

**CURVAS DE PREFERENCIA PARA
ESPECIES PÍSCICOLAS DE LAS CUENCAS
DEL GUADIANA Y GUADALQUIVIR**

(INFORME DE PRIMAVERA)

Celia Álvarez Doncel
Diego García de Jalón

Madrid, Julio 2009

RESUMEN

Para llevar a cabo un estudio de regímenes de caudales ecológicos, basado en la simulación del hábitat físico propuesta dentro de la metodología IFIM (Instream flow incremental methodology; Bovee, 1982), es necesario conocer las preferencias de las especies implicadas. En el presente estudio se ha realizado un muestreo de distintos tramos de la cuenca del Guadiana y Guadalquivir por medio de la técnicas de electrogrid, de modo que fuesen establecidas las preferencias de microhábitats de *Barbus microcephalus* (178 ind.), *Squalius alburnoides* (351 ind.), *Squalius pyrenaicus* (42 ind.), *Cobitis palúdica* (8 ind.), *Barbus comizo* (4 ind.) y *Lepomis gibbosus* (17 ind.) para el Guadiana y *Chondrostoma willkommi* (11 ind.), *Barbus sclateri* (398 ind.), *Squalius alburnoides* (8 ind.), *Cyprinus carpio carpio* (28 ind.), *Micropterus salmoides* (37 ind.) y *Lepomis gibbosus* (15 ind.) para Guadalquivir.

Las curvas de preferencia para *Barbus microcephalus* muestra preferencia máximas para profundidades de 0.70-0.90 m (alevin), 1.1-1.3 m (juvenil), velocidades de 0-0.100 m/s (alevin y juvenil) y sustrato gravilla (alevin) y arena (juvenil), *Squalius alburnoides* prefiere profundidades de 0.60-0.70 m (alevin), 0.30-1 m (juvenil) y 0.90-1 m (adulto), velocidades 0-0.300 m/s (alevin), 0.200-0.400 m/s (juvenil) y 0.100-0.400 m/s (adulto) y sustrato gravilla (alevin, juvenil y adulto), *Squalius pyrenaicus* 0.50-0.70 m (alevin), 0.60-0.80 m (juveniles) y 0.80-1 m (adultos), velocidades 0-0.100 m/s (alevines y adultos) y 0.100-0.200 m/s (juveniles) y sustrato gravilla (alevin y juvenil) y limo (adulto), *Cobitis palúdica* (adulto) prefiere profundidades de 0.60-0.80 m, velocidades de 0-0.100 m/s y sustrato arena, *Barbus comizo* (juvenil) prefiere profundidades de 0.0-0.60 m, velocidades de 0.100-0.300 m/s y sustrato bolos, *Lepomis gibbosus* (juvenil) prefiere profundidades de 0.40-0.60 m, velocidades de 0-0.200 m/s y sustrato grandes bloques y bolos, *Chondrostoma willkommi* (juvenil) prefiere profundidades de 0.60-0.70 m, velocidades de 0.200-0.400 m/s y sustrato bolos, *Barbus sclateri* prefiere profundidades 0.30-0.50 m (alevin y juvenil) y 0.10-0.30 m (adultos en época de freza), velocidades de 0.200-0.400 m/s (alevin y juvenil) y 0.100-0.300 m/s (adultos época de freza) y sustrato bolos (alevin), grandes bloques (juvenil) y arena (adultos en época de freza), *Cyprinus carpio carpio* (adulto) prefiere profundidades de 0.30-0.40 m, velocidades de 0-0.100 m/s y sustrato roca madre y *Micropterus salmoides* (alevín) prefiere profundidades de 0.30-0.90 m, velocidades de 0.100-0.300 m/s y sustrato grava

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Justificación.....	2
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	5
1.4. Situación zona estudio.....	5
2. METODOLOGÍA.....	7
2.1. Determinación de disponibilidad y uso de hábitat.....	7
2.2. Análisis del uso de microhábitat y curvas de preferencia.....	10
3. RESULTADOS.....	11
3.1. Cuenca del Guadiana.....	11
3.1.1. Disponibilidad de hábitat físico.....	11
3.1.2. Uso de hábitat.....	15
3.1.2.1. Especies indicadoras.....	15
3.1.2.2. Especies exóticas.....	15
3.1.3. Preferencias de hábitat.....	25
3.1.3.1. Especies indicadoras.....	25
3.1.3.2. Especies exóticas.....	27
3.2. Cuenca del Guadalquivir.....	32
3.2.1. Disponibilidad de hábitat físico.....	36
3.2.2. Uso de hábitat y preferencias de hábitat.....	39
3.2.2.1. Especies indicadoras.....	39
3.2.2.2. Especies exóticas.....	40
3.2.3. Preferencias de hábitat.....	47
3.2.3.1. Especies indicadoras.....	47
3.2.3.2. Especies exóticas.....	48
4. CONCLUSIONES.....	55
5. REFERENCIAS.....	57

