *Otothyris\_rostrata*: 0.666667
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.535714

Set 3 of 14 (size=17). Score=2.617647.



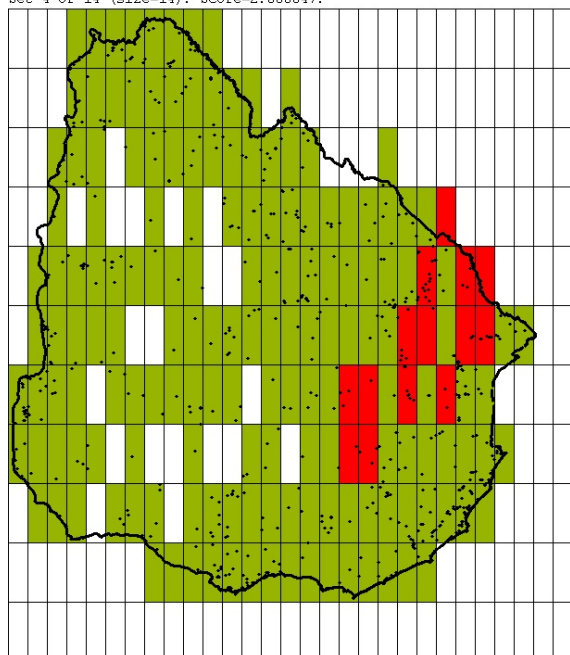
**Fig. 5** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 3, tamaño 17 cuadrículas, IE 2.617647

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.882353
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.823529
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.911765

Set 4 of 14 (size=14). Score=2.808847.



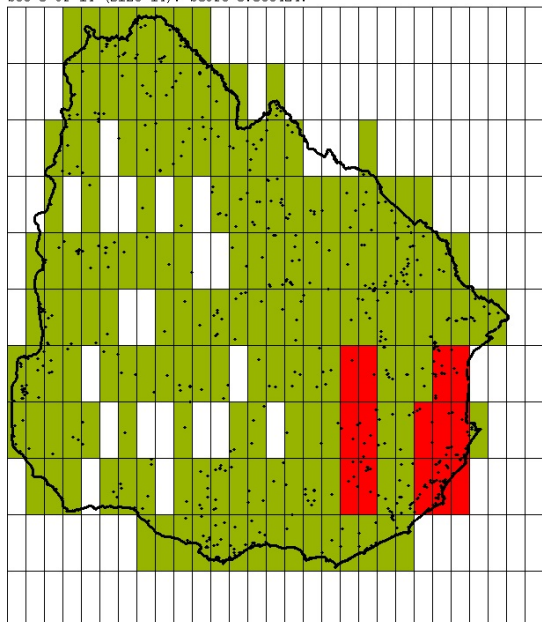
**Fig. 6** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 4, tamaño 14 cuadrículas, IE 2.808847

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.545455
- 77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.428571
- 89 *Heterocheiroduon\_jacuhiensis*: 0.678571
- 91 *Hisonotus\_armatus*: 0.656250
- 152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.500000

Set 5 of 14 (size=14). Score=3.380424.



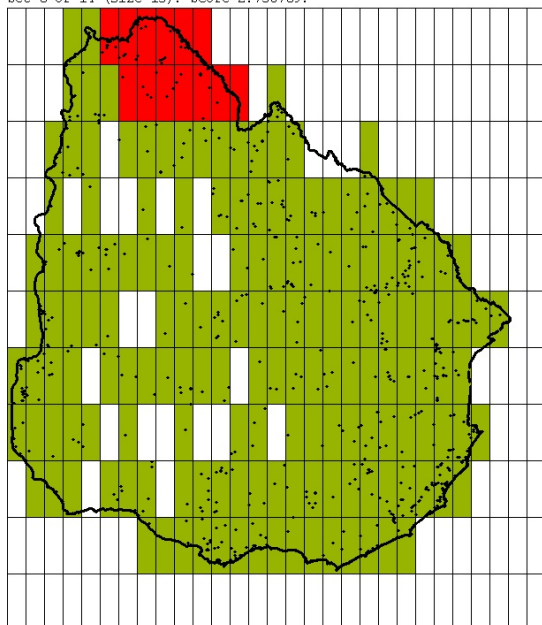
**Fig. 7** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 5, tamaño 14 cuadrículas, IE 3.380424

7 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.437500
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.555556
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.475000
- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.403846
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.500000
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.477273
- 88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.531250

Set 6 of 14 (size=13). Score=2.730769.



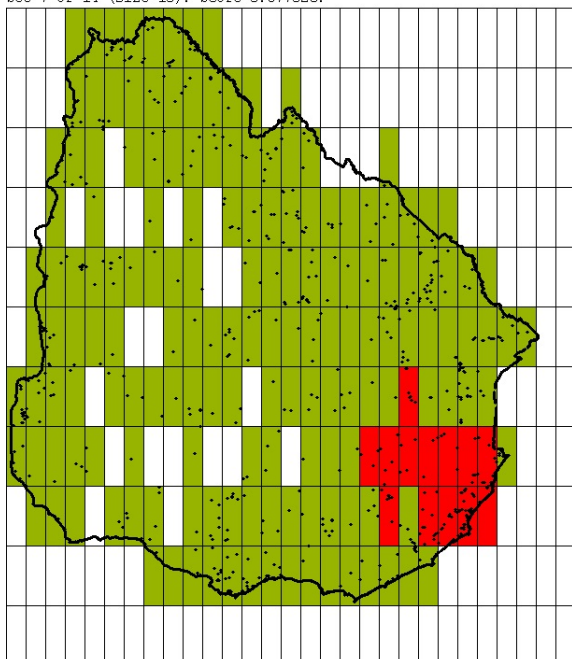
**Fig. 8** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 6, tamaño 13 cuadrículas, IE 2.730769

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 1.000000
- 80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.961538
- 92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.769231

Set 7 of 14 (size=13). Score=3.877526.



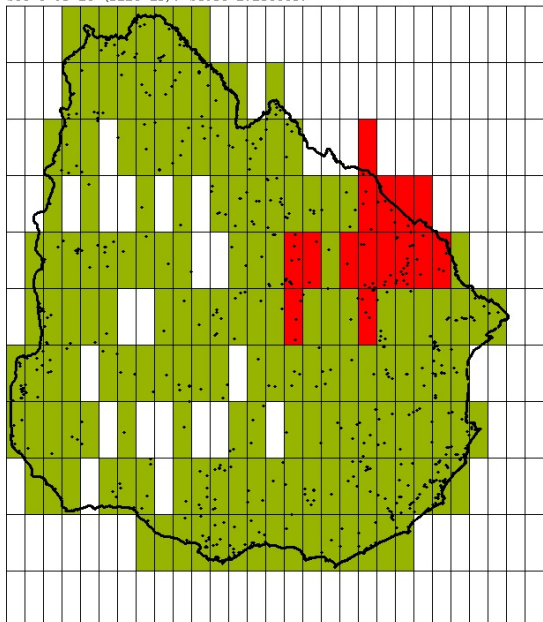
**Fig. 9** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 7, tamaño 13 cuadrículas, IE 3.877526

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.676471
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.666667
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.600000
- 35 *Austrolebias\_viarius*: 0.692308
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.588235
- 135 *Otothyris\_rostrata*: 0.653846

Set 8 of 14 (size=15). Score=2.238803.



**Fig. 10** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 8, tamaño 15 cuadrículas, IE 2.238803

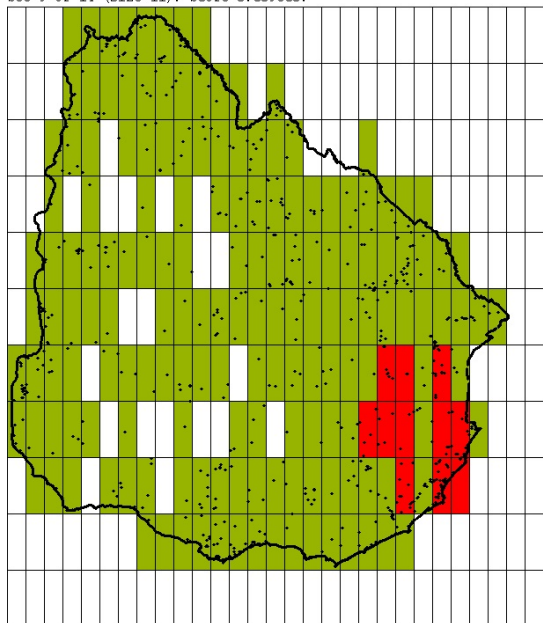
3 especies aportan al índice (sp/IE):

25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.736842

32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.766667

34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.735294

Set 9 of 14 (size=11). Score=3.639865.



**Fig. 11** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 9, tamaño 11 cuadrículas, IE 3.639865

7 especies aportan al índice (sp/IE):

20 *Austrolebias\_charrua*: 0.700000

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.394737

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.566667

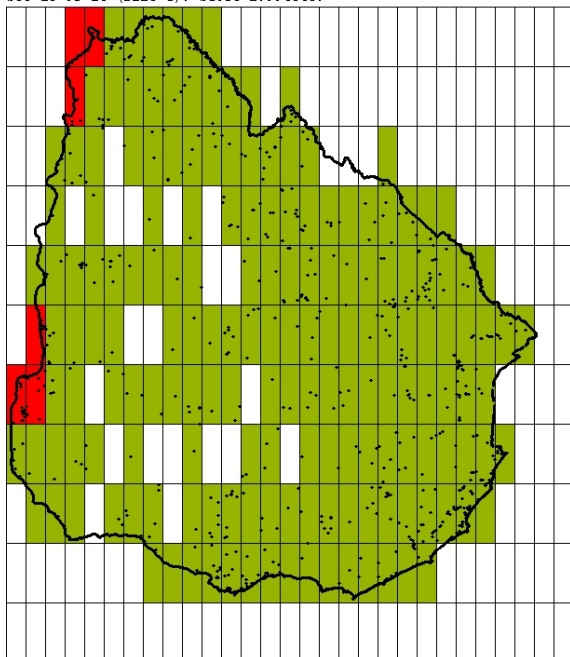
26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.340000

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.500000

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.600000

145 *Pimelodus\_pintado*: 0.538462

Set 10 of 14 (size=6). Score=2.994048.



**Fig. 12** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 10, tamaño 6 cuadrículas, IE 2.994048

6 especies aportan al índice (sp/IE):

11 *Auchenipterus\_nigripinnis*: 0.666667

17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.562500

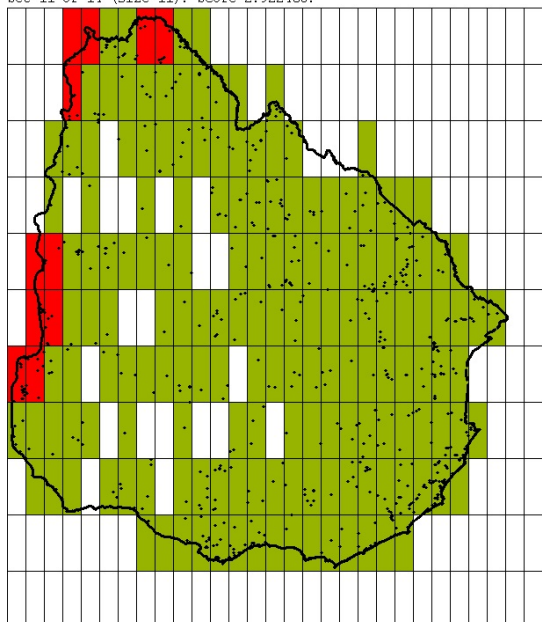
71 *Galeocharax\_humeralis*: 0.833333

74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.285714

113 *Leporinus\_striatus*: 0.312500

150 *Pseudostegophilus\_maculatus*: 0.333333

Set 11 of 14 (size=11). Score=2.922460.



**Fig. 13** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 11, tamaño 11 cuadrículas, IE 2.922460

5 especies aportan al índice (sp/IE):

7 *Apistogramma\_commbrae*: 0.470588

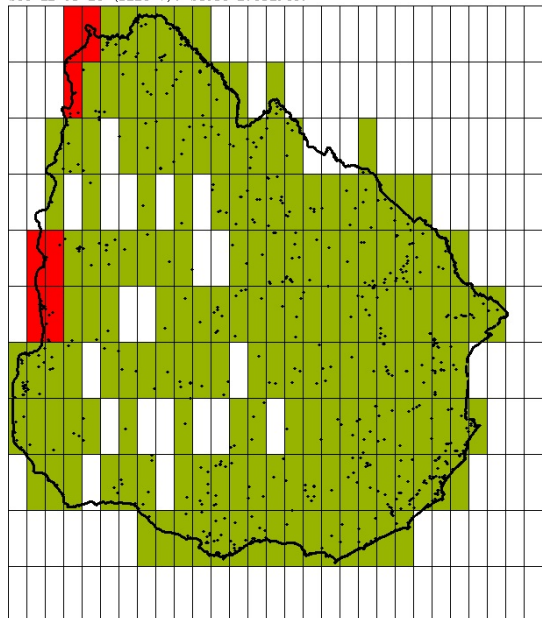
52 *Corydoras\_undulatus*: 0.681818

60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.500000

114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.681818

131 *Odontostilbe\_pequira*: 0.588235

Set 12 of 14 (size=7). Score=2.851948.



**Fig. 14** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 12, tamaño 7 cuadrículas, IE 2.851948

5 especies aportan al índice (sp/IE):

2 *Ageneiosus\_militaris*: 0.642857

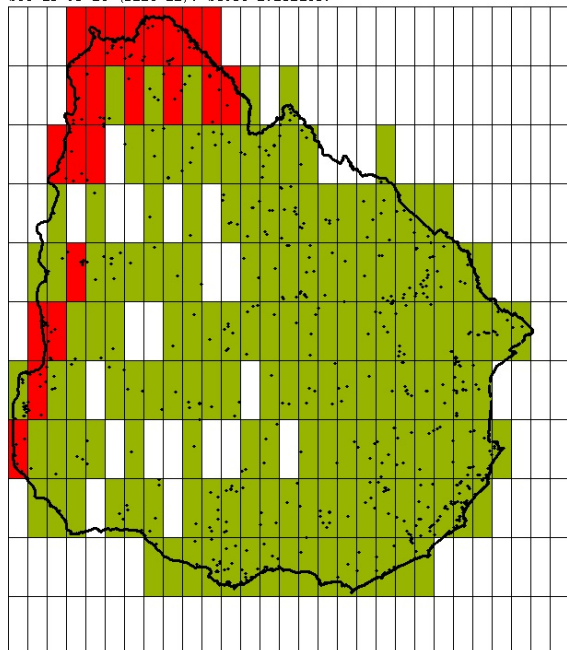
17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.409091

71 *Galeocharax\_humeralis*: 0.785714

74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.300000

156 *Rineloricaria\_parva*: 0.714286

Set 13 of 14 (size=22). Score=2.252185.



**Fig. 15** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 050x020.

Área N° 13, tamaño 22 cuadrículas, IE 2.252185

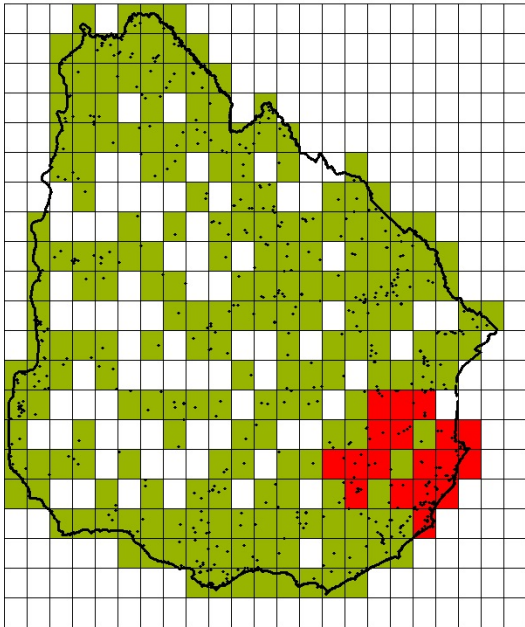
3 especies aportan al índice (sp/IE):

0 *Acestrorhynchus\_pantaneiro*: 0.795455

6 *Aphyocharax\_anisitsi*: 0.769231

163 *Steindachnerina\_brevipinna*: 0.687500

Set 0 of 5 (size=18). Score=3.302778.



**Fig. 16** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 025x025.

Área N° 0, tamaño 18 cuadrículas, IE 3.302778

5 especies aportan al índice (sp/IE):

20 *Austrolebias\_charrua*: 0.666667

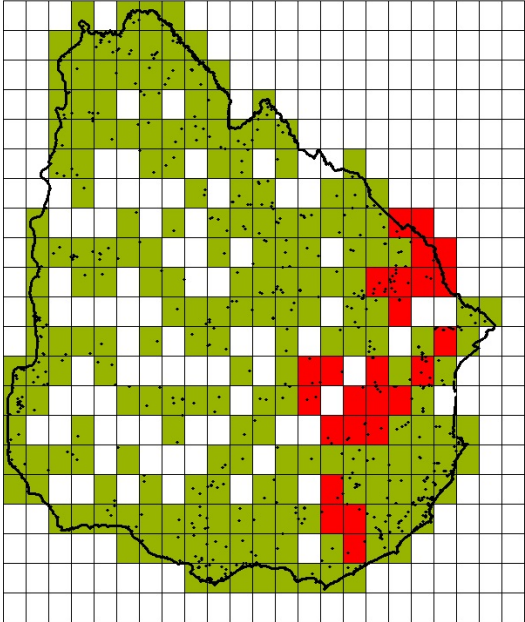
24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.650000

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.625000

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.750000

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.611111

Set 1 of 5 (size=25). Score=2.111866.



**Fig. 17** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 025x025.

Área N° 1, tamaño 25 cuadrículas, IE 2.111866

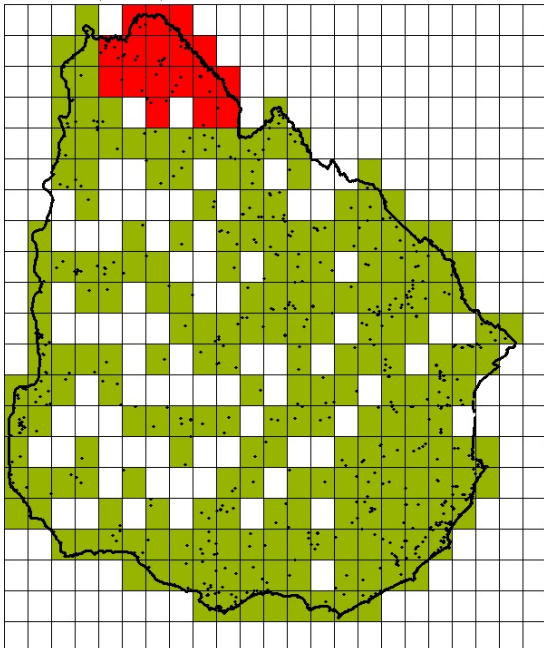
3 especies aportan al índice (sp/IE):

56 *Crenicichla\_punctata*: 0.712121

77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.796296

157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.603448

Set 2 of 5 (size=17). Score=2.558824.



**Fig. 18** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 025x025.

Área N° 2, tamaño 17 cuadrículas, IE 2.558824

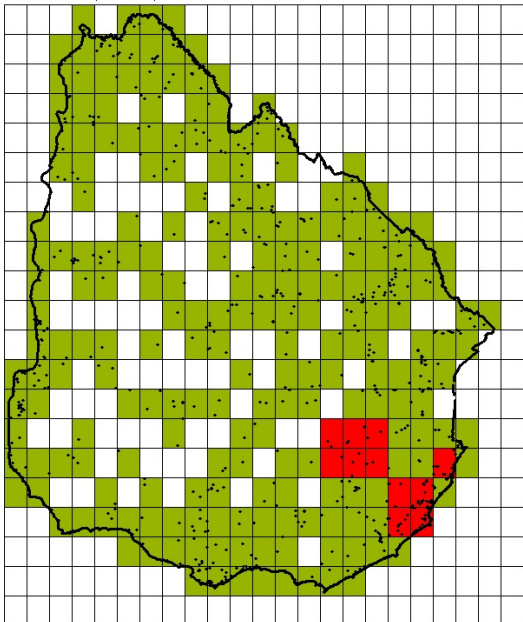
3 especies aportan al índice (sp/IE):

73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.941176

80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.941176

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.676471

Set 3 of 5 (size=11). Score=2.374784.



**Fig. 19** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 025x025.

Área N° 3, tamaño 11 cuadrículas, IE 2.374784

4 especies aportan al índice (sp/IE):

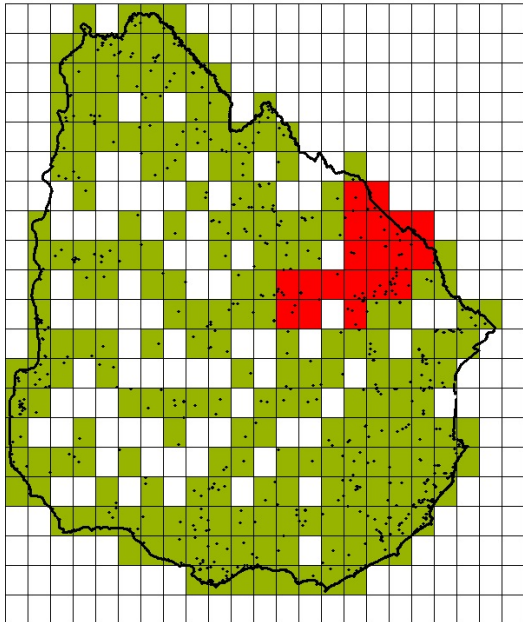
24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.600000

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.470588

35 *Austrolebias\_viarius*: 0.727273

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.576923

Set 4 of 5 (size=19). Score=2.043799.



**Fig. 20** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 025x025.

Área N° 4, tamaño 19 cuadrículas, IE 2.043799

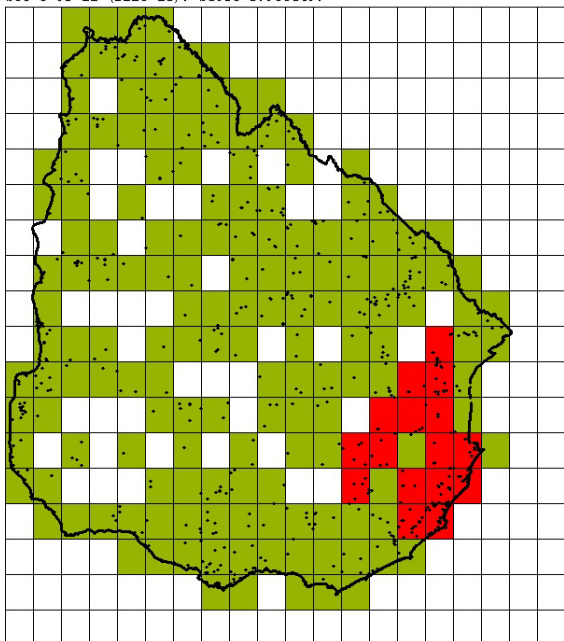
3 especies aportan al índice (sp/IE):

25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.720000

32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.736842

34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.586957

Set 0 of 11 (size=16). Score=3.908649.



**Fig. 21** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 0, tamaño 16 cuadrículas, IE 3.908649

6 especies aportan al índice (sp/IE):

20 *Austrolebias\_charrua*: 0.700000

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.718750

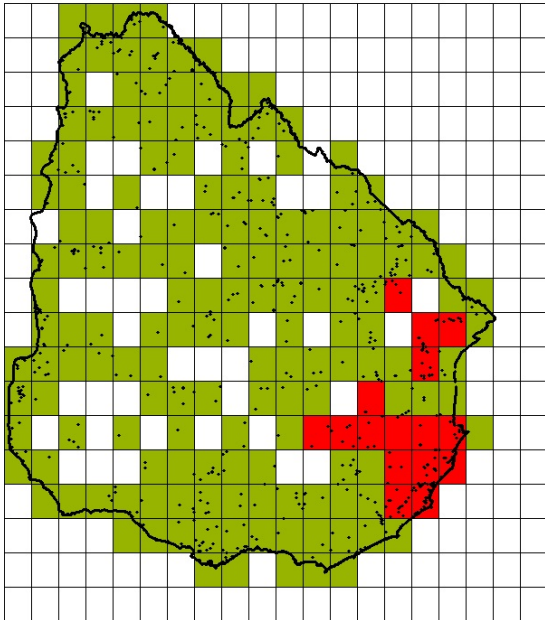
24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.687500

26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.562500

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.694444

59 *Cynpoecilus\_melanotaenia*: 0.545455

Set 1 of 11 (size=16). Score=3.517614.



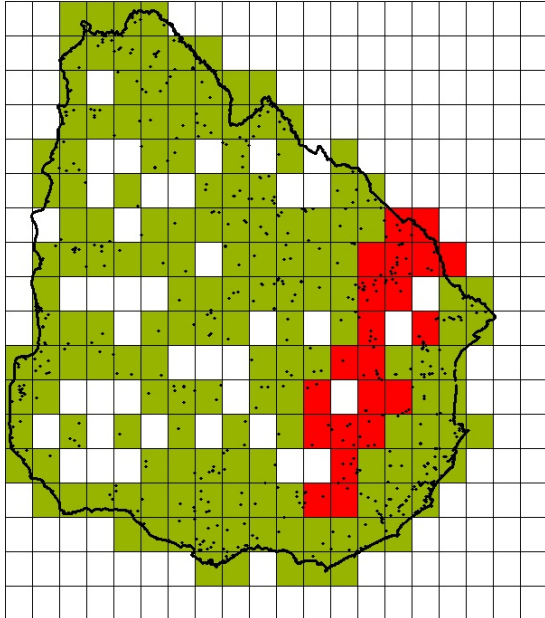
**Fig. 22** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 1, tamaño 16 cuadrículas, IE 3.517614

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 21 *Austrolebias\_ cheradophilus*: 0.718750
- 26 *Austrolebias\_ luteoflammulatus*: 0.562500
- 59 *Cynopocilus\_ melanotaenia*: 0.545455
- 123 *Mimagoniates\_ inequalis*: 0.590909
- 132 *Oligosarcus\_ robustus*: 0.525000
- 134 *Otocinclus\_ flexilis*: 0.575000

Set 2 of 11 (size=21). Score=3.204326.



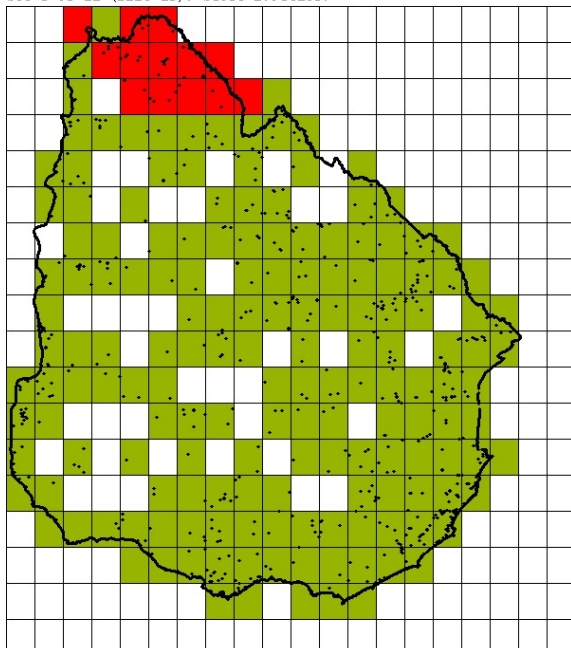
**Fig. 23** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 2, tamaño 21 cuadrículas, IE 3.204326

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 56 *Crenicichla\_ punctata*: 0.645161
- 76 *Gymnogeophagus\_ gymnogenys*: 0.603448
- 77 *Gymnogeophagus\_ labiatus*: 0.629630
- 152 *Rhamdella\_ eriarcha*: 0.673913
- 157 *Rineloricaria\_ strigilata*: 0.652174

Set 3 of 11 (size=13). Score=2.964103.



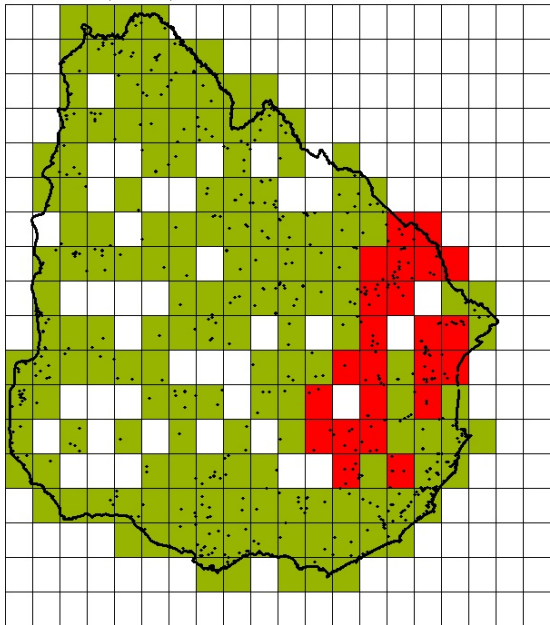
**Fig. 24** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 3, tamaño 13 cuadrículas, IE 2.964103

4 especies aportan al índice (sp/IE):

- 73 *Gymnogeophagus\_ aff. setequeadas*: 0.800000
- 80 *Gymnogeophagus\_ pseudolabiatus*: 0.800000
- 92 *Hisonotus\_ ringueleti*: 0.730769
- 124 *Moenkhausia\_ dichroua*: 0.633333

Set 4 of 11 (size=23). Score=3.270017.



**Fig. 25** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 4, tamaño 23 cuadrículas, IE 3.270017

5 especies aportan al índice (sp/IE):

45 *Characidium\_orientale*: 0.560606

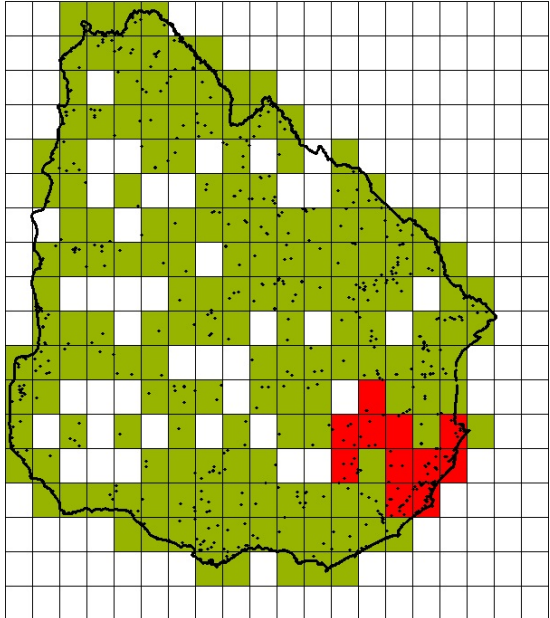
56 *Crenicichla\_punctata*: 0.693548

66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.740000

76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.655172

77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.620690

Set 5 of 11 (size=11). Score=3.880935.



**Fig. 26** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 5, tamaño 11 cuadrículas, IE 3.880935

6 especies aportan al índice (sp/IE):

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.615385

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.772727

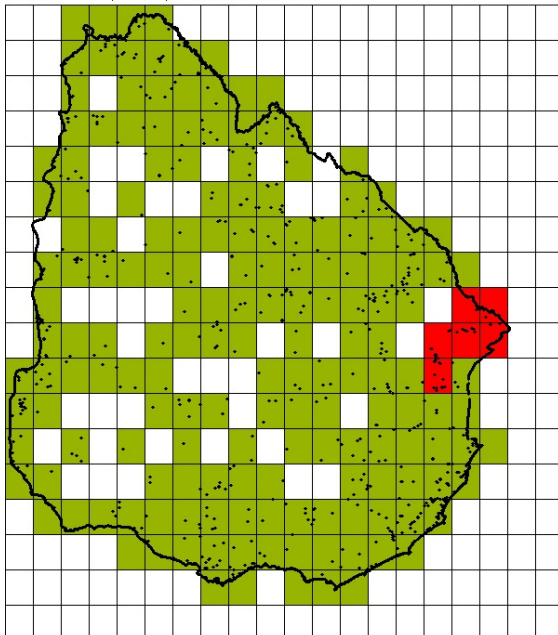
35 *Austrolebias\_viarius*: 0.681818

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.447368

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.681818

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.681818

Set 6 of 11 (size=6). Score=2.083333.



**Fig. 27** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 6, tamaño 6 cuadrículas, IE 2.083333

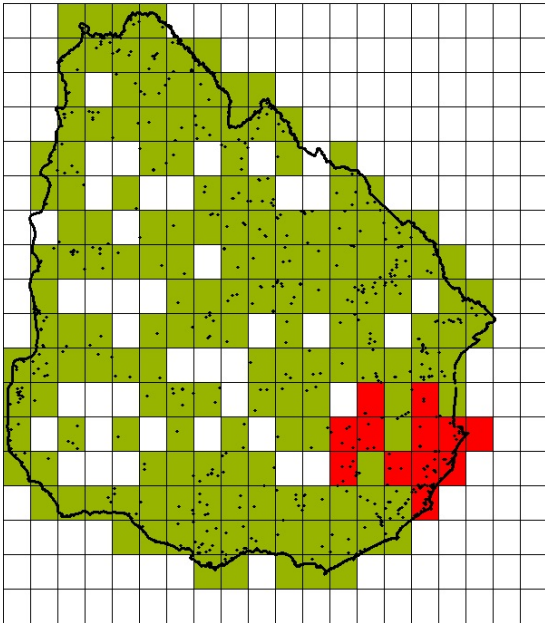
3 especies aportan al índice (sp/IE):

33 *Austrolebias\_reichertii*: 0.916667

49 *Cichlasoma\_portalegrensis*: 0.666667

72 *Geophagus\_brasiliensis*: 0.500000

Set 7 of 11 (size=12). Score=2.583333.



**Fig. 28** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 7, tamaño 12 cuadrículas, IE 2.583333

4 especies aportan al índice (sp/IE):

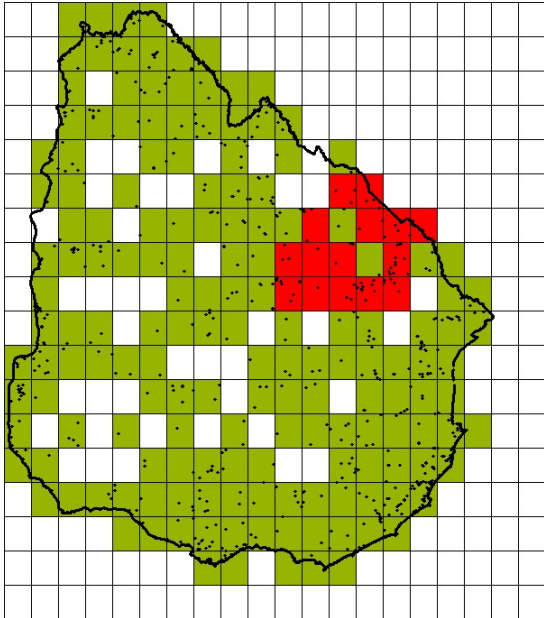
20 *Austrolebias\_charrua*: 0.638889

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.750000

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.527778

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.666667

Set 8 of 11 (size=15). Score=2.321569.



**Fig. 29** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 8, tamaño 15 cuadrículas, IE 2.321569

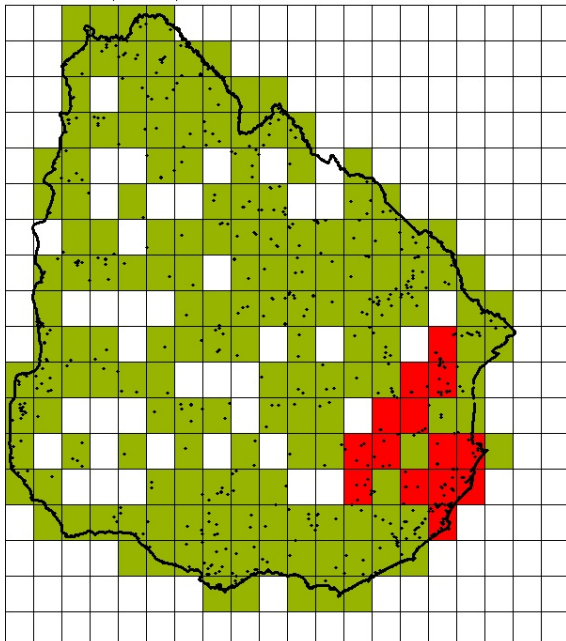
3 especies aportan al índice (sp/IE):

25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.823529

32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.733333

34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.764706

Set 9 of 11 (size=14). Score=3.231647.



**Fig. 30** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 9, tamaño 14 cuadrículas, IE 3.231647

5 especies aportan al índice (sp/IE):

20 *Austrolebias\_charrua*: 0.625000

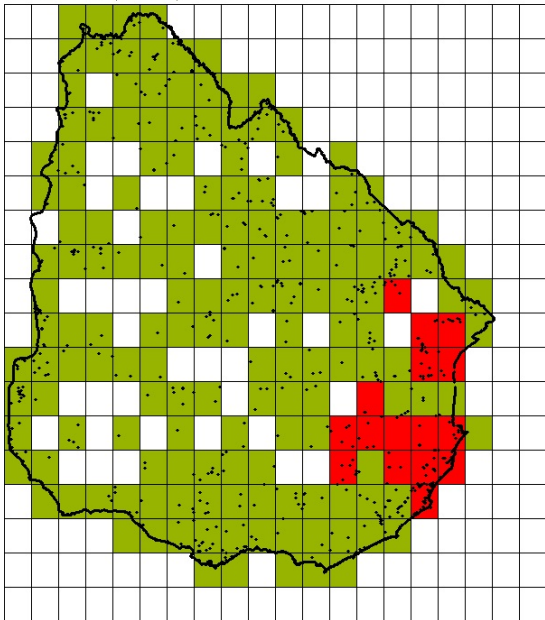
21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.750000

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.714286

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.611111

145 *Pimelodus\_pintado*: 0.531250

Set 10 of 11 (size=16). Score=3.243335.



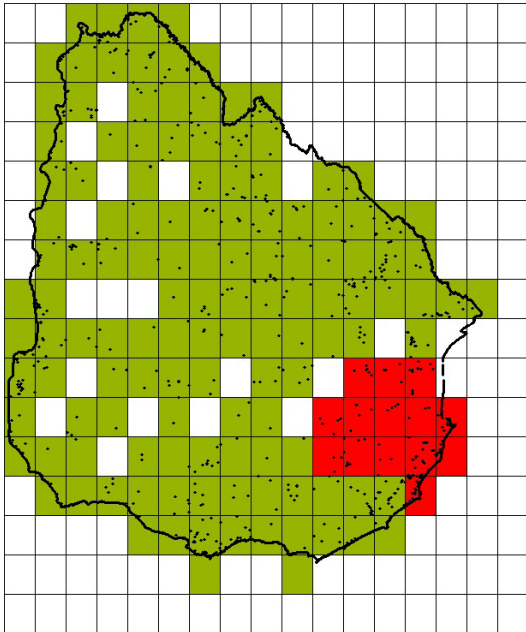
**Fig. 31** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 030x030.

Área N° 10, tamaño 16 cuadrículas, IE 3.243335

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 21 *Austrolebias\_ cheradophilus*: 0.718750
- 107 *Jenynsia\_lineata*: 0.446429
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.520833
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.454545
- 134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.575000
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.527778

Set 0 of 16 (size=14). Score=3.745536.



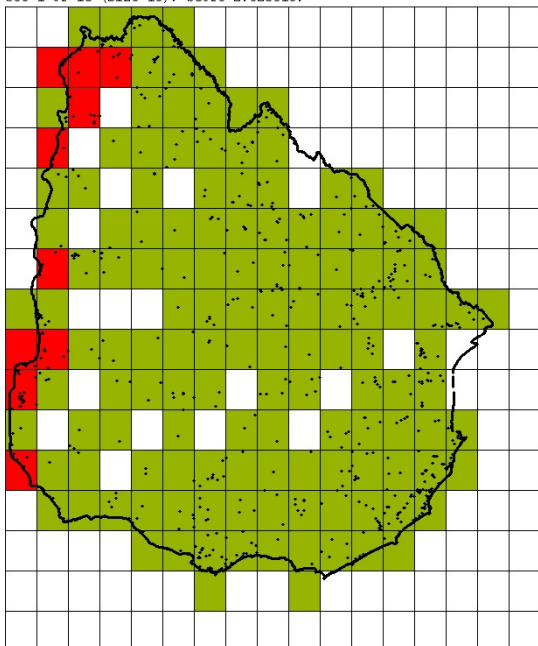
**Fig. 32** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 0, tamaño 14 cuadrículas, IE 3.745536

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.781250
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.750000
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.750000
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.821429
- 135 *Otothyris\_rostrata*: 0.642857

Set 1 of 16 (size=10). Score=2.023810.



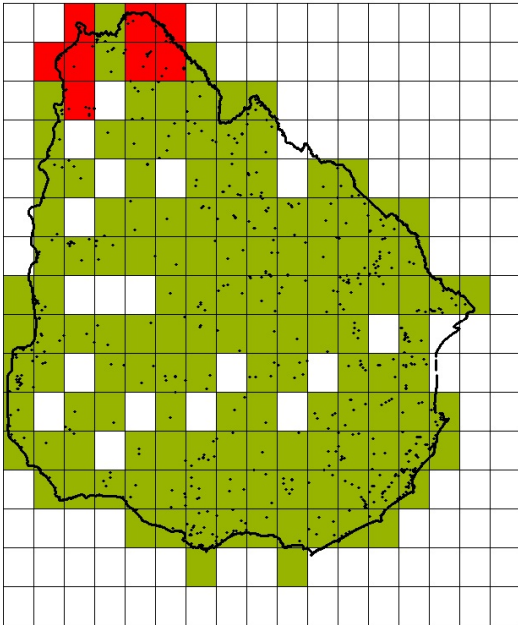
**Fig. 33** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 1, tamaño 10 cuadrículas, IE 2.023810

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.607143
- 113 *Leporinus\_striatus*: 0.666667
- 150 *Pseudostegophilus\_maculatus*: 0.750000

Set 2 of 16 (size=8). Score=2.366667.



**Fig. 34** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 2, tamaño 8 cuadrículas, IE 2.366667

4 especies aportan al índice (sp/IE):

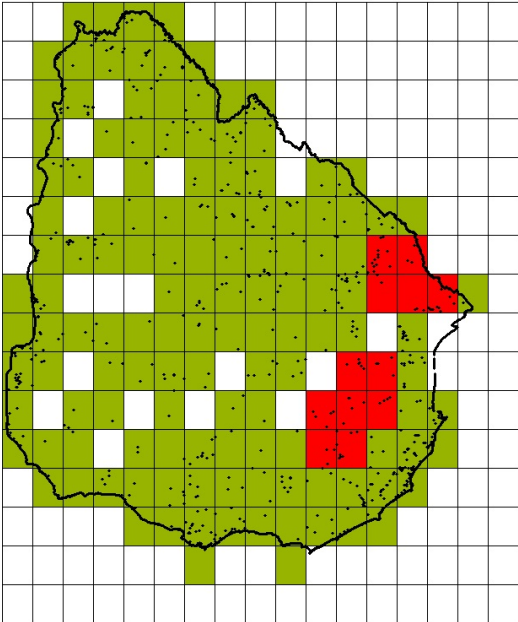
97 *Hyphessobrycon\_eques*: 0.500000

111 *Leporinus\_lacustris*: 0.750000

124 *Moenkhausia\_dichroua*: 0.700000

160 *Schizodon\_nasutus*: 0.416667

Set 3 of 16 (size=12). Score=4.830496.