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

La empresa INYPSA Informes y Proyectos S.A., solicitó la realización de estudios sobre las curvas de preferencia de especies piscícolas ibéricas por parte del Laboratorio de Hidrología del Departamento de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior de Montes, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

1.2. ANTECEDENTES

En las últimas décadas las modificaciones (morfológicas, calidad del agua, etc.) producidas en las cuencas fluviales de los ríos españoles, se han traducido en pérdidas o variaciones del hábitat original disponible para las poblaciones piscícolas. A este hecho se añade una problemática adicional de la proliferación de especies introducidas piscícolas en términos de competencia o coexistencia.

Los cambios físicos en el ambiente afectan a los organismos, desarrollando respuestas, por lo que se hace necesario disponer de herramientas que predigan las reacciones biológicas específicas de un organismo a ciertas variaciones en el ambiente y que permitan determinar que atributos crearían el hábitat más idóneo para una especie o comunidad. Este hecho es aplicable también para organismos acuáticos, que reaccionan a diferentes modelos de variaciones de caudal o de atributos físicos (Parasiewicz, 2003). Para crear este modelo de hábitat físico, se debe conocer con precisión tanto las características físicas como los atributos del área de estudio.

El primer modelo de hábitat físico desarrollado fue PHABSIM creado por U.S Fish and Wildlife Service a principios de los años 70 (Bovee., 1978), este modelo fue desarrollado para modelizar hábitats a microescala y ha sido ampliamente reconocido y aplicado en muchos trabajos. Pero este modelo tiene un inconveniente y es que se necesita un trabajo muy laborioso cuando se usa correctamente para modelizar un río entero y comúnmente se ha extrapolado erróneamente al realizar esta tarea. En el año 2001 NEIHP (Northeast Instream Habitat Program) desarrolló MesoHABSIM (Parasiewicz 2001), es un modelo basado en el concepto de PHABSIM, pero nos permite modelar áreas más extensas del río y la adquisición de información a mesoescala. La ventaja principal del modelo MesoHABSIM es que nos puede proporcionar información que nos permita hacer recomendaciones para restauración y regulación de caudales (Parasiewicz 2005).

Una de las componentes esenciales de los modelos para la Simulación de Hábitat Físico es conocer los requerimientos de hábitat por parte de las especies acuáticas, la obtención de dicha información se obtiene mediante la elaboración de las denominadas "curvas de preferencia". Se define como curva de preferencia las funciones que muestran la conveniencia, para cada especie y etapa de desarrollo, de los distintos valores que toma una determinada variable del hábitat.

Se pueden obtener distintas curvas de preferencia dependiendo del criterio elegido para la obtención de los datos (Hamptom, 1988).

Criterio categoría I: basado en el juicio de profesionales o en información recopilada de una extensa revisión bibliográfica.

Criterio categoría II (uso o utilización): desarrolladas a partir de las observaciones de los lugares ocupados por la especie objetivo. Se basa en el análisis de la distribución de frecuencias de datos de uso para una variable, obteniéndose las funciones llamadas de uso o utilización de hábitat. Pero este criterio no representa preferencias en un microhábitat real, ya que depende de las condiciones ambientales disponibles para la especie objetivo en el momento en que se hizo la observación.

Criterio categoría III (preferencia): basados en datos de uso corregidos con la disponibilidad de hábitat para una especie objetivo. Obteniéndose las funciones llamadas de preferencia o selectividad de hábitat, aunque actualmente este nombre está mal considerado por distintos especialistas en el tema, siendo más correcto hablar de curvas o funciones de idoneidad. Los resultados de este criterio tienden a ser mucho menos específicos respecto un lugar y teóricamente pueden ser transferidos a otros hábitats fuera del área de estudio.