**Fig. 35** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 3, tamaño 12 cuadrículas, IE 4.830496

11 especies aportan al índice (sp/IE):

3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.354167

45 *Characidium\_orientale*: 0.250000

56 *Crenicichla\_punctata*: 0.328125

66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.395833

76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.454545

77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.365385

86 *Hemiancistrus\_punctulatus*: 0.583333

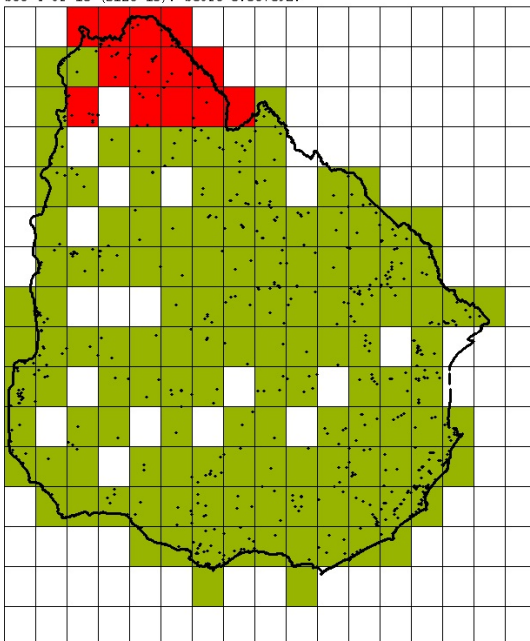
91 *Hisonotus\_armatus*: 0.531250

132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.607143

145 *Pimelodus\_pintado*: 0.535714

152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.425000

Set 4 of 16 (size=13). Score=3.307692.



**Fig. 36** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 4, tamaño 13 cuadrículas, IE 3.307692

4 especies aportan al índice (sp/IE):

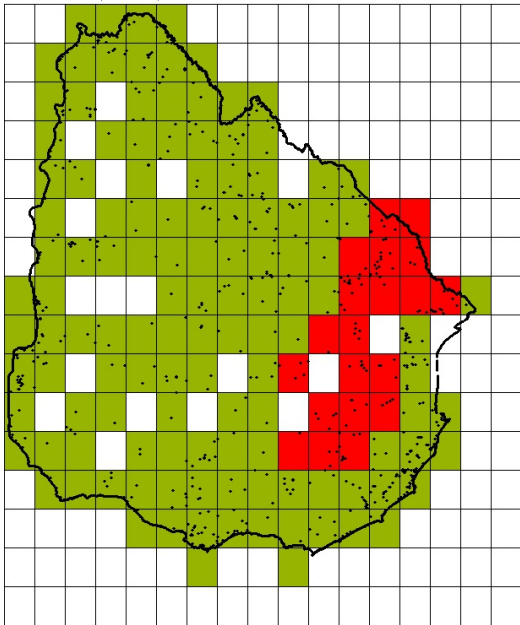
73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.884615

80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.923077

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.730769

124 *Moenkhausia\_dichroua*: 0.769231

Set 5 of 16 (size=20). Score=5.627972.



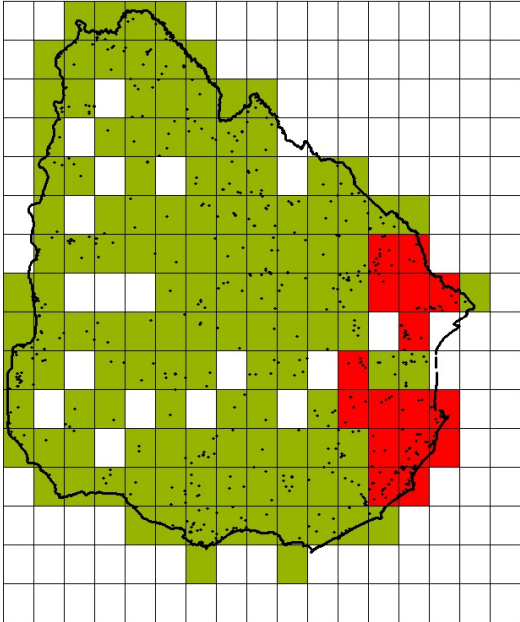
**Fig. 37** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área Nº 5, tamaño 20 cuadrículas, IE 5.627972

9 especies aportan al índice (sp/IE):

- 3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.604167
- 45 *Characidium\_orientale*: 0.550000
- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.625000
- 66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.727273
- 76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.645833
- 77 *Gymnogeophagus\_labiaius*: 0.596154
- 91 *Hisonotus\_armatus*: 0.675000
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.568182
- 152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.636364

Set 6 of 16 (size=16). Score=4.157197.



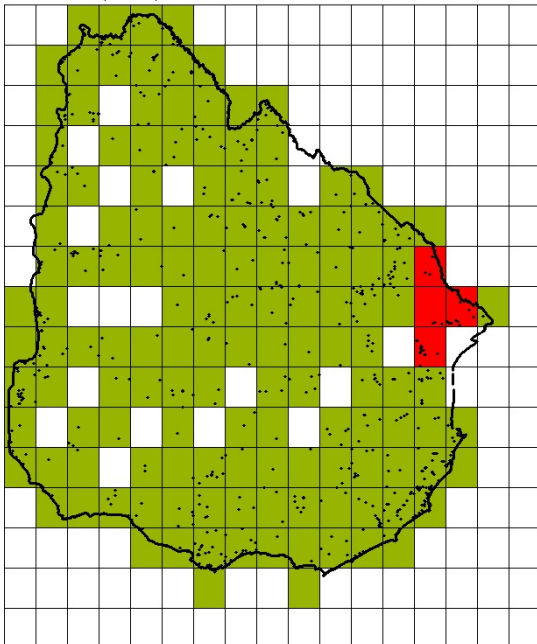
**Fig. 38** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área Nº 6, tamaño 16 cuadrículas, IE 4.157197

7 especies aportan al índice (sp/IE):

- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.562500
- 43 *Bunocephalus\_erondine*: 0.555556
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.545455
- 93 *Hisonotus\_taimiensis*: 0.694444
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.590909
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.583333
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.625000

Set 7 of 16 (size=4). Score=2.375000.



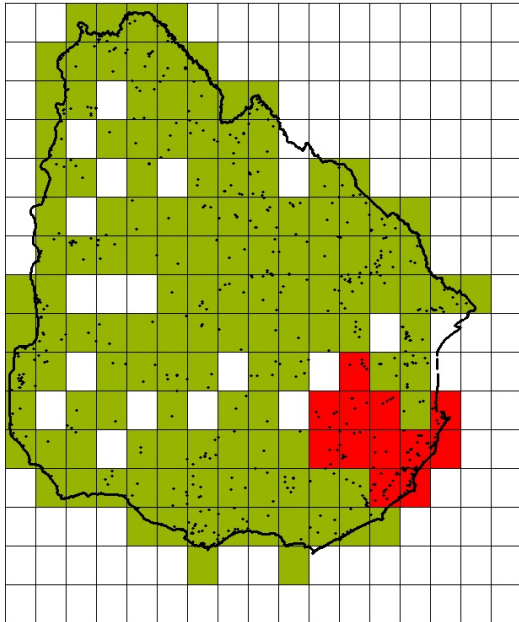
**Fig. 39** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área Nº 7, tamaño 4 cuadrículas, IE 2.375000

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 33 *Austrolebias\_reichertii*: 0.875000
- 49 *Cichlasoma\_portalegrensis*: 0.750000
- 72 *Geophagus\_brasiliensis*: 0.750000

Set 8 of 16 (size=12). Score=4.028274.



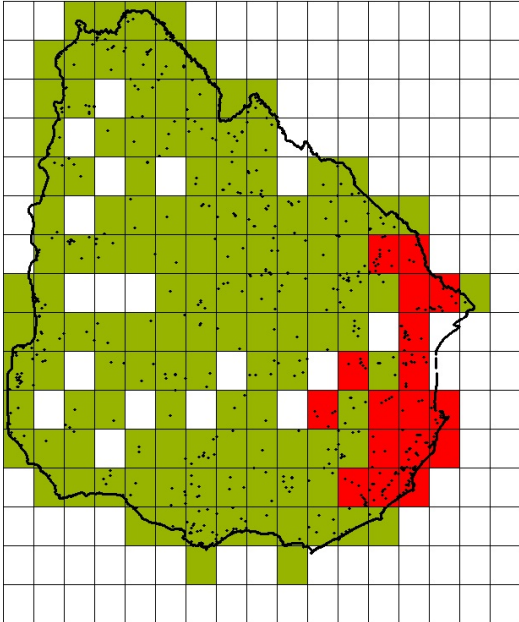
**Fig. 40** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 8, tamaño 12 cuadrículas, IE 4.028274

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.642857
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.791667
- 35 *Austrolebias\_viarius*: 0.666667
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.593750
- 88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.666667
- 135 *Otothyris\_rostrata*: 0.666667

Set 9 of 16 (size=17). Score=3.518534.



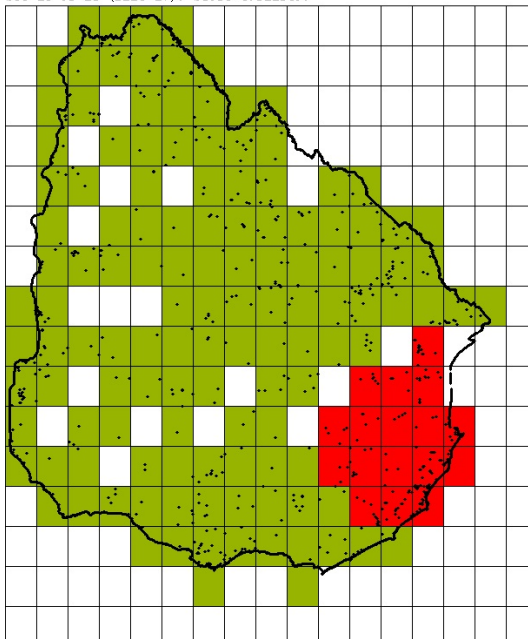
**Fig. 41** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 9, tamaño 17 cuadrículas, IE 3.518534

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.815789
- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.351351
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.823529
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.763158
- 134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.764706

Set 10 of 16 (size=17). Score=4.311549.



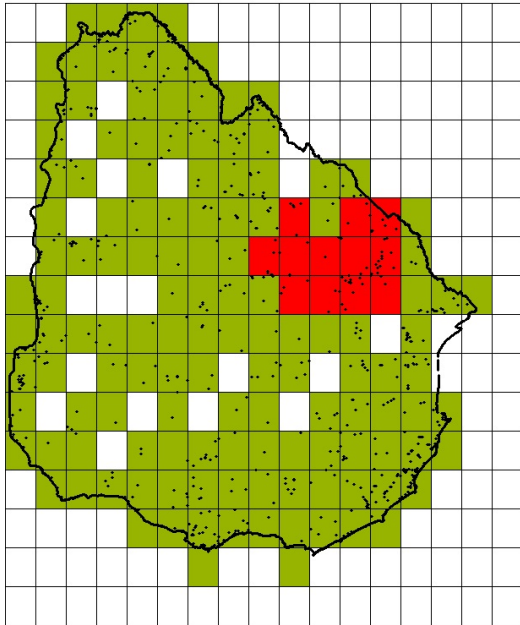
**Fig. 42** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 10, tamaño 17 cuadrículas, IE 4.311549

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.852941
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.647059
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.705882
- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.630435
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.764706
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.710526

Set 11 of 16 (size=12). Score=2.496528.



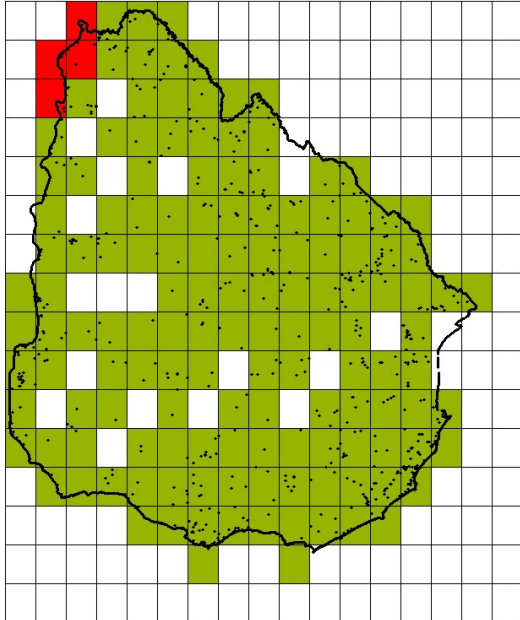
**Fig. 43** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 11, tamaño 12 cuadrículas, IE 2.496528

4 especies aportan al índice (sp/IE):

- 13 *Austrolebias\_aff.\_luteoflammulatus*: 0.666667
- 25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.611111
- 32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.531250
- 34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.687500

Set 12 of 16 (size=4). Score=2.083333.



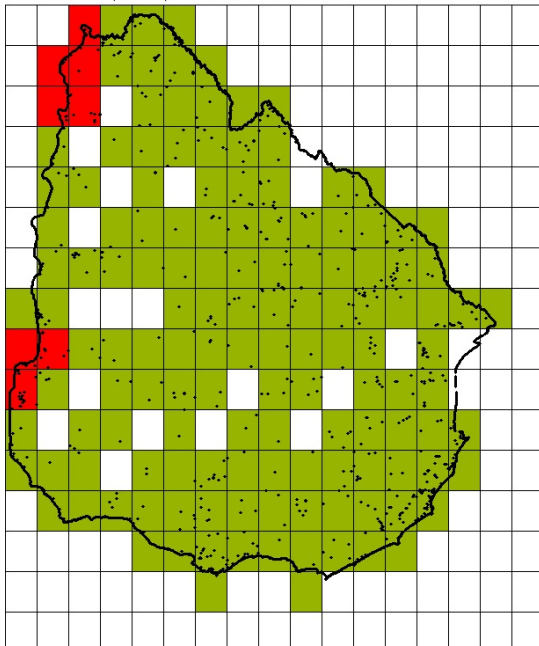
**Fig. 44** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 12, tamaño 4 cuadrículas, IE 2.083333

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 12 *Auchenipterus\_osteomystax*: 0.750000
- 51 *Corydoras\_hastatus*: 0.750000
- 75 *Gymnogeophagus\_balzani*: 0.583333

Set 13 of 16 (size=8). Score=2.212500.



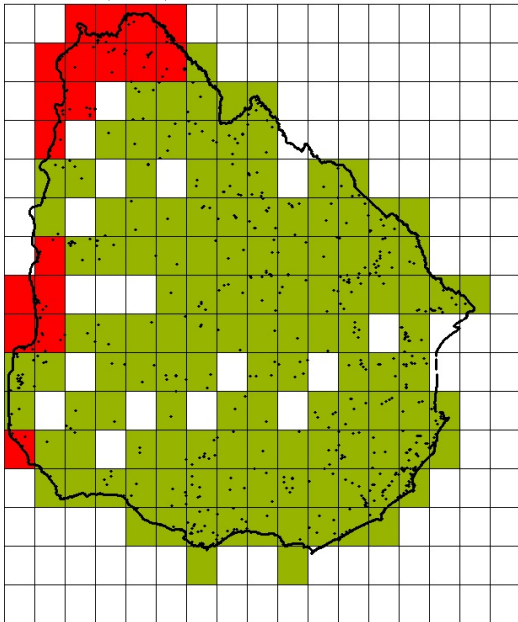
**Fig. 45** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 13, tamaño 8 cuadrículas, IE 2.212500

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 11 *Auchenipterus\_nigripinnis*: 0.750000
- 17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.812500
- 74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.650000

Set 14 of 16 (size=18). Score=2.350000.



**Fig. 46** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 14, tamaño 18 cuadrículas, IE 2.350000

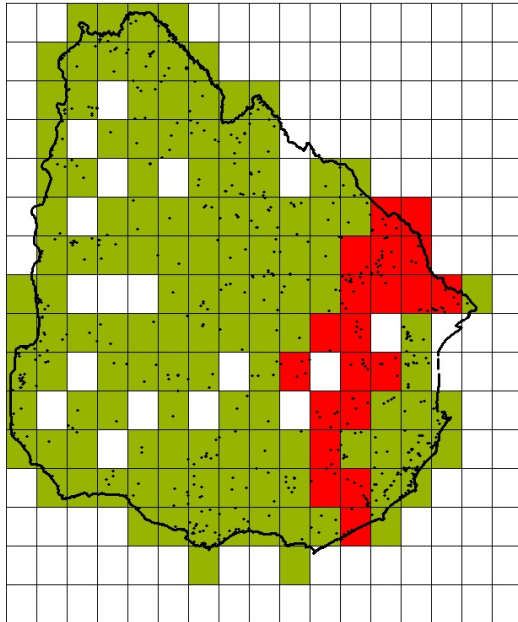
3 especies aportan al índice (sp/IE):

6 *Aphyocharax\_anisitsi*: 0.850000

60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.750000

131 *Odontostilbe\_pequira*: 0.750000

Set 15 of 16 (size=20). Score=5.051723.



**Fig. 47** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 035x035.

Área N° 15, tamaño 20 cuadrículas, IE 5.051723

7 especies aportan al índice (sp/IE):

3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.775000

45 *Characidium\_orientale*: 0.607143

56 *Crenicichla\_punctata*: 0.692308

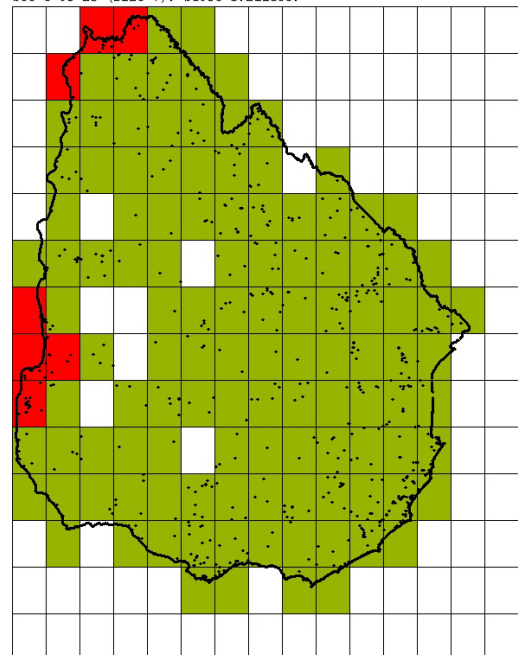
76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.727273

77 *Gymnogeophagus\_labiatum*: 0.750000

152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.725000

157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.775000

Set 0 of 25 (size=7). Score=3.211688.



**Fig. 48** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 0, tamaño 7 cuadrículas, IE 3.211688

5 especies aportan al índice (sp/IE):

17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.785714

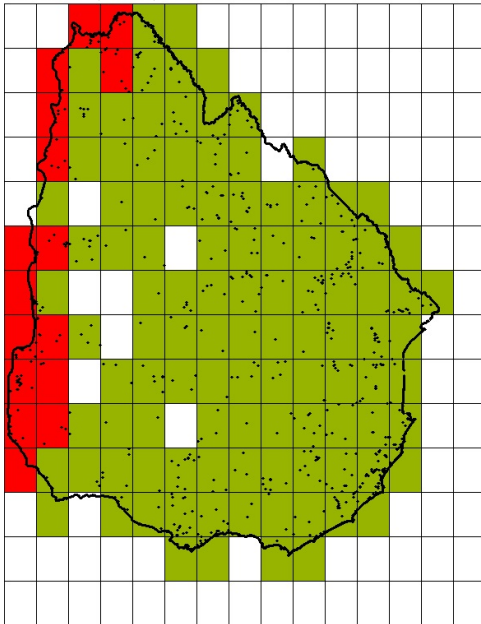
52 *Corydoras\_undulatus*: 0.785714

60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.400000

74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.454545

114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.785714

Set 1 of 25 (size=16). Score=3.513889.



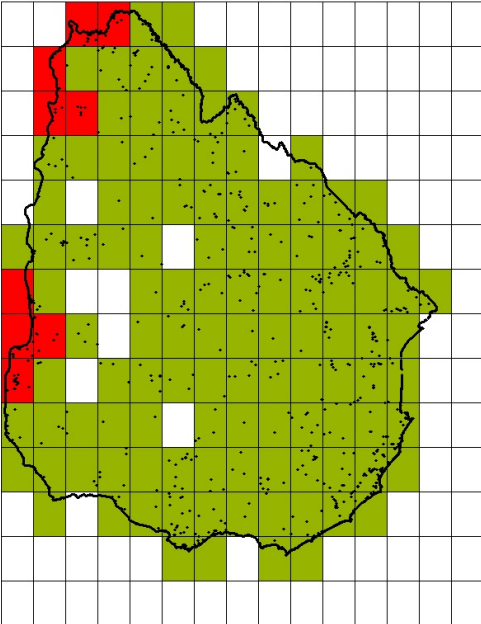
**Fig. 49** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 1, tamaño 16 cuadrículas, IE 3.513889

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 19 *Austrolebias\_bellottii*: 0.750000
- 60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.666667
- 95 *Hoplosternum\_littorale*: 0.656250
- 113 *Leporinus\_striatus*: 0.718750
- 131 *Odontostilbe\_pequira*: 0.722222

Set 2 of 25 (size=9). Score=2.828070.



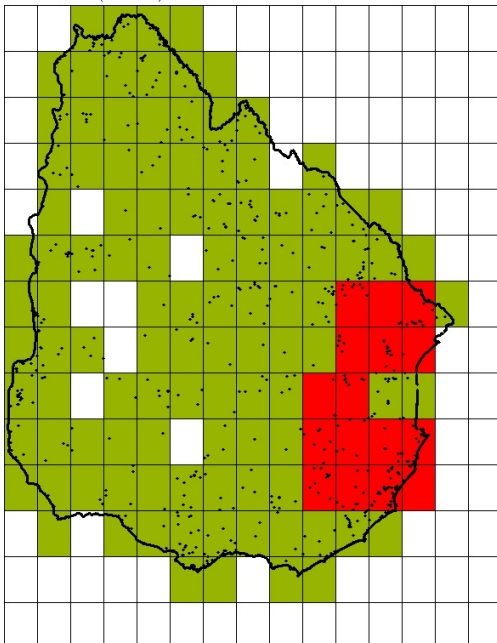
**Fig. 50** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 2, tamaño 9 cuadrículas, IE 2.828070

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.500000
- 74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.777778
- 113 *Leporinus\_striatus*: 0.433333
- 114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.722222
- 131 *Odontostilbe\_pequira*: 0.394737

Set 3 of 25 (size=16). Score=6.089836.



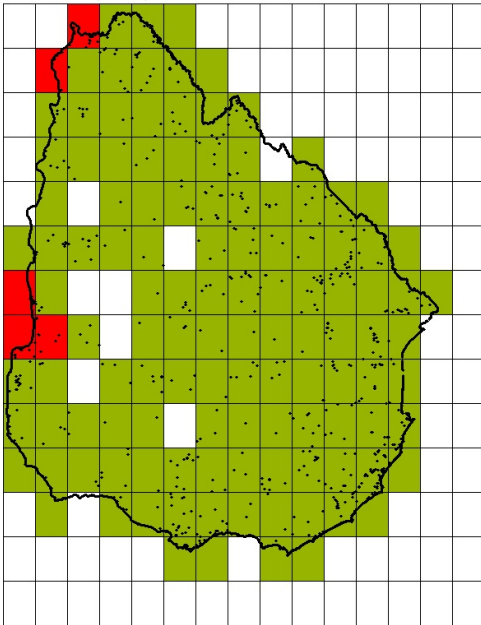
**Fig. 51** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 3, tamaño 16 cuadrículas, IE 6.089836

10 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.722222
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.656250
- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.545455
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.600000
- 93 *Hisonotus\_taimiensis*: 0.600000
- 107 *Jenynsia\_lineata*: 0.650000
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.590909
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.525000
- 134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.575000
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.625000

Set 4 of 25 (size=5). Score=3.047619.



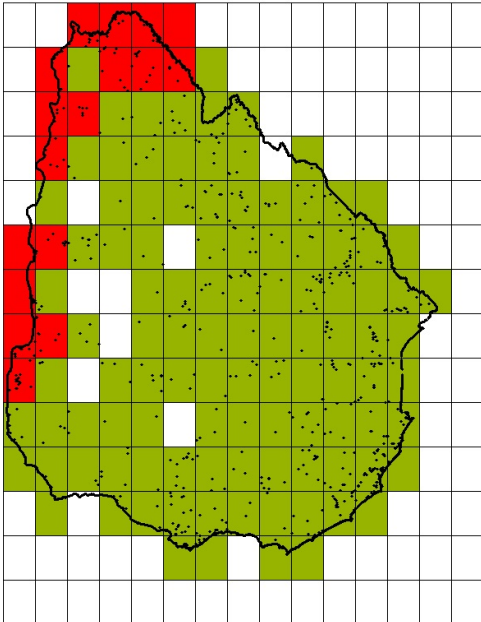
**Fig. 52** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 4, tamaño 5 cuadrículas, IE 3.047619

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.571429
- 52 *Corydoras\_undulatus*: 0.388889
- 71 *Galeocharax\_humeralis*: 0.571429
- 74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.444444
- 114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.571429
- 156 *Rineloricaria\_parva*: 0.500000

Set 5 of 25 (size=17). Score=3.435831.



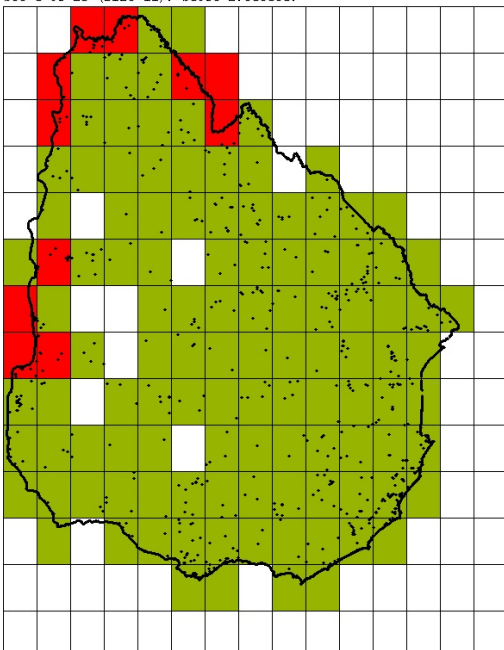
**Fig. 53** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 5, tamaño 17 cuadrículas, IE 3.435831

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 0 *Acestrorhynchus\_pantaneiro*: 0.794118
- 6 *Aphyocharax\_anisitsi*: 0.630435
- 60 *Cynopotamus\_argenteus*: 0.657895
- 131 *Odontostilbe\_pequira*: 0.710526
- 163 *Steindachnerina\_brevipinna*: 0.642857

Set 6 of 25 (size=11). Score=2.060606.



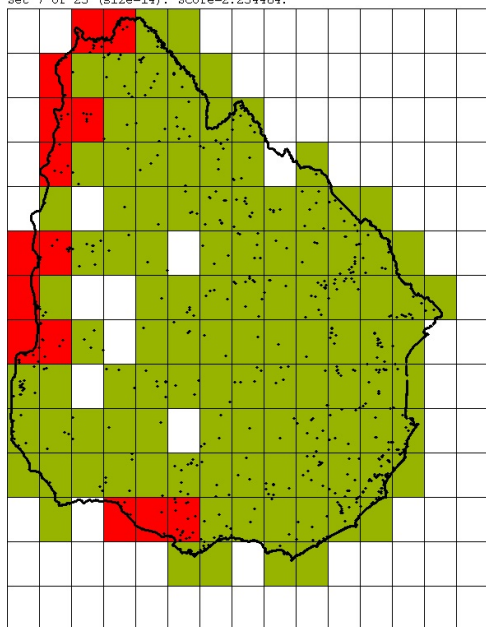
**Fig. 54** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 6, tamaño 11 cuadrículas, IE 2.060606

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 0 *Acestrorhynchus\_pantaneiro*: 0.633333
- 163 *Steindachnerina\_brevipinna*: 0.700000
- 165 *Trachelyopterus\_albicrux*: 0.727273

Set 7 of 25 (size=14). Score=2.254464.



**Fig. 55** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 7, tamaño 14 cuadrículas, IE 2.254464

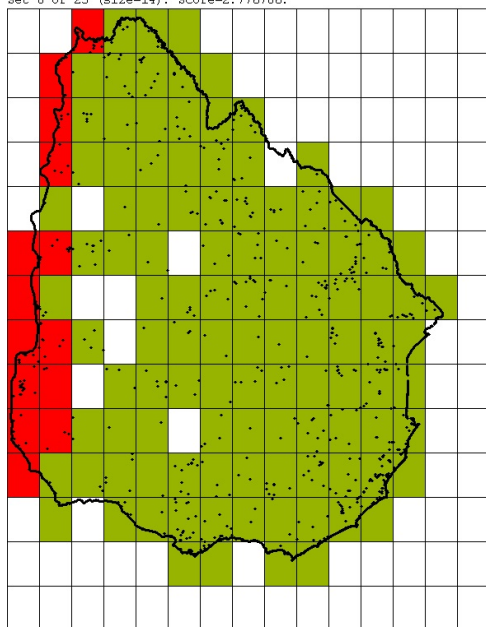
3 especies aportan al índice (sp/IE):

61 *Cyphocharax platanus*: 0.785714

158 *Salminus brasiliensis*: 0.656250

162 *Serrasalmus maculatus*: 0.812500

Set 8 of 25 (size=14). Score=2.776786.



**Fig. 56** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 8, tamaño 14 cuadrículas, IE 2.776786

4 especies aportan al índice (sp/IE):

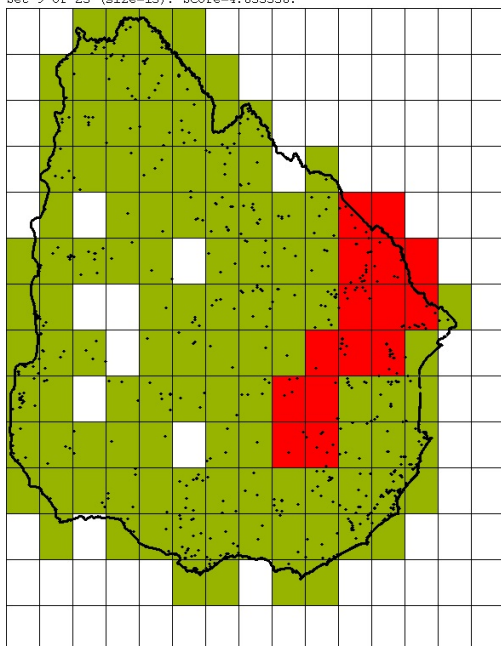
19 *Austrolebias bellottii*: 0.785714

95 *Hoplosternum littorale*: 0.562500

113 *Leporinus striatus*: 0.750000

150 *Pseudostegophilus maculatus*: 0.678571

Set 9 of 25 (size=15). Score=4.035530.



**Fig. 57** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 9, tamaño 15 cuadrículas, IE 4.035530

7 especies aportan al índice (sp/IE):

3 *Ancistrus multispinis*: 0.547619

66 *Diapoma speculiferum*: 0.595238

76 *Gymnogeophagus gymnogenys*: 0.500000

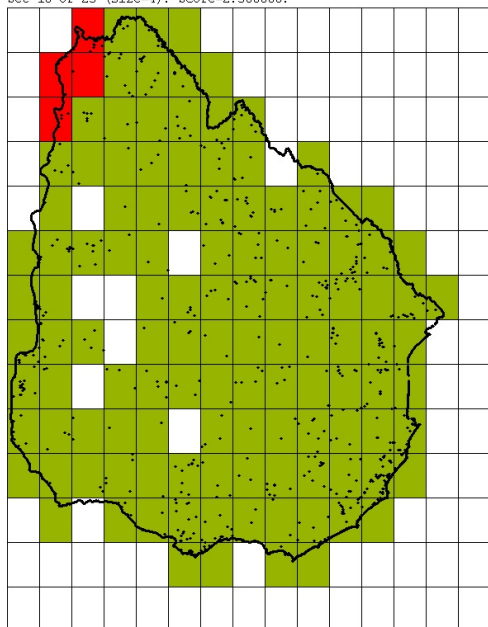
77 *Gymnogeophagus labiatus*: 0.500000

89 *Heterocheiroduon jacuhiensis*: 0.666667

91 *Hisonotus armatus*: 0.647059

152 *Rhamdella eriarcha*: 0.578947

Set 10 of 25 (size=4). Score=2.500000.



**Fig. 58** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 10, tamaño 4 cuadrículas, IE 2.500000

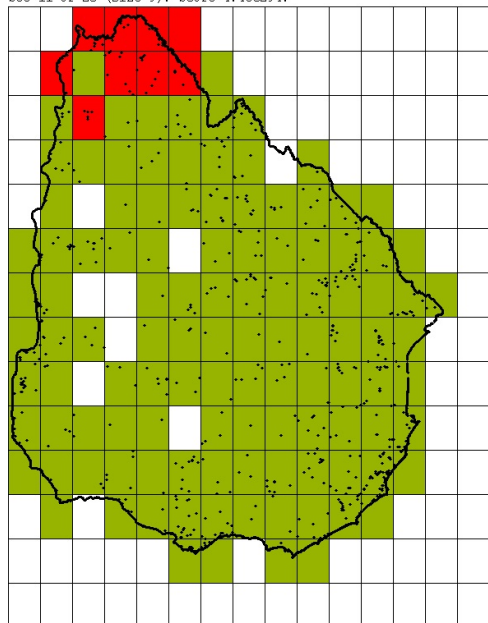
3 especies aportan al índice (sp/IE):

12 *Auchenipterus\_osteomystax*: 0.750000

51 *Corydoras\_hastatus*: 0.750000

75 *Gymnogeophagus\_balzani*: 1.000000

Set 11 of 25 (size=9). Score=4.406294.



**Fig. 59** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 11, tamaño 9 cuadrículas, IE 4.406294

7 especies aportan al índice (sp/IE):

73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.615385

80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.533333

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.590909

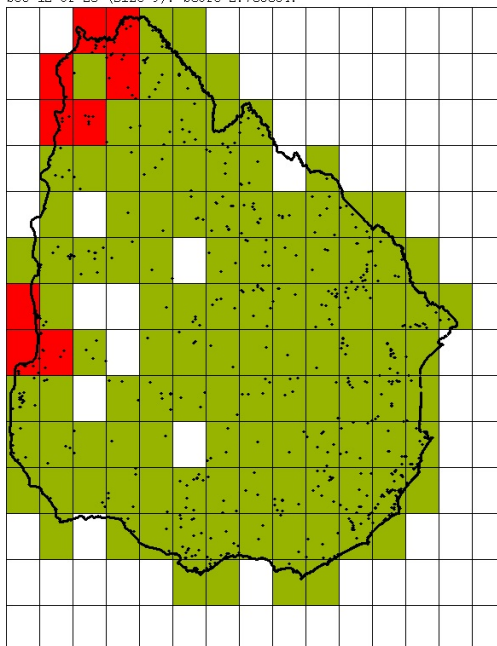
97 *Hyphessobrycon\_eques*: 0.500000

111 *Leporinus\_lacustris*: 0.666667

124 *Moenkhausia\_dichroura*: 0.833333

160 *Schizodon\_nasutus*: 0.666667

Set 12 of 25 (size=9). Score=2.760684.



**Fig. 60** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 12, tamaño 9 cuadrículas, IE 2.760684

4 especies aportan al índice (sp/IE):

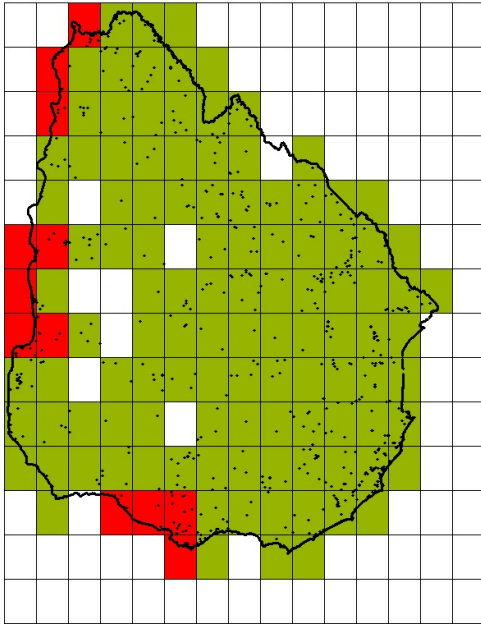
7 *Apistogramma\_commbrae*: 0.538462

71 *Galeocharax\_humeralis*: 0.722222

74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.777778

114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.722222

Set 13 of 25 (size=12). Score=2.345238.



**Fig. 61** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 13, tamaño 12 cuadrículas, IE 2.345238

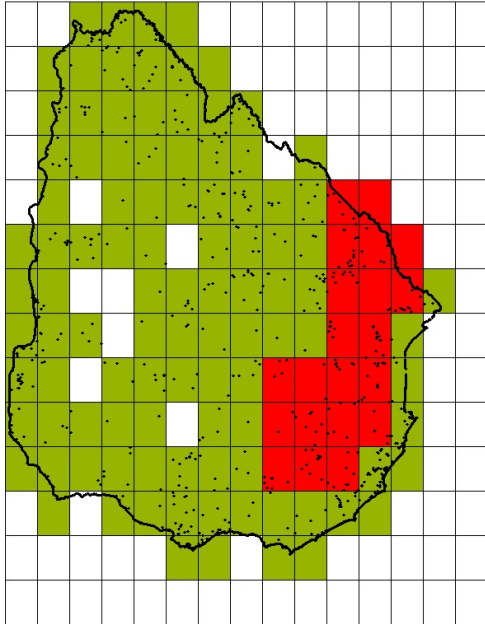
3 especies aportan al índice (sp/IE):

61 *Cyphocharax platanus*: 0.833333

119 *Luciopimelodus pati*: 0.833333

158 *Salminus brasiliensis*: 0.678571

Set 14 of 25 (size=21). Score=7.247984.



**Fig. 62** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 14, tamaño 21 cuadrículas, IE 7.247984

11 especies aportan al índice (sp/IE):

3 *Ancistrus multispinis*: 0.673913

45 *Characidium orientale*: 0.680000

56 *Crenicichla punctata*: 0.891304

66 *Diapoma speculiferum*: 0.640000

76 *Gymnogeophagus gymnogenys*: 0.857143

77 *Gymnogeophagus labiatus*: 0.760870

91 *Hisonotus armatus*: 0.690476

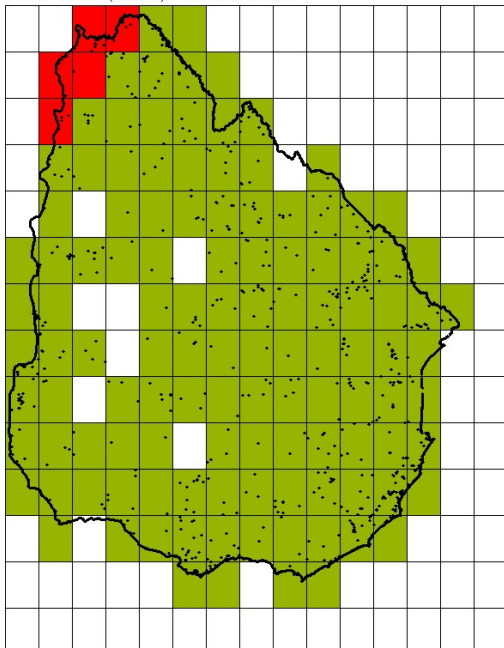
107 *Jenynsia lineata*: 0.500000

123 *Mimagoniates inequalis*: 0.517241

134 *Otocinclus flexilis*: 0.500000

157 *Rineloricaria strigilata*: 0.537037

Set 15 of 25 (size=5). Score=2.100000.



**Fig. 63** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 15, tamaño 5 cuadrículas, IE 2.100000

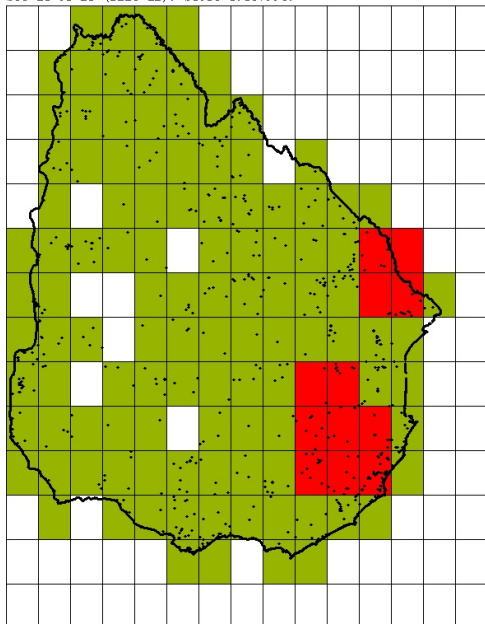
3 especies aportan al índice (sp/IE):

51 *Corydoras hastatus*: 0.700000

75 *Gymnogeophagus balzani*: 0.900000

111 *Leporinus lacustris*: 0.500000

Set 16 of 25 (size=12). Score=6.687994.



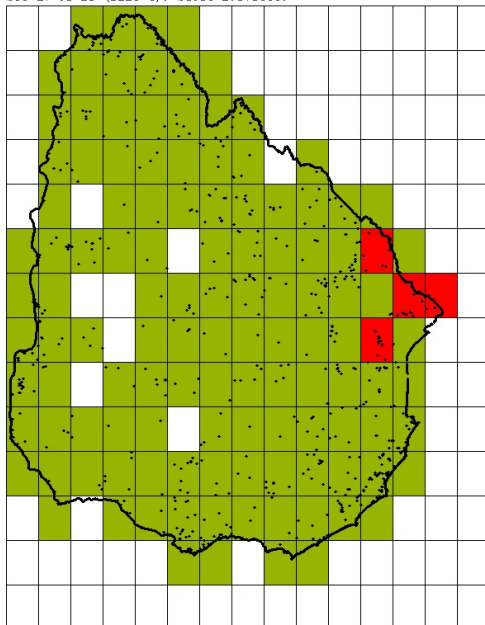
**Fig. 64** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 16, tamaño 12 cuadrículas, IE 6.687994

16 especies aportan al índice (sp/IE):

- 3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.354167
- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.409091
- 43 *Bunocephalus\_erondine*: 0.571429
- 45 *Characidium\_orientale*: 0.300000
- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.359375
- 59 *Cynopocilus\_melanotaenia*: 0.386364
- 66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.303571
- 76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.384615
- 77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.384615
- 86 *Hemiancistrus\_punctulatus*: 0.583333
- 93 *Hisonotus\_taimiensis*: 0.450000
- 107 *Jenynsia\_lineata*: 0.375000
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.395833
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.531250
- 134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.363636
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.535714

Set 17 of 25 (size=4). Score=2.375000.