Los organismos se inclinan a seleccionar las condiciones más favorables de su ambiente, usando con menor frecuencia las menos favorables. Este supuesto se apoya en el concepto de nicho ecológico ampliamente utilizado en ecología (Lamouroux et al., 1999). Pero esta selección puede verse modificada ya que cuando una determinada clase de recursos es muy preferido por una especie, si es muy difícil de encontrar no será muy usado. De modo que si las condiciones óptimas no están disponibles por diversas razones, los individuos se verán forzados a utilizar zonas peores (Manly et al 1993).

El uso de hábitat por parte de una especie piscícola puede variar con la disponibilidad de hábitat o por la presencia de depredadores y competidores (Heggenes 1994), pero las capacidades físicas de las especies inevitablemente ponen límites a esta flexibilidad.

Las curvas de preferencia empleadas en los modelos de simulación de hábitat suelen tener como objeto especies que sean representativas de un río y que dentro de la comunidad acuática sea considerada una especie “indicadora”, cuyos requerimientos ambientales sean mayores que los de las demás especies y que sus exigencias englobe a todas las exigencias de la comunidad.

Desde el desarrollo de los modelos de simulación de hábitat, se han realizado estudios de especies piscícolas por todo el mundo, unos en forma de curvas de uso o utilización y otras en forma de preferencia o selectividad. En principio estas curvas se realizaron para especies con interés económico, principalmente salmónidos y ciprínidos, Aunque actualmente debido a su importancia para estudios en regulación de caudales se ha ampliado a cualquier especie que resulte de interés ecológico. Algunos ejemplos de curvas de preferencia podemos verlos para salmónidos (Bovee., 1978 y 1992, Heggenes., 1990 y 1994, Raileigh et al., 1986, Hampton. M., 1988, Nykänen. M & Huusko. A., 2004, Fukud. S & Hiramats. K., 2008), ciprínidos (Aadland et al., 1991 Conklins et al., 1996, Lamouroux., 1999b) y otras especies (Conklins et al., 1996, Labonne et al., 2003, C. Van Leifferinge et al., 2005).

En España no es hasta principios de los años 90, cuando podemos encontrar los primeros estudios que incluyan curvas de preferencia. Fue la trucha común (*salmo trutta*) la primera especie objeto de estudio encontrada (García de Jalón et al, 1992, Mayo et al., 1995). Desde entonces se han realizados trabajos por la obtención de curvas de preferencia para distintas especies y ríos de la Península Ibérica. Barbo común (*Barbus bocagei*) (Martínez-Capel. F & García de Jalón. D., 1999), Cacho (*Leuciscus pyrenaica*) (Martínez-Capel. F & García de Jalón. D., 1999), Boga (*Chondrostoma polylepy*) (Martínez-Capel. F & García de Jalón. D., 1999), (Gobio gobio), (*Squalius cephalus*), (*Chondrostoma miegii*), (*Barbus haasi*), (*Barbus graellsii*) (Sostoa. A et al., 2005, informe inédito), (*Salaria fluviatilis*) (Martínez-Capel. F., 2006, informe inédito).

1.3. OBJETIVOS

En el estudio realizado se consideraron los siguientes objetivos:

1. Determinar, de los datos obtenidos, las especies indicadoras e introducidas de los tramos fluviales de la Cuenca hidrográfica del Guadiana y del Guadalquivir.
2. Realizar las curvas de preferencia de categoría III para las especies indicadoras e introducidas de las cuencas del Guadiana y Guadalquivir, para poder implementarse en un modelo de Simulación de Hábitat Físico.
3. Determinar preferencias de hábitat de las especies indicadoras y establecer la competencia o coexistencia con las especies introducidas.

1.4. SITUACIÓN ZONA DE ESTUDIO.

Este trabajo abarca el estudio de la Cuenca del Guadiana y Cuenca del Guadalquivir, para ello se seleccionaron 2 afluentes por cuenca en función de la abundancia de las especies objetivo (figura 1).

En el caso de la Cuenca del Guadiana se seleccionaron: Río Estena, es uno de los afluentes más importante por la margen derecha de la parte media de la cuenca, tiene su origen en las estribaciones de los Montes de Toledo y por la parte baja El río Chanza, que nace en las estribaciones occidentales de Sierra Morena, cerca de Cortegana, discurre en un tramo de cabecera encajado entre la Sierra de las Contendas al Norte y la de Aracena al Sur, recogiendo arroyos de poca importancia. Pasado Rosal de la Frontera dibuja el límite con Portugal hasta su confluencia con el Guadiana.