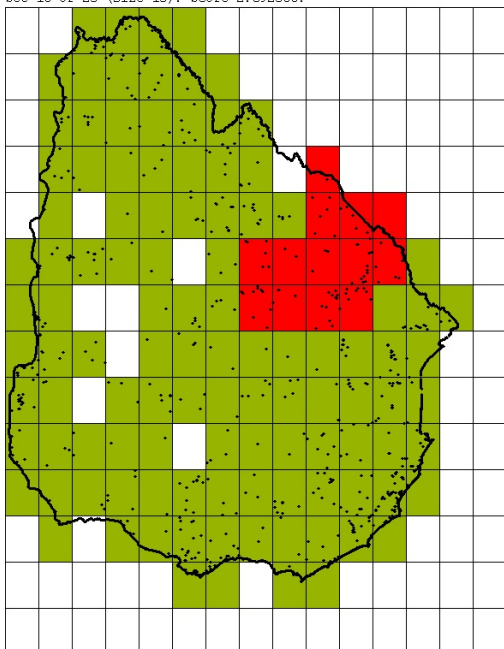
**Fig. 65** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 17, tamaño 4 cuadrículas, IE 2.375000

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 33 *Austrolebias\_reichertii*: 0.875000
- 49 *Cichlasoma\_portalegrensis*: 0.750000
- 72 *Geophagus\_brasiliensis*: 0.750000

Set 18 of 25 (size=13). Score=2.692308.



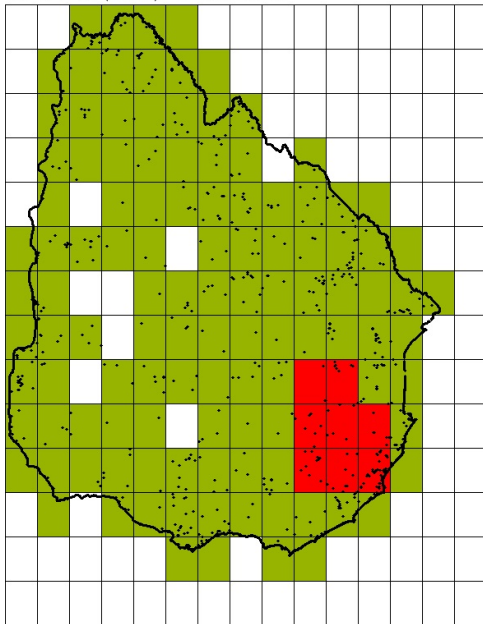
**Fig. 66** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 18, tamaño 13 cuadrículas, IE 2.692308

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 25 *Austrolebias\_juanlangi*: 1.000000
- 32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.807692
- 34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.884615

Set 19 of 25 (size=8). Score=5.489583.



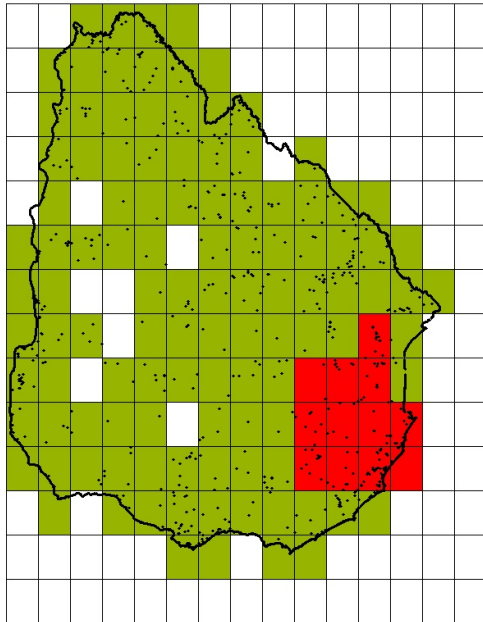
**Fig. 67** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 19, tamaño 8 cuadrículas, IE 5.489583

9 especies aportan al índice (sp/IE):

- 15 *Austrolebias\_aff.\_quirogai*: 0.625000
- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.468750
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.600000
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.937500
- 30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.600000
- 35 *Austrolebias\_viarius*: 0.416667
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.541667
- 88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.550000
- 135 *Otothyris\_rostrata*: 0.750000

Set 20 of 25 (size=12). Score=4.966270.



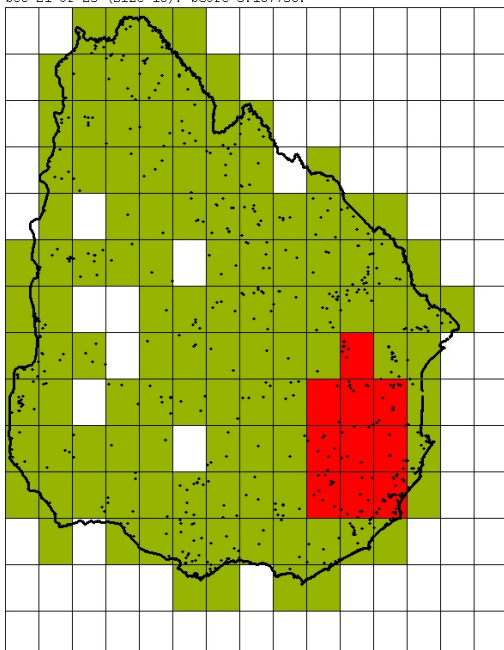
**Fig. 68** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 20, tamaño 12 cuadrículas, IE 4.966270

7 especies aportan al índice (sp/IE):

- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.958333
- 21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.708333
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.791667
- 26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.555556
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.791667
- 59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.625000
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.535714

Set 21 of 25 (size=10). Score=3.107738.



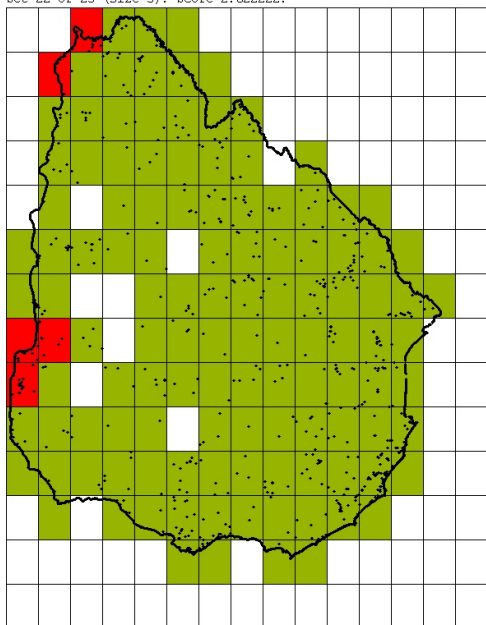
**Fig. 69** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 21, tamaño 10 cuadrículas, IE 3.107738

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 15 *Austrolebias\_aff.\_quirogai*: 0.600000
- 20 *Austrolebias\_charrua*: 0.562500
- 24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.850000
- 36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.666667
- 145 *Pimelodus\_pintado*: 0.428571

Set 22 of 25 (size=5). Score=2.622222.



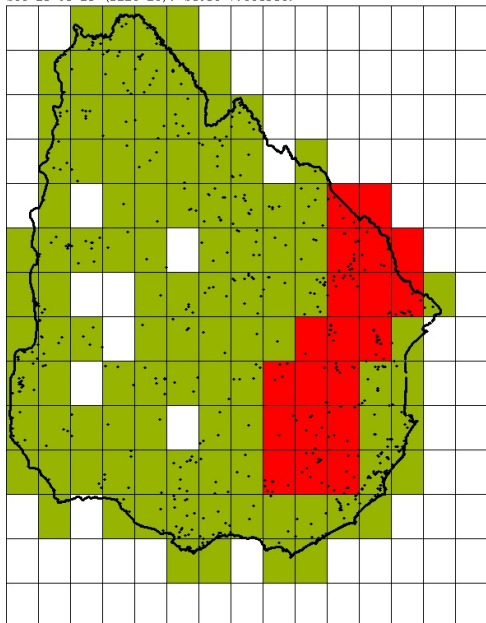
**Fig. 70** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 22, tamaño 5 cuadrículas, IE 2.622222

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 11 *Auchenipterus\_nigripinnis*: 0.500000
- 17 *Austrolebias\_alexandri*: 0.900000
- 52 *Corydoras\_undulatus*: 0.388889
- 74 *Gymnogeophagus\_australis*: 0.444444
- 114 *Leptoplosternum\_pectorale*: 0.388889

Set 23 of 25 (size=20). Score=7.086364.



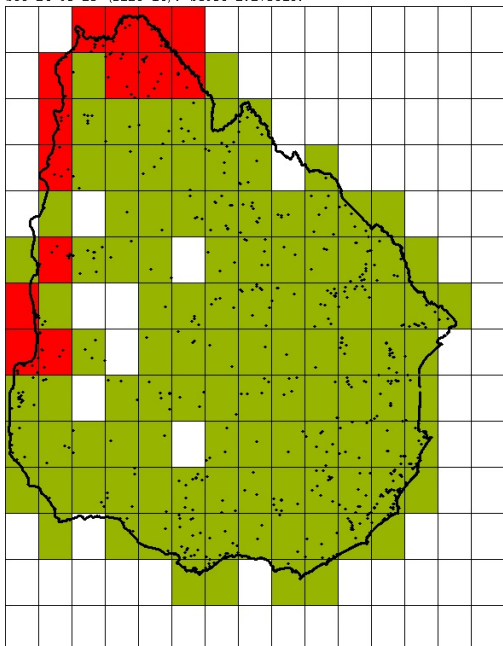
**Fig. 71** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 23, tamaño 20 cuadrículas, IE 7.086364

10 especies aportan al índice (sp/IE):

- 3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.775000
- 45 *Characidium\_orientale*: 0.687500
- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.812500
- 66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.645833
- 76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.772727
- 77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.772727
- 91 *Hisonotus\_armatus*: 0.700000
- 132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.590909
- 152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.725000
- 157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.604167

Set 24 of 25 (size=14). Score=2.273810.



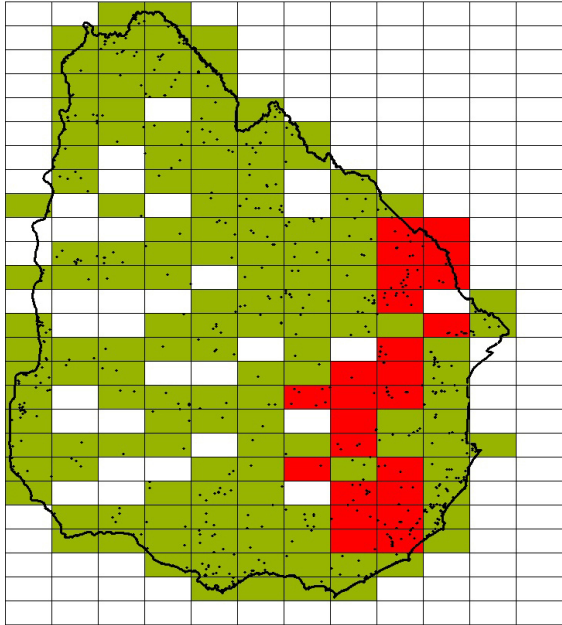
**Fig. 72** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 040x040.

Área N° 24, tamaño 14 cuadrículas, IE 2.273810

3 especies aportan al índice (sp/IE):

- 0 *Acestrorhynchus\_pantaneiro*: 0.857143
- 7 *Apistogramma\_commbrae*: 0.750000
- 163 *Steindachnerina\_brevipinna*: 0.666667

Set 0 of 9 (size=24). Score=4.764114.



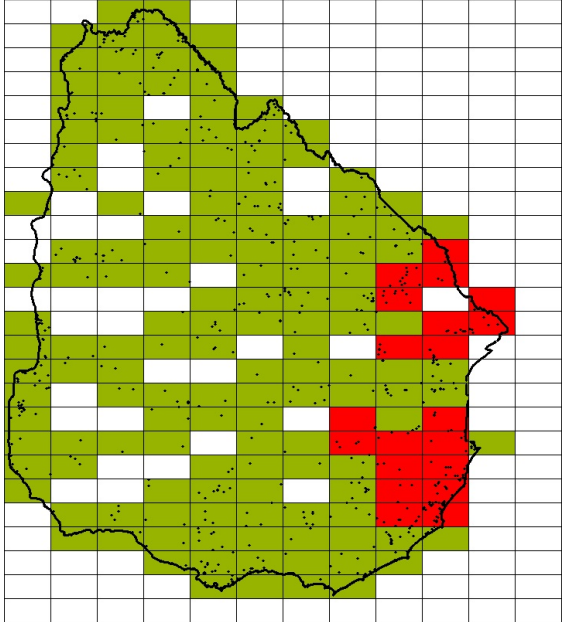
**Fig. 73** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 0, tamaño 24 cuadrículas, IE 4.764114

7 especies aportan al índice (sp/IE):

- 3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.653846
- 45 *Characidium\_orientale*: 0.696429
- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.716667
- 76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.578125
- 77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.660714
- 152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.708333
- 157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.750000

Set 1 of 9 (size=20). Score=3.810440.



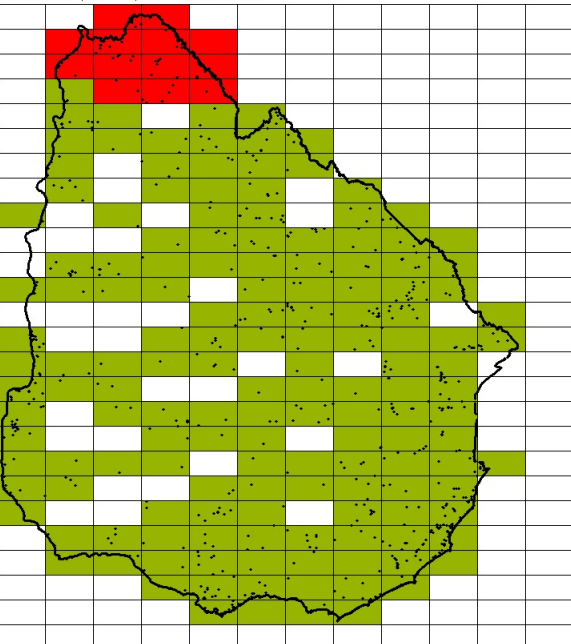
**Fig. 74** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 1, tamaño 20 cuadrículas, IE 3.810440

6 especies aportan al índice (sp/IE):

- 56 *Crenicichla\_punctata*: 0.400000
- 76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.589286
- 93 *Hisonotus\_taimiensis*: 0.775000
- 107 *Jenynsia\_lineata*: 0.596154
- 123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.750000
- 134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.700000

Set 2 of 9 (size=13). Score=3.533333.



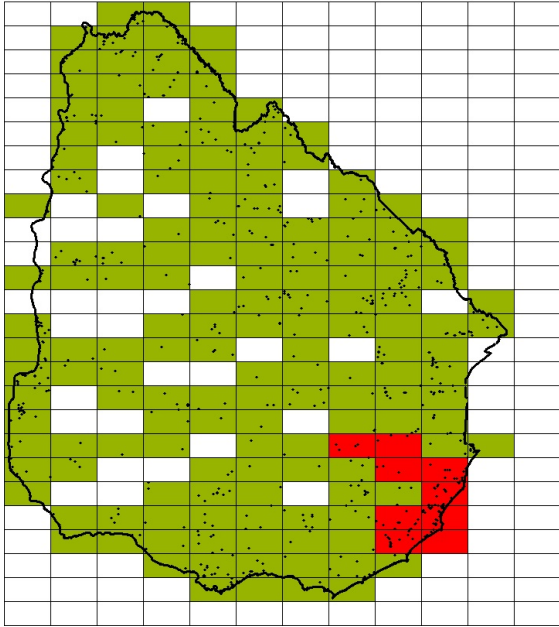
**Fig. 75** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 2, tamaño 13 cuadrículas, IE 3.533333

5 especies aportan al índice (sp/IE):

- 73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.733333
- 80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.800000
- 92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.692308
- 111 *Leporinus\_lacustris*: 0.653846
- 160 *Schizodon\_nasutus*: 0.653846

Set 3 of 9 (size=9). Score=2.436364.



**Fig. 76** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 3, tamaño 9 cuadrículas, IE 2.436364

4 especies aportan al índice (sp/IE):

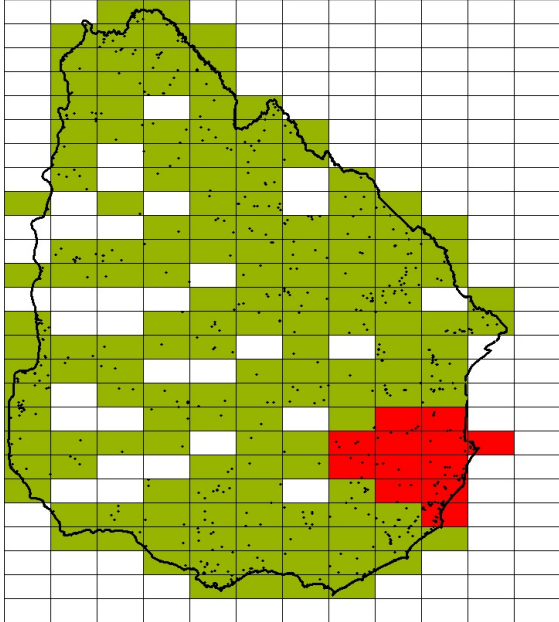
30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.466667

35 *Austrolebias\_varius*: 0.833333

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.590909

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.545455

Set 4 of 9 (size=12). Score=3.047619.



**Fig. 77** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 4, tamaño 12 cuadrículas, IE 3.047619

5 especies aportan al índice (sp/IE):

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.562500

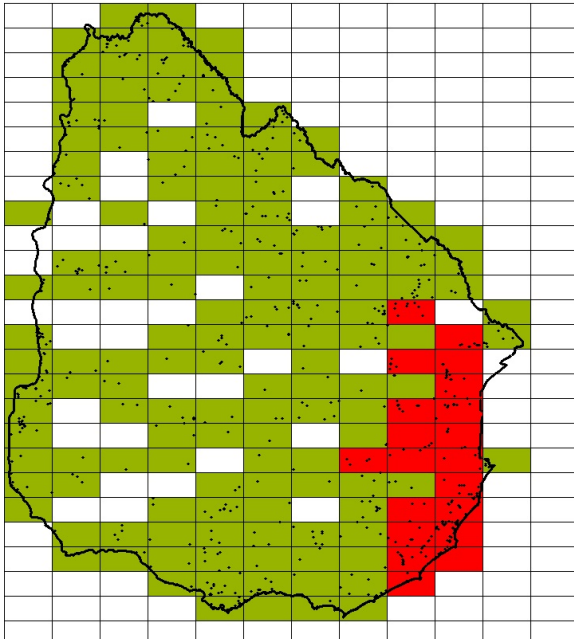
30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.678571

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.562500

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.708333

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.535714

Set 5 of 9 (size=20). Score=2.425000.



**Fig. 78** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 5, tamaño 20 cuadrículas, IE 2.425000

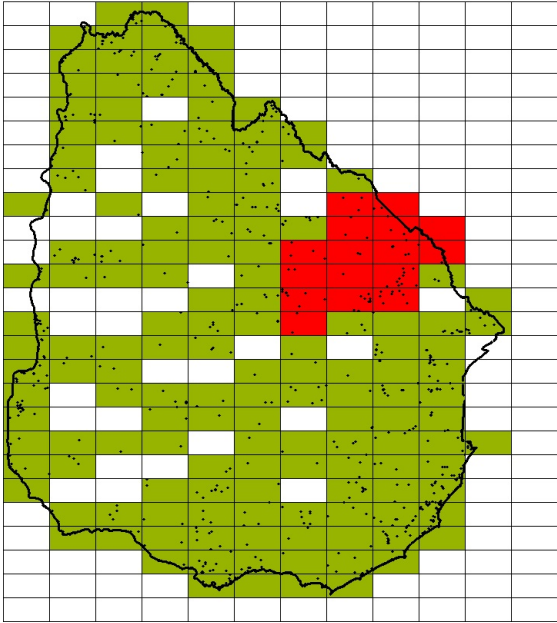
3 especies aportan al índice (sp/IE):

26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.875000

59 *Cynopocilus\_melanotaenia*: 0.800000

123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.750000

Set 6 of 9 (size=16). Score=2.427083.



**Fig. 79** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 6, tamaño 16 cuadrículas, IE 2.427083

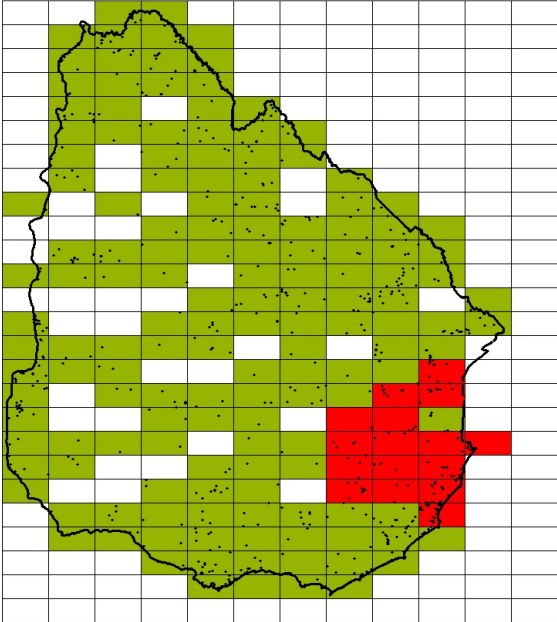
3 especies aportan al índice (sp/IE):

25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.833333

32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.781250

34 *Austrolebias\_vazferreirai*: 0.812500

Set 7 of 9 (size=16). Score=2.861111.



**Fig. 80** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 7, tamaño 16 cuadrículas, IE 2.861111

4 especies aportan al índice (sp/IE):

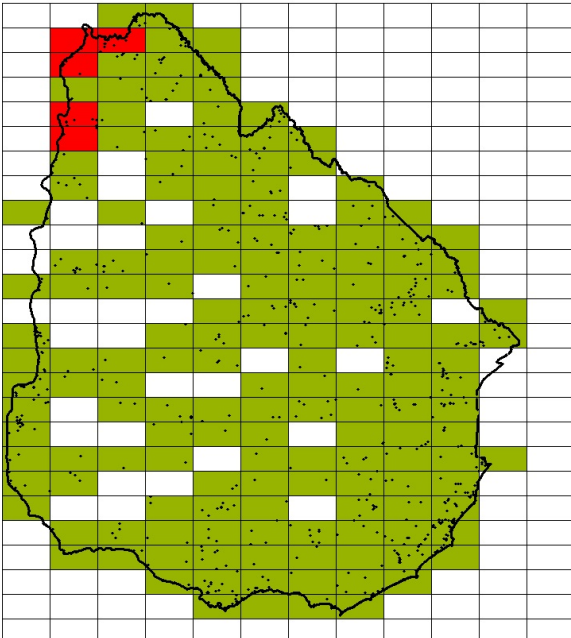
20 *Austrolebias\_charrua*: 0.833333

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.638889

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.750000

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.638889

Set 8 of 9 (size=5). Score=2.000000.



**Fig. 81** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x050.

Área N° 8, tamaño 5 cuadrículas, IE 2.000000

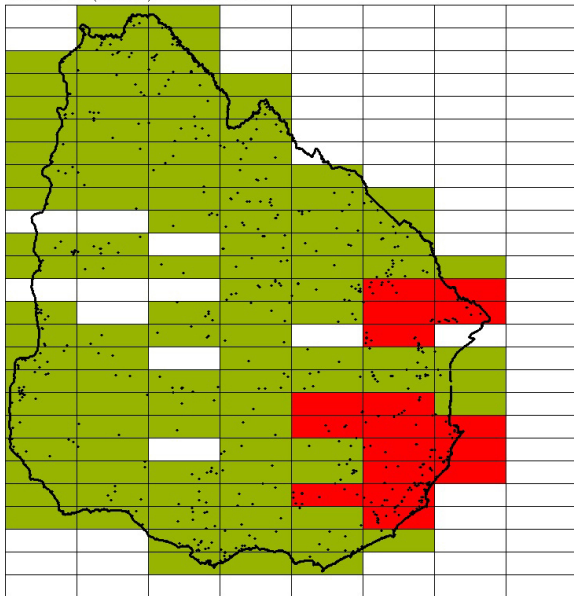
3 especies aportan al índice (sp/IE):

12 *Auchenipterus\_osteomystax*: 0.700000

75 *Gymnogeophagus\_balzani*: 0.800000

97 *Hyphessobrycon\_eques*: 0.500000

Set 0 of 10 (size=17). Score=3.963005.



**Fig. 82** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 0, tamaño 17 cuadrículas, IE 3.963005

6 especies aportan al índice (sp/IE):

26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.608696

59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.666667

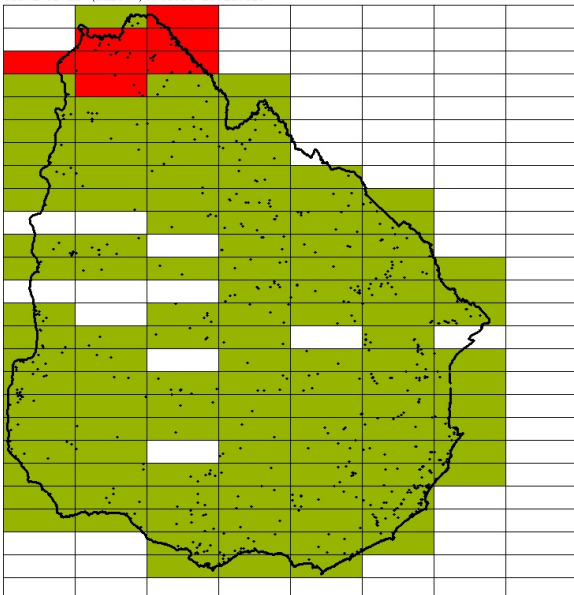
93 *Hisonotus\_taimiensis*: 0.657895

107 *Jenynsia\_lineata*: 0.608696

123 *Mimagoniates\_inequalis*: 0.736842

134 *Otocinclus\_flexilis*: 0.684211

Set 1 of 10 (size=7). Score=2.828782.



**Fig. 83** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 1, tamaño 7 cuadrículas, IE 2.828782

5 especies aportan al índice (sp/IE):

51 *Corydoras\_hastatus*: 0.642857

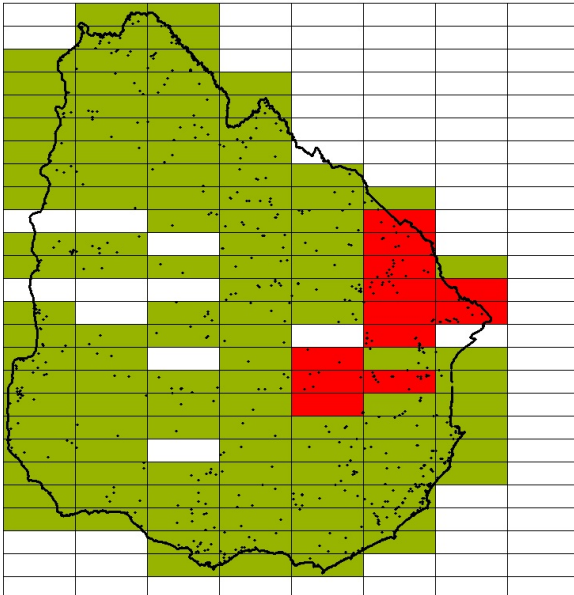
73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.461538

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.454545

111 *Leporinus\_lacustris*: 0.714286

160 *Schizodon\_nasutus*: 0.555556

Set 2 of 10 (size=12). Score=2.005952.



**Fig. 84** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 2, tamaño 12 cuadrículas, IE 2.005952

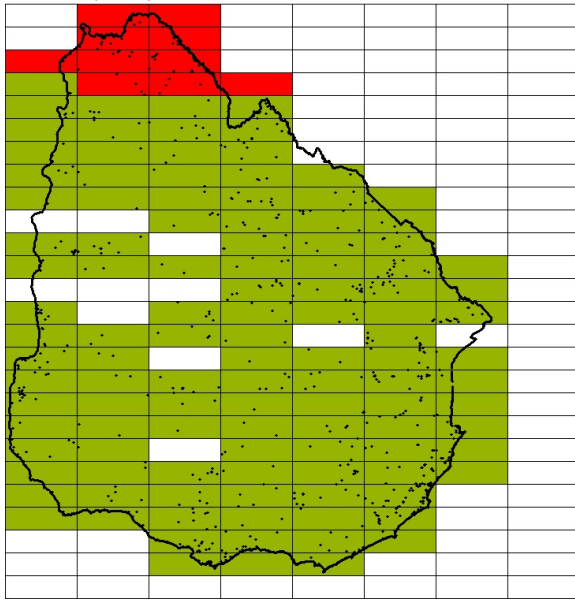
3 especies aportan al índice (sp/IE):

66 *Diapoma\_speculiferum*: 0.583333

89 *Heterocheirodon\_jacuhiensis*: 0.708333

91 *Hisonotus\_armatus*: 0.714286

Set 3 of 10 (size=10). Score=3.486905.



**Fig. 85** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 3, tamaño 10 cuadrículas, IE 3.486905

5 especies aportan al índice (sp/IE):

73 *Gymnogeophagus\_aff.\_setequedas*: 0.708333

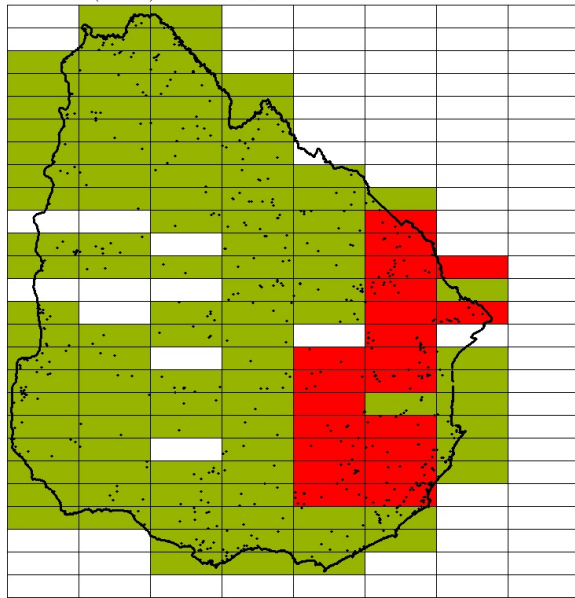
80 *Gymnogeophagus\_pseudolabiatus*: 0.678571

92 *Hisonotus\_ringueleti*: 0.750000

111 *Leporinus\_lacustris*: 0.650000

160 *Schizodon\_nasutus*: 0.700000

Set 4 of 10 (size=21). Score=6.166253.



**Fig. 86** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 4, tamaño 21 cuadrículas, IE 6.166253

8 especies aportan al índice (sp/IE):

3 *Ancistrus\_multispinis*: 0.761905

45 *Characidium\_orientale*: 0.857143

56 *Crenicichla\_punctata*: 0.952381

76 *Gymnogeophagus\_gymnogenys*: 0.804348

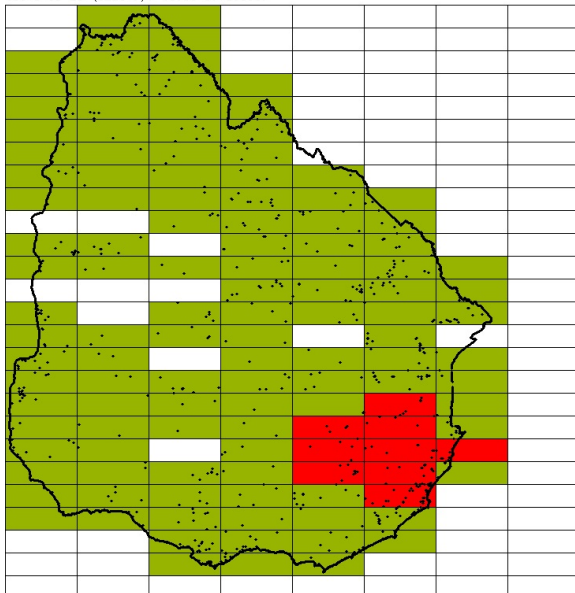
77 *Gymnogeophagus\_labiatus*: 0.833333

132 *Oligosarcus\_robustus*: 0.642857

152 *Rhamdella\_eriarcha*: 0.714286

157 *Rineloricaria\_strigilata*: 0.600000

Set 5 of 10 (size=9). Score=3.760684.



**Fig. 87** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 5, tamaño 9 cuadrículas, IE 3.760684

6 especies aportan al índice (sp/IE):

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.681818

30 *Austrolebias\_prognathus*: 0.681818

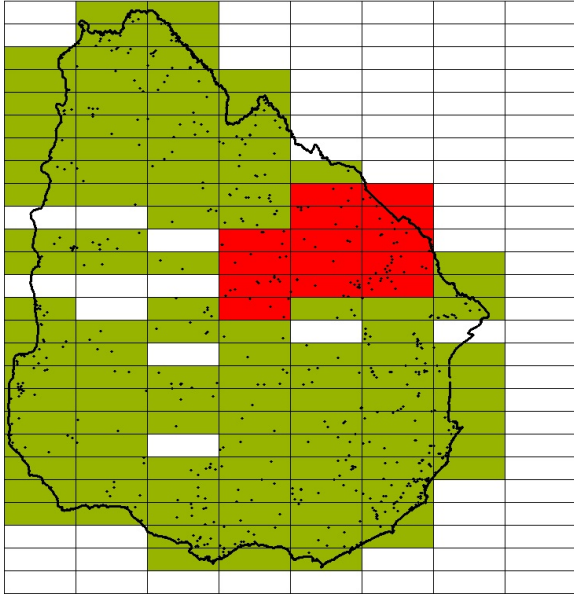
35 *Austrolebias\_viarius*: 0.545455

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.538462

88 *Heptapterus\_sympterigium*: 0.590909

135 *Otothyris\_rostrata*: 0.722222

Set 6 of 10 (size=14). Score=2.383929.



**Fig. 88** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 6, tamaño 14 cuadrículas, IE 2.383929

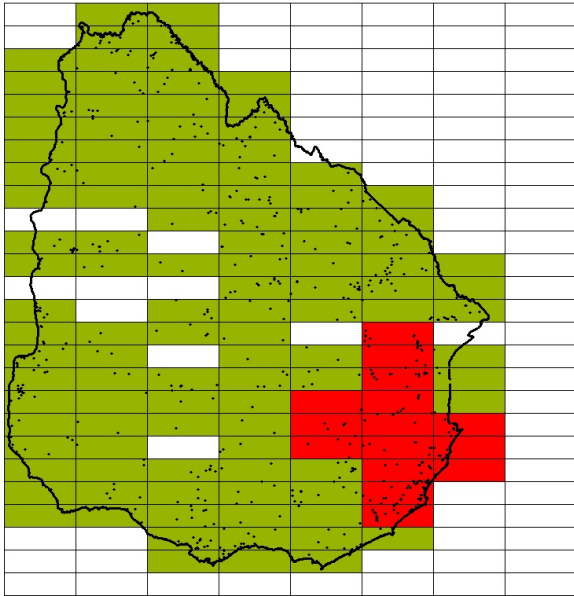
3 especies aportan al índice (sp/IE):

25 *Austrolebias\_juanlangi*: 0.812500

32 *Austrolebias\_quirogai*: 0.750000

34 *Austrolebias\_yazferreirai*: 0.821429

Set 7 of 10 (size=15). Score=3.137977.



**Fig. 89** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 7, tamaño 15 cuadrículas, IE 3.137977

4 especies aportan al índice (sp/IE):

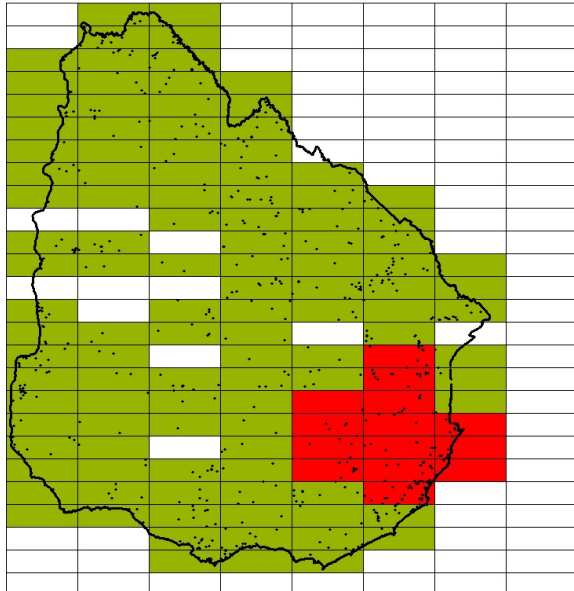
20 *Austrolebias\_charrua*: 0.900000

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.733333

26 *Austrolebias\_luteoflammulatus*: 0.710526

59 *Cynopoecilus\_melanotaenia*: 0.794118

Set 8 of 10 (size=14). Score=3.053571.



**Fig. 90** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 8, tamaño 14 cuadrículas, IE 3.053571

4 especies aportan al índice (sp/IE):

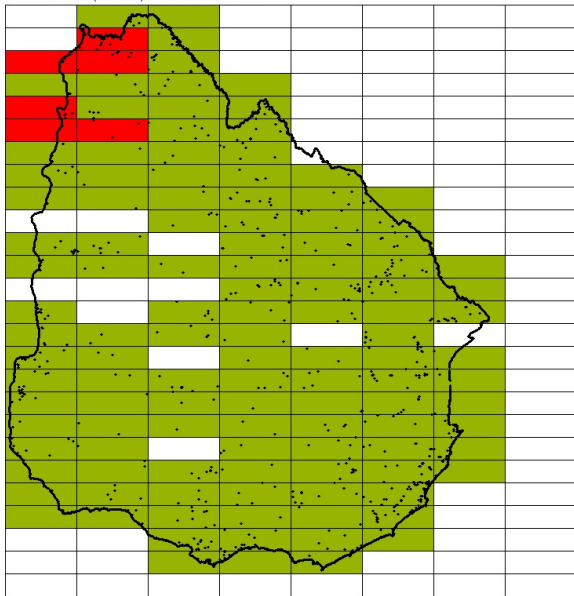
20 *Austrolebias\_charrua*: 0.928571

21 *Austrolebias\_cheradophilus*: 0.625000

24 *Austrolebias\_gymnoventris*: 0.750000

36 *Austrolebias\_wolterstorffi*: 0.750000

set 9 of 10 (size=6). Score=2.285714.



**Fig. 91** Análisis AE. VNDM, Cuadrícula 020x080.

Área N° 9, tamaño 6 cuadrículas, IE 2.285714

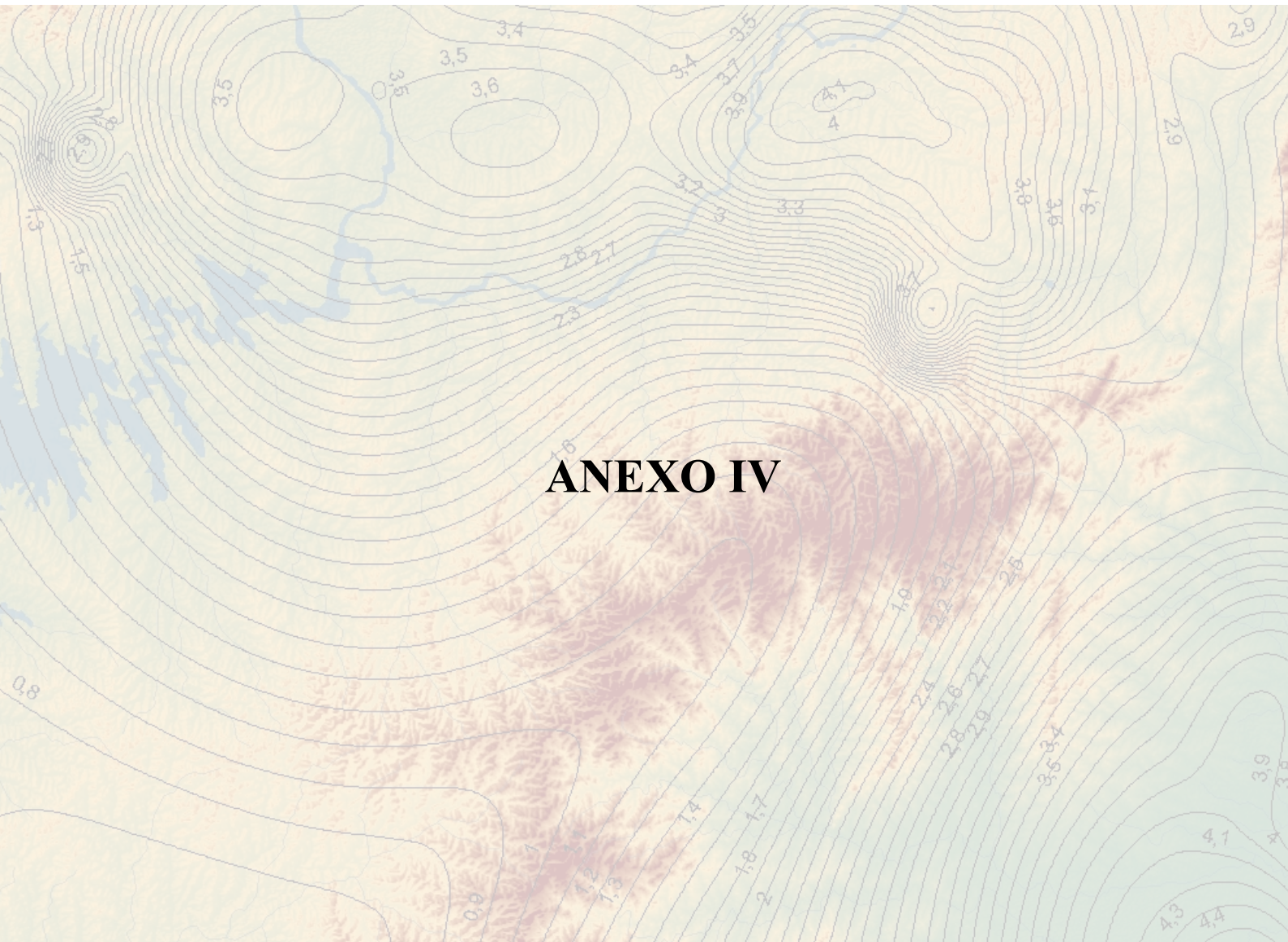
4 especies aportan al índice (sp/IE):