Para la Cuenca del Guadalquivir ambos ríos pertenecen a la parte baja de la cuenca. El río Guadiamar afluente por el margen derecho del río Guadalquivir, nace en Sierra Morena, cerca de la localidad de El Castillo de las Guardas en la provincia de Sevilla y Rivera del Huesna, río corto, que nace en la Sierra Norte de la provincia de Sevilla, vertiendo sus aguas al Guadalquivir por la margen derecha.

Los tramos de río seleccionados entre 500m y 1000m (Ver tabla 1 y 2), están comprendidos para el río Estena entre la poblaciones de Horcajo de los Montes y Navas de Estena, hasta los límites del Parque Nacional de Cabañeros (6 tramos) y para la

Rivera del Chanza entre las poblaciones de Paymogo y Rosal de la (3 tramos). La cuenca del Guadalquivir, para el río Guadimar entre las poblaciones de Gerena y Castillo de las Guardias (2 tramos) y para la Rivera de Huesna entre las poblaciones de El Pedroso y Cazalla de la Sierra (4 tramos).

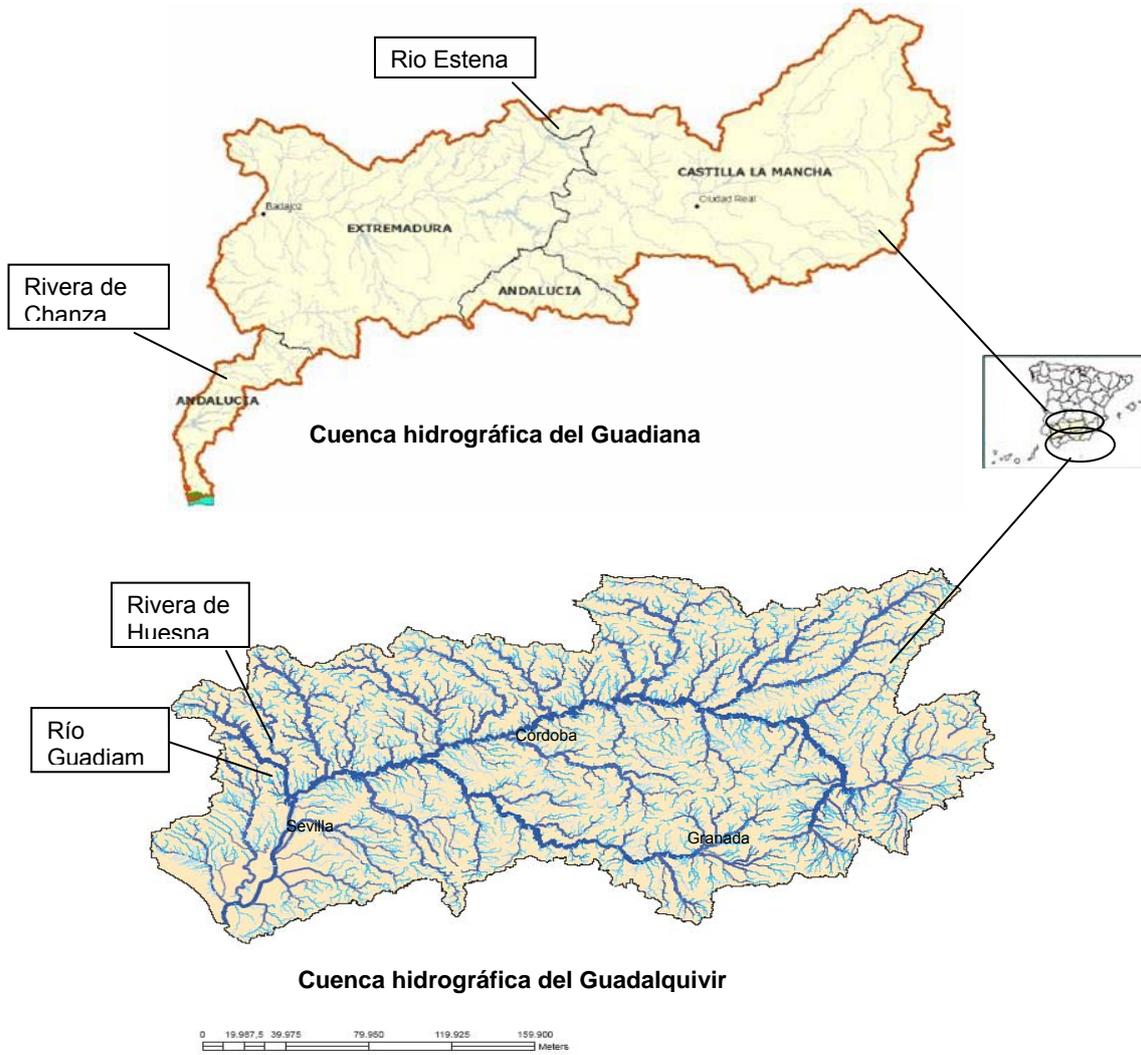


Figura 1. Localización ríos muestreados.