12 *Auchenipterus\_osteomystax*: 0.666667

75 *Gymnogeophagus\_balzani*: 0.833333

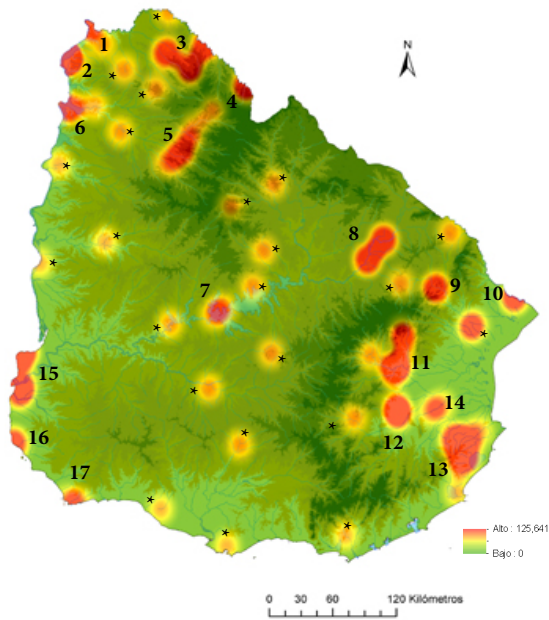
97 *Hyphessobrycon\_eques*: 0.500000

124 *Moenkhausia\_dichroua*: 0.285714



## ANEXO IV

**Fig. 1. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 1 (0 < 22 Km).**

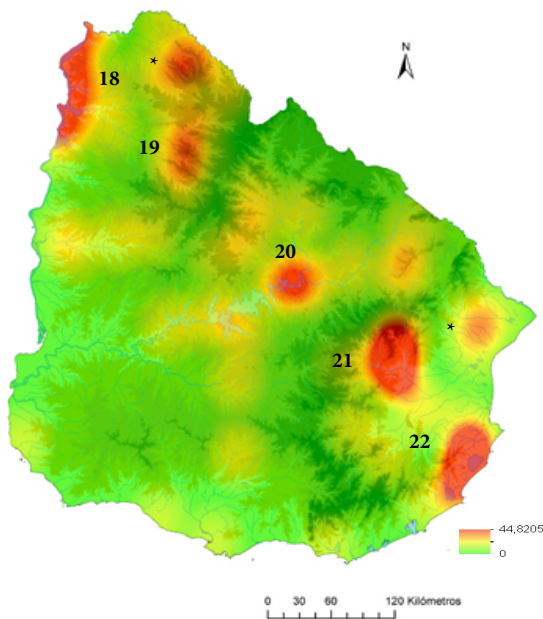


Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

- AE Nº 1: *Diapoma alegretensis*, *Corydoras aeneus*, *Leporinus lacustris*.  
AE Nº 2: *Auchenipterus osteomystax*, *Brochiloricaria chauliodon*, *Corydoras hastatus*, *Galeocharax humeralis*, *Gymnogeophagus balzani*, *Pimelodus absconditus*, *Trachelyopterus albicrux*.  
AE Nº 3: *Austrolebias periodicus*, *Gymnogeophagus aff. setequedas*, *Gymnogeophagus pseudolabiatus*, *Hisonotus ringueleti*, *Microglanis eurystoma*, *Moenkhausia dichroua*.  
AE Nº 4: *Crenicichla tendybaguassu*, *Leporinus amae*.  
AE Nº 5: *Crenicichla minuano*, *Crenicichla missioneira*, *Diapoma uruguayensis*, *Gymnogeophagus sp.*  
AE Nº 6: *Auchenipterus nigripinnis*, *Hoplosternum littorale*.  
AE Nº 7: *Hypostomus uruguayensis*, *Odontesthes humensis*.  
AE Nº 8: *Austrolebias arachan*, *Austrolebias juanlangi*, *Austrolebias vazferreirai*, *Loricaria simillima*.  
AE Nº 9: *Heterocheiroidon jacuhiensis*, *Hisonotus armatus*.  
AE Nº 10: *Geophagus brasiliensis*, *Odontesthes mirinensis*.  
AE Nº 11: *Characidium orientale*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Rhamdella eriarcha*.  
AE Nº 12: *Ancistrus multispinis*, *Austrolebias aff. quirogai*, *Austrolebias gymnoventris*.  
AE Nº 13: *Austrolebias charrua*, *Austrolebias cheradophilus*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Cynopoecilus melanotaenia*, *Heptapterus sympterigium*, *Mimagoniates inequalis*, *Otocinclus flexilis*.  
AE Nº 14: *Austrolebias wolterstorffi*, *Hyphessobrycon boulengeri*.  
AE Nº 15: *Austrolebias bellottii*, *Austrolebias elongatus*, *Austrolebias nigripinnis*, *Hypostomus microstomus*, *Loricariichthys edentatus*, *Pseudostegophilus maculatus*.  
AE Nº 16: *Austrolebias cinereus*, *Schizodon plateae*.  
AE Nº 17: *Gymnotus inequilabiatus*, *Plagioscion ternetzi*.

\* Áreas que presentan una sola especie.

**Fig. 2. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 2 (22 < 39 Km).**

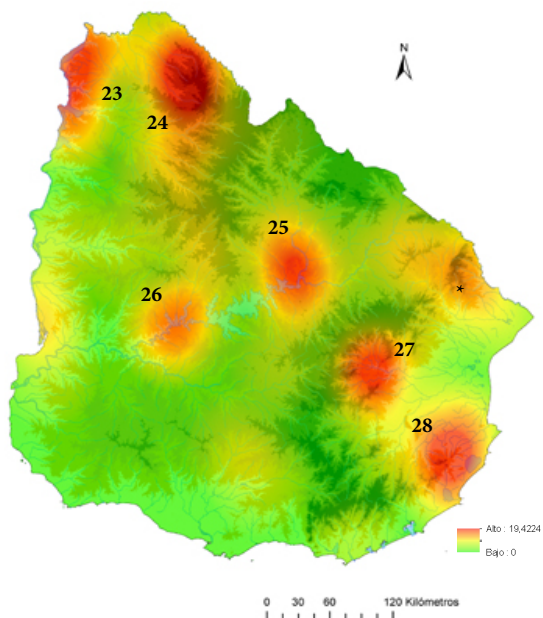


Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

- AE Nº 18: *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Aphyocharax anisitsi*, *Auchenipterus osteomystax*, *Corydoras hastatus*, *Cynopotamus argenteus*, *Galeocharax humeralis*, *Gymnogeophagus balzani*, *Hoplosternum littorale*, *Hyphessobrycon eques*, *Leporinus lacustris*, *Leporinus striatus*, *Odontostilbe pequirá*, *Serrasalmus maculatus*, *Trachelyopterus albicrux*.  
AE Nº 19: *Ancistrus taunayi*, *Crenicichla missioneira*, *Diapoma uruguayensis*, *Gymnogeophagus sp.*, *Hoplias lacerdae*, *Rhamdella longiuscula*.  
AE Nº 20: *Characidium tenue*, *Hypostomus aspilogaster*, *Jenynsia onca*, *Pseudobunocephalus iheringii*, *Rineloricaria microlepidogaster*.  
AE Nº 21: *Characidium orientale*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus gymnogynis*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Hisonotus armatus*, *Ituglanis australis*, *Oligosarcus robustus*, *Pimelodus pintado*, *Rhamdella eriarcha*, *Rineloricaria strigilata*.  
AE Nº 22: *Austrolebias charrua*, *Austrolebias cheradophilus*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Austrolebias prognathus*, *Austrolebias wolterstorffi*, *Cynopoecilus melanotaenia*, *Heptapterus sympterigium*, *Hyphessobrycon boulengeri*, *Mimagoniates inequalis*, *Otocinclus flexilis*, *Otothyris rostrata*.

\* Áreas que presentan una sola especie.

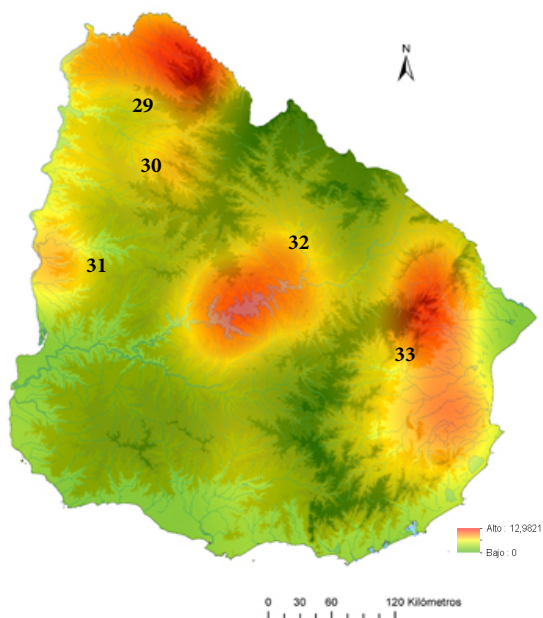
**Fig. 3. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 3 (39 < 58 Km).**



Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

- AE Nº 23: *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Aphyocharax anisitsi*, *Apistogramma commbrae*, *Auchenipterus nigripinnis*, *Gymnogeophagus australis*, *Leporinus lacustris*, *Odontostilbe pequirá*, *Steindachnerina brevipinna*.  
AE Nº 24: *Aphyocharax anisitsi*, *Characidium zebra*, *Cichlasoma dimerus*, *Crenicichla missioneira*, *Rhamdella longiuscula*.  
AE Nº 25: *Astyanax jacuhiensis*, *Austrolebias affinis*, *Austrolebias arachan*, *Hypostomus aspilogaster*, *Trachelyopterus lucenai*.  
AE Nº 26: *Iheringichthys labrosus*, *Odontesthes humensis*, *Odontesthes perugiae*, *Paraloricaria vetula*.  
AE Nº 27: *Ancistrus multispinis*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma speculiferum*, *Rineloricaria strigilata*.  
AE Nº 28: *Austrolebias charrua*, *Hyphessobrycon boulengeri*.

\* Áreas que presentan una sola especie.



**Fig. 4. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 4 (58 < 76 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

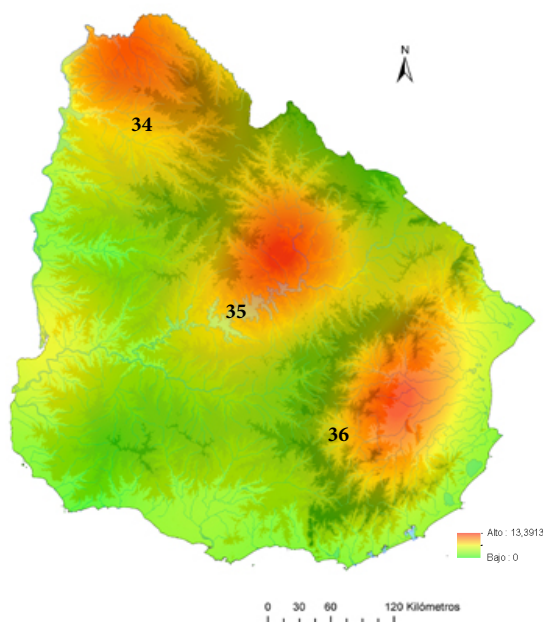
**AE Nº 29:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Aphyocharax anisitsi*, *Characidium zebra*, *Cichlasoma dimerus*, *Crenicichla missioneira*, *Diapoma uruguayensis*, *Gymnogeophagus pseudolabiatus*, *Hemiancistrus votouro*, *Leporinus lacustris*, *Moenkhausia dichroura*, *Rhamdella longiuscula*, *Schizodon nasutus*.

**AE Nº 30:** *Hyphessobrycon togoi*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE Nº 31:** *Ageneiosus militaris*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus striatus*, *Pseudostegophilus maculatus*, *Rineloricaria parva*, *Salminus brasiliensis*.

**AE Nº 32:** *Crenicichla scottii*, *Diapoma terofali*, *Gymnogeophagus mekinos*, *Hypostomus aspilogaster*, *Iheringichthys labrosus*, *Odontesthes humensis*, *Odontesthes perugiae*, *Paraloricaria vetula*, *Pimelodus maculatus*, *Trachelyopterus lucenai*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE Nº 33:** *Ancistrus multispinis*, *Austrolebias arachan*, *Austrolebias charrua*, *Austrolebias gymnoventris*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Bunocephalus erondine*, *Characidium orientale*, *Crenicichla punctata*, *Cynopoeilus melanotaenia*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus gymnogenys*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Oligosarcus robustus*, *Rineloricaria strigilata*.



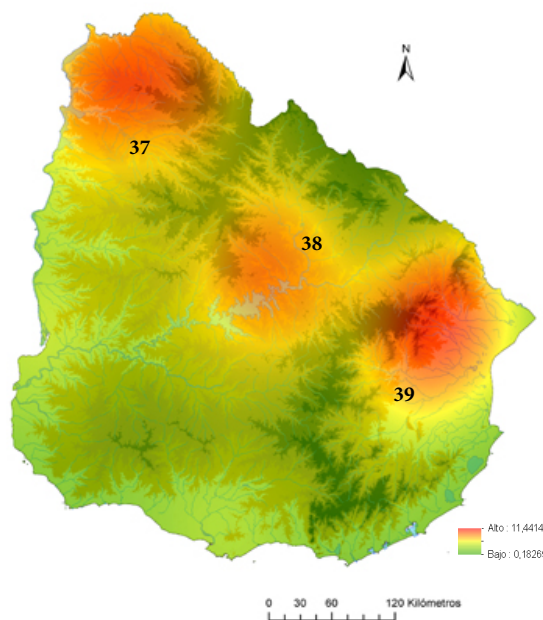
**Fig. 5. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 5 (76 < 96 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 34:** *Characidium zebra*, *Cichlasoma dimerus*, *Corydoras undulatus*, *Cyphocharax saladensis*, *Gymnogeophagus aff. setequedas*, *Gymnogeophagus pseudolabiatus*, *Hemiancistrus votouro*, *Hoplosternum littorale*, *Rhamdella longiuscula*, *Serrasalmus maculatus*.

**AE Nº 35:** *Ancistrus taunayi*, *Astyanax jacuhiensis*, *Austrolebias vazferreirai*, *Brachyhypopomus gauderio*, *Crenicichla scottii*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Gymnogeophagus tiraparae*, *Macropsobrycon uruguayanae*, *Odontesthes humensis*.

**AE Nº 36:** *Austrolebias charrua*, *Austrolebias cheradophilus*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Austrolebias prognathus*, *Cynopoeilus melanotaenia*, *Gymnogeophagus gymnogenys*, *Heptapterus sympterigium*, *Mimagoniates inequalis*, *Otocinclus flexilis*.



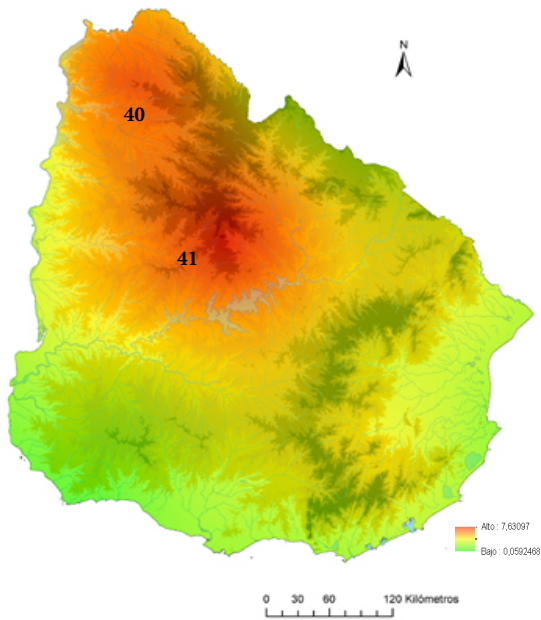
**Fig. 6. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 6 (96 < 120 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 37:** *Ancistrus taunayi*, *Crenicichla minuano*, *Diapoma uruguayensis*, *Gymnogeophagus meridionalis*, *Hoplias lacerdae*.

**AE Nº 38:** *Cyphocharax spilatus*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Heterocheirodon yatai*, *Hyphessobrycon igneus*, *Iheringichthys labrosus*, *Loricariichthys melanocheilus*, *Paraloricaria vetula*.

**AE Nº 39:** *Ancistrus multispinis*, *Austrolebias cheradophilus*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Hyphessobrycon boulengeri*, *Macropsobrycon uruguayanae*, *Mimagoniates inequalis*, *Otocinclus flexilis*, *Rhamdella eriarcha*, *Rineloricaria microlepidogaster*.

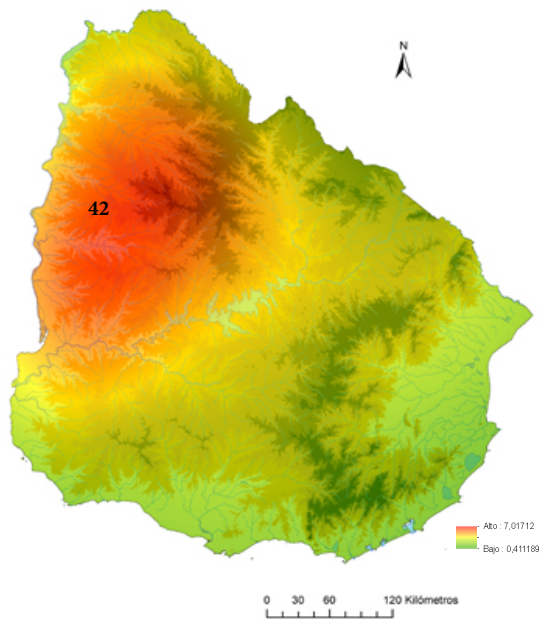


**Fig. 7. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 7 (120 < 143 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 40:** *Crenicichla scottii*, *Eigenmannia virescens*, *Hoplias lacerdae*.

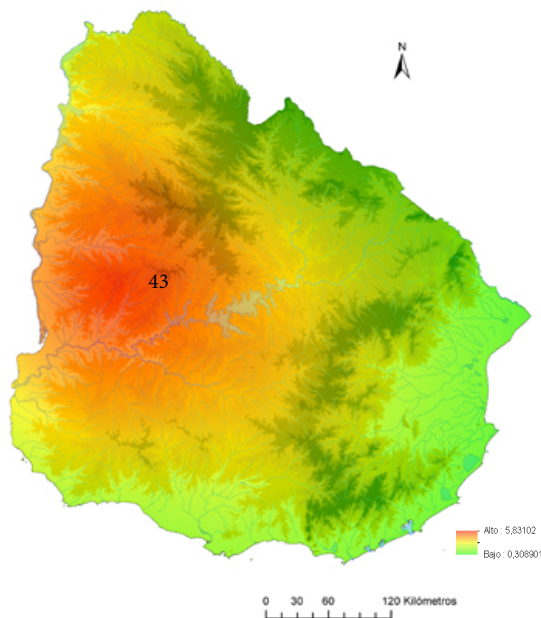
**AE Nº 41:** *Characidium zebra*, *Crenicichla missioneira*, *Gymnogeophagus mekinos*, *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Pachyurus bonariensis*.



**Fig. 8. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 8 (143 < 178 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 42:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Characidium tenue*, *Crenicichla missioneira*, *Crenicichla scottii*, *Diapoma terofali*, *Hemiancistrus votouro*, *Hypostomus aspilogaster*.

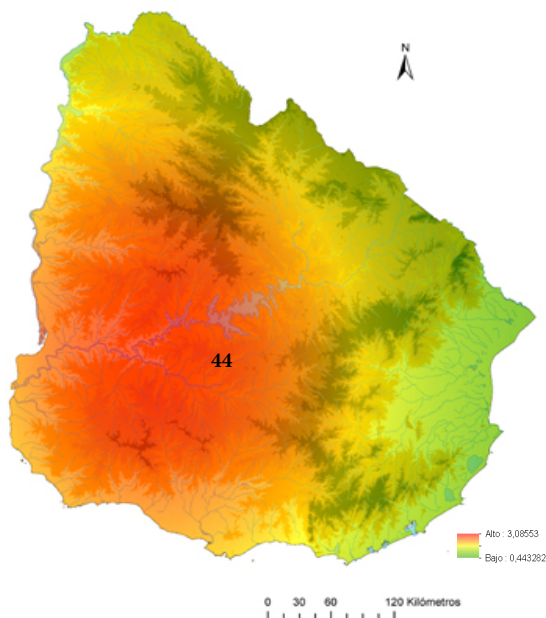


**Fig. 9. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 9 (178 < 220 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 43:** *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Hypostomus aspilogaster*.

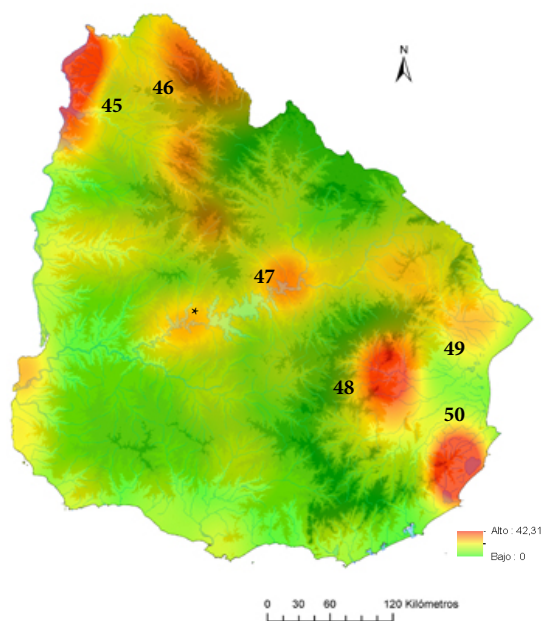
**Fig. 10. Áreas endémicas: Registros Categoría 1 Clase 10 (220 < 390 Km).**



Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 44:** *Cichlasoma dimerus*, *Crenicichla celidochilus*, *Crenicichla missioneira*, *Platanichthys platana*.

**Fig. 11. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 1 (0 < 50 Km).**



Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 45:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Apistogramma commbrae*, *Auchenipterus nigripinnis*, *Auchenipterus osteomystax*, *Brochiloricaria chauliodon*, *Corydoras hastatus*, *Cynopotamus argenteus*, *Galeocharax humeralis*, *Gymnogeophagus balzani*, *Hoplosternum littorale*, *Hyphessobrycon eques*, *Leporinus lacustris*, *Odontostilbe pequirá*, *Pimelodus absconditus*, *Trachelyopterus albicrux*.

**AE Nº 46:** *Austrolebias periodicus*, *Crenicichla celidochilus*, *Crenicichla missioneira*, *Gymnogeophagus aff. setequedas*, *Gymnogeophagus pseudolabiatius*, *Hisonotus ringueleti*, *Microglanis eurystoma*, *Moenkhausia dichroura*, *Rhamdella longiuscula*.