Cuenca del Guadiana

	Tramo	Coordenadas UTM	
Río Estena	1	X: 035 00 48 E	Y: 436 00 48 N
	2	X: 035 01 28 E	Y: 436 04 70 N
	3	X: 035 03 73 E	Y:436 05 71 N
	4	X: 035 04 35 E	Y: 436 06 52 N
	5	X: 035 07 55 E	Y:436 07 13 N
	6	X: 036 39 12 E	Y: 433 06 17 N
Rivera de Chanza	1	X: 065 81 58 E	Y:419 79 17 N
	2	X: 065 77 69 E	Y: 419 89 04 N
	3	X: 065 76 50 E	Y: 419 89 29 N

Tabla 1: Tramos y coordenadas de muestreos en el Guadiana.

Cuenca del Guadalquivir

	Tramo	Coordenadas UTM	
Río Guadiamar	1	X: 074 63 51 E	Y: 414 63 48 N
	2	X: 074 84 93 E	Y :415 68 95 N
Rivera de Huesna	1	X: 026 01 62 E	Y:419 10 62 N
	2	X: 026 00 27 E	Y: 419 16 28 N
	3	X: 026 00 55 E	Y: 419 16 84 N
	4	X: 026 01 40 E	Y: 419 19 67 N

Tabla 2: Tramos y coordenadas de muestreos en el Guadalquivir.

2. METODOLOGIA

Para llevar a cabo un estudio de regímenes de caudales ecológicos, basado en la simulación del hábitat físico propuesta dentro de la metodología IFIM (Instream flow incremental methodology; Bovee, 1982), es necesario conocer las preferencias de las especies implicadas, es decir, su requerimientos vitales en términos de ciertas variables del hábitat físico que pueden modelizarse. Dicha simulación permite estimar de modo cuantitativo las pérdidas de hábitat potencialmente útil para una o varias especies en un tramo de río, empleándose tanto para estudios de impacto ambiental como para la gestión de caudales regulados por obras hidráulicas. Una aplicación estándar, desde sus orígenes, ha sido el diseño de regímenes ambientales de caudales.

Suele ser frecuente escoger una o varias especies de peces, que puedan considerarse como representativas del tramo de estudio e indicadoras de la salud de los mismos. En este caso, se usará como referencia la clasificación del Atlas Rojo de los

peces continentales de España (Doadrio, 2001) escogiendo las especies consideradas autóctonas o endémicas, aunque en este estudio serán también objetivo las especies consideradas alóctonas o exóticas, con el fin de observar la coincidencia o competencia de hábitat frente a las especies indicadoras.

Estos estudios del hábitat orientados hacia la simulación, suelen expresarse en forma de “curvas de preferencia”, mostrándonos la conveniencia de los valores de una determinada variable del microhábitat, dentro del rango estudiado en cada zona de estudio. En este trabajo se va a utilizar la metodología de obtención de datos propuestas por Parasiewicz (2005) para el modelo MesoHABSIM, pero adaptado a escala de microhábitat.

Los muestreos tuvieron lugar del 25 al 29 de Mayo y del 15 al 19 de Junio del 2009 para la Cuenca del Guadiana y del 1 al 5 Junio del 2009 para la cuenca del Guadalquivir, en los puntos anteriormente detallados.

2.1. Determinación de disponibilidad y uso de hábitat

El método empleado consiste en recoger datos sobre la comunidad de peces existentes mediante el uso de la técnica de rejilla o grid de pesca eléctrica (electrogrid) desarrollada por Bain et al (1985), la elección de esta técnica de muestreo frente a otras, es debido a haberse considerado la mas adecuada para los tramos de río objeto de estudio (vadeables, poca profundidad y turbidez media o nula).