**AE Nº 47:** *Austrolebias affinis*, *Austrolebias arachan*, *Characidium tenue*, *Hypostomus aspilogaster*, *Jenynsia onca*, *Pseudobunocephalus iheringii*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Trachelyopterus lucenai*.

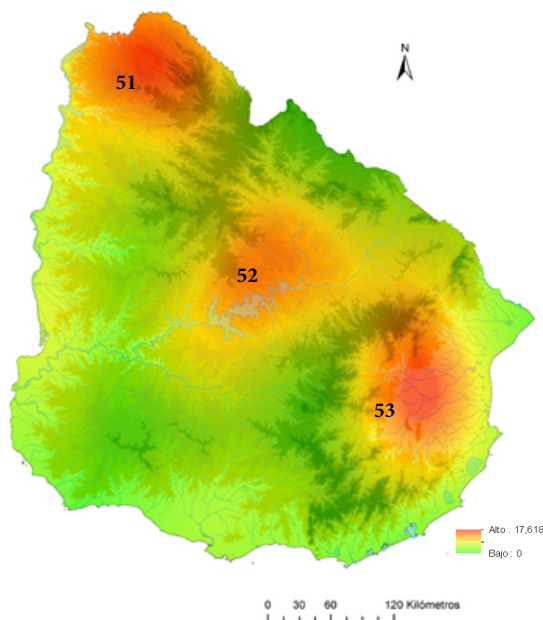
**AE Nº 48:** *Characidium orientale*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus labiatius*, *Oligosarcus robustus*, *Pimelodus pintado*, *Rhamdella eriarcha*, *Rineloricaria strigilata*.

**AE Nº 49:** *Austrolebias reicherti*, *Bunocephalus erondine*, *Cichlasoma portalegrensis*, *Geophagus brasiliensis*, *Gymnogeophagus gymnogenys*, *Hisonotus armatus*.

**AE Nº 50:** *Austrolebias charrua*, *Austrolebias cheradophilus*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Austrolebias prognathus*, *Austrolebias viarius*, *Austrolebias wolterstorffi*, *Cynopocilus melanotaenia*, *Heptapterus sympterigium*, *Hyphessobrycon boulengeri*, *Mimagoniates inaequalis*, *Otocinclus flexilis*, *Otothyris rostrata*.

\* Áreas que presentan una sola especie.

**Fig. 12. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 2 (50 < 100 Km).**

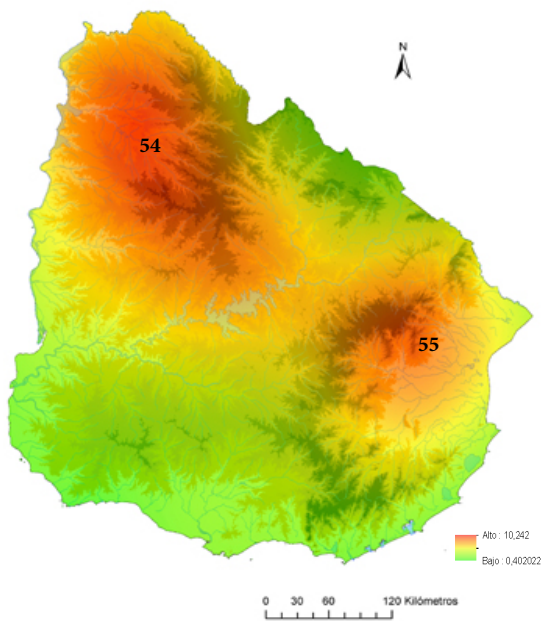


Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 51:** *Characidium zebra*, *Crenicichla minuano*, *Gymnogeophagus aff. setequedas*, *Gymnogeophagus pseudolabiatius*, *Rhamdella longiuscula*.

**AE Nº 52:** *Ancistrus taunayi*, *Astyanax jacuhiensis*, *Crenicichla scottii*, *Diapoma terofali*, *Gymnogeophagus mekinas*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Heterocheirodon yatai*, *Loricariichthys melanocheilus*, *Macropsobrycon uruguayanae*, *Odontesthes humensis*, *Paraloricaria vetula*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE Nº 53:** *Austrolebias charrua*, *Austrolebias gymnoventris*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Austrolebias wolterstorffi*, *Cynopocilus melanotaenia*.

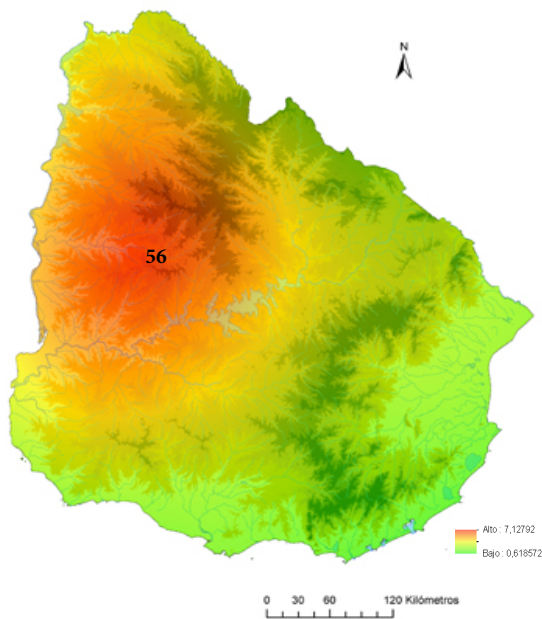


**Fig. 13. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 3 (100 < 150 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 54:** *Crenicichla scottii*, *Cyphocharax spilotos*, *Heterocheirodon yatai*.

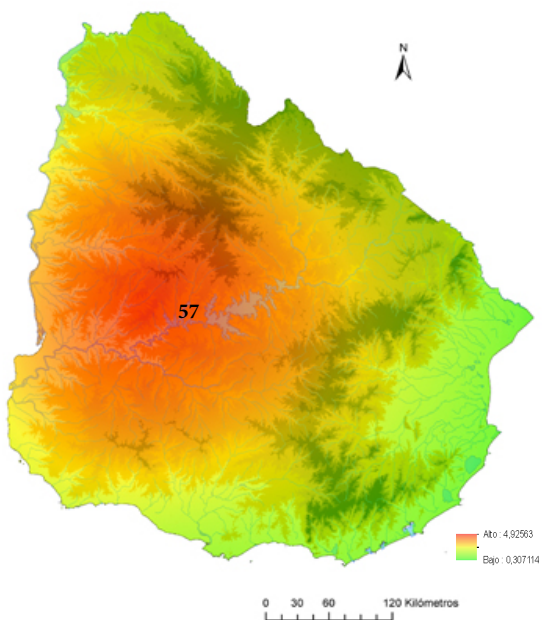
**AE Nº 55:** *Astyanax jacuhiensis*, *Mimagoniates inequalis*, *Rineloricaria microlepidogaster*.



**Fig. 14. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 4 (150 < 200 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 56:** *Diapoma alburnus*, *Hypostomus aspilogaster*.

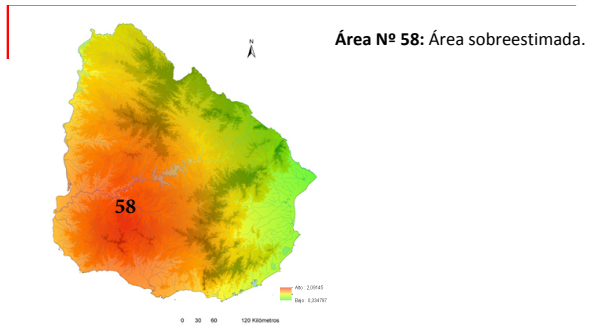


**Fig. 15. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 5 (200 < 250 Km).**

Áreas Endémicas (AE) y especies presentes en ellas:

**AE Nº 57:** *Cichlasoma dimerus*, *Crenicichla missioneira*, *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Platanichthys platana*.

**Fig. 16. Áreas endémicas: Registros Categoría 2 Clase 6 (250 < 390Km).**



**Área Nº 58:** Área sobreestimada.

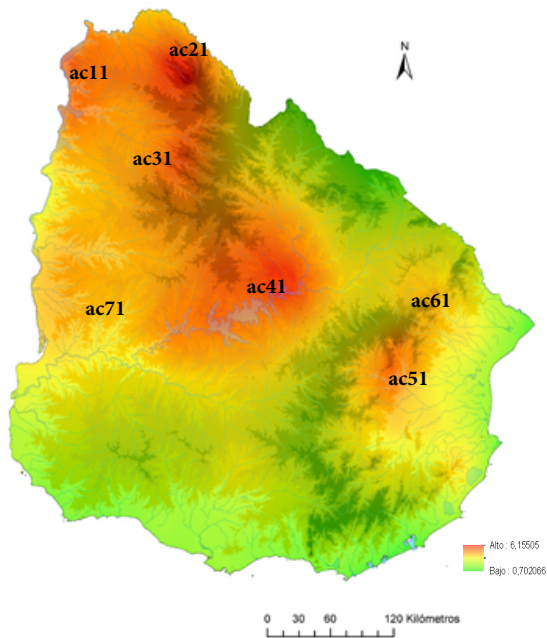


Fig. 17. Áreas endémicas: Consenso 1 (ac = área consenso).

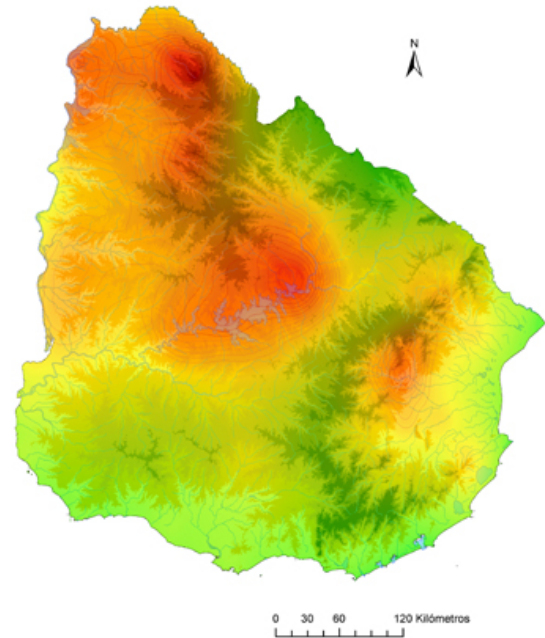


Fig. 18. Isolíneas que indican las áreas endémicas del Consenso 1.

**AE ac11:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Ageneiosus inermis*, *Ageneiosus militaris*, *Ancistrus taunayi*, *Apareiodon affinis*, *Aphyocharax anisitsi*, *Apistogramma commbrae*, *Astyanax abramis*, *Auchenipterus nigripinnis*, *Auchenipterus osteomystax*, *Brachyhypopomus gauderio*, *Brochiloricaria chauliodon*, *Bunocephalus doriae*, *Catathyridium* sp., *Cichlasoma dimerus*, *Corydoras hastatus*, *Crenicichla missioneira*, *Cynopotamus argenteus*, *Cyphocharax platanus*, *Cyphocharax spilotos*, *Eigenmannia virescens*, *Galeocharax humeralis*, *Gymnogeophagus australis*, *Gymnogeophagus balzani*, *Gymnogeophagus meridionalis*, *Hoplias lacerdae*, *Hoplosternum littorale*, *Hyphessobrycon eques*, *Hypostomus aspilogaster*, *Hypostomus roseopunctatus*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus lacustris*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus striatus*, *Lepthoplosternum pectorale*, *Loricariichthys melanochelius*, *Loricariichthys platymetopon*, *Luciopimelodus pati*, *Lycengraulis grossidens*, *Odontesthes perugiae*, *Odontostilbe pequirá*, *Otocinclus arnoldi*, *Pachyurus bonariensis*, *Paraloricaria vetula*, *Parapimelodus valenciennis*, *Piabarchus stramineus*, *Pimelodella gracilis*, *Pimelodus absconditus*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus lineatus*, *Pseudostegophilus maculatus*, *Pygocentrus nattereri*, *Rhinelepis strigosa*, *Rineloricaria parva*, *Salminus brasiliensis*, *Schizodon nasutus*, *Serrasalmus maculatus*, *Steindachnerina brevipinna*, *Trachelyopterus albicrux*, *Trachelyopterus lucenai*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE ac21:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Ancistrus taunayi*, *Apareiodon affinis*, *Aphyocharax anisitsi*, *Astyanax abramis*, *Brachyhypopomus bombilla*, *Catathyridium* sp., *Characidium tenue*, *Characidium zebra*, *Cichlasoma dimerus*, *Crenicichla celidochilus*, *Crenicichla missioneira*, *Crenicichla scottii*, *Cyphocharax saladensis*, *Diapoma terofali*, *Diapoma uruguayensis*, *Ectrepopterus uruguayensis*, *Eigenmannia virescens*, *Gymnogeophagus* aff. *setequedas*, *Gymnogeophagus meridionalis*, *Gymnogeophagus pseudolabiatu*, *Hemiancistrus votouro*, *Hisonotus ringueleti*, *Hoplias lacerdae*, *Ituglanis australis*, *Leporinus lacustris*, *Moenkhausia dichroua*, *Piabarchus stramineus*, *Rhamedella longiuscula*.

**AE ac31:** *Ancistrus taunayi*, *Apareiodon affinis*, *Bryconamericus poi*, *Characidium tenue*, *Crenicichla minuano*, *Crenicichla missioneira*, *Crenicichla scottii*, *Diapoma terofali*, *Diapoma uruguayensis*, *Gymnogeophagus* sp., *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Hoplias lacerdae*, *Hyphessobrycon togoi*, *Piabarchus stramineus*, *Rhamedella longiuscula*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE ac41:** *Apareiodon affinis*, *Astyanax jacuhiensis*, *Austrolebias affinis*, *Brachyhypopomus draco*, *Catathyridium* sp., *Characidium tenue*, *Crenicichla scottii*, *Cyphocharax spilotos*, *Diapoma terofali*, *Diapoma uruguayensis*, *Eigenmannia virescens*, *Gymnogeophagus mekinos*, *Gymnogeophagus meridionalis*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Heterocheirodon yatai*, *Hoplias lacerdae*, *Hyphessobrycon igneus*, *Hypostomus aspilogaster*, *Iheringichthys labrosus*, *Loricariichthys melanochelius*, *Macropsobrycon uruguayanae*, *Odontesthes humensis*, *Odontesthes perugiae*, *Otocinclus arnoldi*, *Pachyurus bonariensis*, *Paraloricaria vetula*, *Parapimelodus valenciennis*, *Pimelodus maculatus*, *Platanichthys platana*, *Pseudobunocephalus iheringii*, *Rhinelepis strigosa*, *Trachelyopterus lucenai*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE ac51:** *Ancistrus multispinis*, *Astyanax jacuhiensis*, *Astyanax laticeps*, *Austrolebias charrua*, *Characidium orientale*, *Characidium tenue*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma alburnus*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus gymnogenys*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Hisonotus armatus*, *Hypostomus aspilogaster*, *Jenynsia lineata*, *Mimagoniates inequalis*, *Oligosarcus robustus*, *Pimelodus pintado*, *Rhamedella eriarcha*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Rineloricaria strigilata*.

**AE ac61:** *Ancistrus multispinis*, *Astyanax jacuhiensis*, *Characidium orientale*, *Crenicichla punctata*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Heterocheirodon jacuhiensis*, *Hisonotus armatus*, *Jenynsia lineata*, *Oligosarcus robustus*, *Rhamedella eriarcha*.

**AE ac71:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Ancistrus taunayi*, *Apareiodon affinis*, *Astyanax jacuhiensis*, *Bryconamericus poi*, *Crenicichla missioneira*, *Crenicichla scottii*, *Cyphocharax saladensis*, *Cyphocharax spilotos*, *Diapoma alburnus*, *Gymnogeophagus* sp., *Hoplias lacerdae*, *Hyphessobrycon igneus*, *Hypostomus aspilogaster*, *Hypostomus isbrueckeri*, *Ituglanis australis*, *Leporinus obtusidens*, *Piabarchus stramineus*, *Pimelodella gracilis*, *Serrasalmus maculatus*, *Steindachnerina brevipinna*.

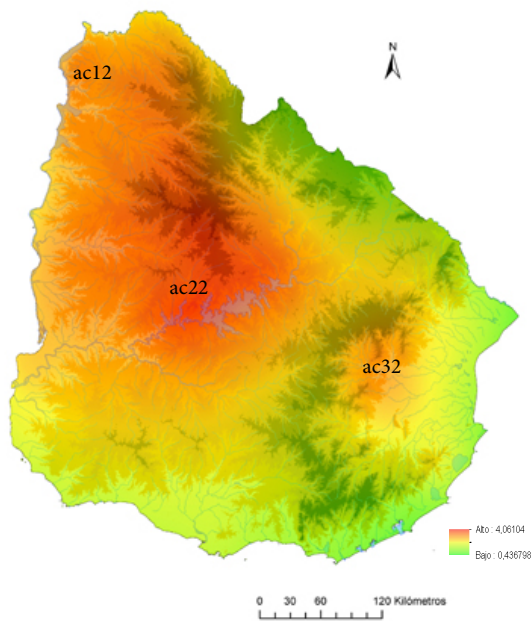


Fig. 19. Áreas endémicas: Consenso 2 (ac = área consenso).

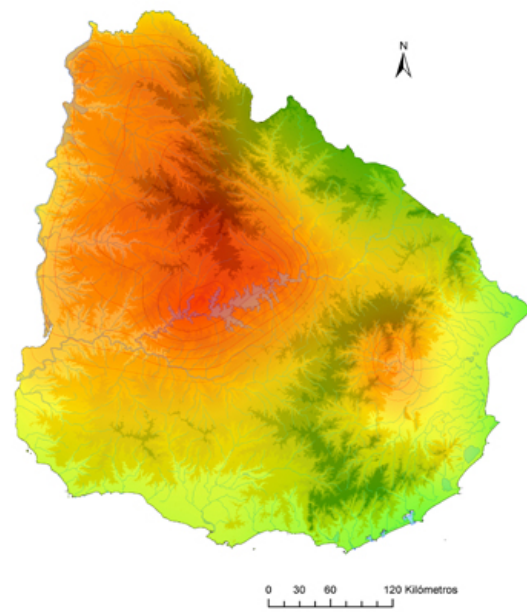


Fig. 20. Isolíneas que indican las áreas endémicas del Consenso 2.

**AE ac12:** *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Ageneiosus inermis*, *Apareiodon affinis*, *Aphyocharax anisitsi*, *Apistogramma commbrae*, *Astyanax abramis*, *Auchenipterus nigripinnis*, *Auchenipterus osteomystax*, *Austrolebias alexandri*, *Brachyhyppopomus gauderio*, *Brochiloricaria chauliodon*, *Bunocephalus doriae*, *Catathyridium sp.*, *Cichlasoma dimerus*, *Corydoras hastatus*, *Crenicichla missioneira*, *Cynopotamus argenteus*, *Cyphocharax platanus*, *Cyphocharax spilodus*, *Eigenmannia virescens*, *Galeocharax humeralis*, *Gymnogeophagus balzani*, *Gymnogeophagus meridionalis*, *Hoplosternum littorale*, *Hyphessobrycon eques*, *Hypostomus roseopunctatus*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus lacustris*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus striatus*, *Lepthoplosternum pectorale*, *Loricariichthys melanochelius*, *Loricariichthys platymetopon*, *Luciopimelodus pati*, *Lycengraulis grossidens*, *Odontostilbe pequirá*, *Otocinclus arnoldi*, *Pachyurus bonariensis*, *Paraloricaria vetula*, *Parapimelodus valenciennis*, *Piabarchus stramineus*, *Pimelodella gracilis*, *Pimelodus absconditus*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus lineatus*, *Pseudostegophilus maculatus*, *Pygocentrus nattereri*, *Rhinelepis strigosa*, *Rineloricaria parva*, *Salminus brasiliensis*, *Schizodon nasutus*, *Serrasalmus maculatus*, *Steindachnerina brevipinna*, *Trachelyopterus albicrux*, *Trachelyopterus lucenai*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE ac22:** *Ancistrus taunayi*, *Apareiodon affinis*, *Austrolebias affinis*, *Catathyridium sp.*, *Crenicichla minuano*, *Crenicichla missioneira*, *Crenicichla scottii*, *Diapoma terofali*, *Diapoma uruguayensis*, *Ectreopeterus uruguayensis*, *Eigenmannia virescens*, *Gymnogeophagus mekinos*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Gymnogeophagus sp.*, *Gymnogeophagus terrapurpura*, *Gymnogeophagus tiraparae*, *Hoplias lacerdae*, *Hyphessobrycon togoi*, *Hypostomus aspilogaster*, *Hypostomus roseopunctatus*, *Hypostomus uruguayensis*, *Iheringichthys labrosus*, *Jenynsia onca*, *Loricariichthys melanochelius*, *Loricariichthys platymetopon*, *Odontesthes humensis*, *Odontesthes perugiae*, *Odontesthes retropinnis*, *Pachyurus bonariensis*, *Paraloricaria vetula*, *Parapimelodus valenciennis*, *Pimelodella gracilis*, *Pimelodus maculatus*, *Rhamdella longiuscula*, *Rhinelepis strigosa*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Trachelyopterus lucenai*, *Trachelyopterus teaguei*.

**AE ac32:** *Astyanax jacuhiensis*, *Austrolebias charrua*, *Austrolebias luteoflammulatus*, *Austrolebias wolterstorffi*, *Characidium orientale*, *Characidium tenue*, *Crenicichla punctata*, *Cynopocilus melanotaenia*, *Diapoma speculiferum*, *Gymnogeophagus labiatus*, *Gymnogeophagus rhabdotus*, *Hisonotus armatus*, *Hypostomus aspilogaster*, *Jenynsia lineata*, *Oligosarcus robustus*, *Pimelodus pintado*, *Rhamdella eriarcha*, *Rineloricaria strigilata*.