Los peces presentan una resistividad eléctrica menor que el agua, por lo que la corriente eléctrica fluye a través de ellos preferentemente, generándose una diferencia de potencial entre sus dos extremos. Si en una masa de agua se crea un campo eléctrico, los peces, al hallarse dentro del campo eléctrico efectivo que se forma entre los dos extremos de su cuerpo, experimentan, primero, una natación forzada hacia el electrodo denominada galvanotaxia, y en las proximidades de éste un aturdimiento y pérdida de sentido denominado galvanonarcosis o electronarcosis.

El muestreo de peces se realiza colocando grids en varias ubicaciones dentro del tramo de muestreo, intentando que queden representados los diferentes microhábitats, por lo que previamente se recorrerá el tramo de río para que estos queden identificados visualmente. En cada uno de los tramos seleccionados de la muestra, se colocó entre 10 y 21 grids dependiendo de la diversidad de microhábitats. Cada grid tiene una dimensión 1m x 2 m y consiste en dos cables conductores, conectados por ambos extremos a un tubo de Policloruro de vinilo o PVC, para mantener en todo momento la distancia de 1 m entre los cables. Se empleará corriente alterna con el fin de no atraer a los peces de otros microhábitats contiguos, cosa que ocurriría se empleáramos corriente continua. Se probó primeramente con 220 VA, sin embargo la conductividad es diferente para cada sitio, por lo se adecuará el voltaje (en estos tramos se utilizaron además 125 o 75 VA) en consecuencia de los niveles de mortalidad obtenidos.

Se colocaron grupos de 6 a 8 grids, dejando el enchufe lo suficientemente alejado (6 o 10 m del grid) y en zona seca, evitando así que a la hora de la conexión seamos vistos por los peces. El muestreo se empezó, una vez pasado el tiempo suficiente (15-20 min.) para la reocupación del hábitat, desde el grid situado más aguas abajo (cada grid se pesca de manera independiente). Una persona desde la orilla conecto el generador-

transformador, previamente conectado al grid, y se mantuvo encendido a intervalos de varios segundos (4-5 seg.), hasta que todos los peces que caigan dentro del grid se encuentren lo suficientemente aturdidos. Mientras, otras dos personas fueron sacando los peces que iban saliendo, mediante el uso de sacaderas. Los peces se identificaron y se midieron antes de su liberación, además se anotó lugar, coordenadas UTM y fecha del muestreo.

A continuación se realizó la caracterización del hábitat para cada posición de grid. Se tomaron medidas de las variables profundidad total y velocidad media de la columna de agua y sustrato dominante. Para medir estas variables se ha seguido la metodología que se expone a continuación:

Profundidad media: Se midió en cm de longitud mediante el uso de una vara graduada, con una precisión de 0.01 m.

Velocidad media: la velocidad de la columna de agua se midió mediante el uso de un correntímetro, modelo 801 (Flat EM Flow Meter, precisión $\pm 05\%$). La velocidad media se calculó del siguiente modo: Cuando el calado es menor de 0.70 m, se realizó una sola medición, a una profundidad igual al 60% del calado en ese punto. Cuando el calado es mayor a 0.70 m y menor a 1.5 m se midió la velocidad a dos profundidades, iguales al 80% y 20% del calado, el promedio de las dos medias es la velocidad media de la columna de agua. Cuando es mayor de 1.5 m, se realizaron tres mediciones al 20, 60 y 80 %, usando el método de los “tres puntos” (se promedian las del 20% y 80% y el resultado se promedia con la del 60%).

Sustrato: Se usa el sustrato dominante en determinado radio alrededor del pez (Hampton. 1988) de aproximadamente 15 cm, según la clasificación de la American Geophysical Union, indicada a continuación: Roca madre (Roca continua), Bloques (>1024 mm), Bolos (256-1024 mm), Cantos rodados (64-256 mm), Gravas (8-64 mm), Gravillas (2-8 mm), Arenas (0.62 mm-2 mm), limo (< 0.62 mm) y Vegetación.

Tras caracterizar el hábitat de cada grid, se pasó a la caracterización del hábitat disponible del tramo. Para ello se trazaron transectos a lo largo del tramo. Con esto lo que se pretende es caracterizar la heterogeneidad longitudinal del tramo de estudio (zonas someras o profundas, rápidos, tablas, etc.). Se realizó un transecto en cada área en la que se ha colocado un grid, aunque para determinar el número de transectos deberemos tener además en cuenta además la heterogeneidad del tramo. En cada transecto se tomaron puntos de muestreo que se separaron entre ellos una distancia entre (0.5-1 m), aunque el número total de puntos seleccionados variaran en función de la longitud del transecto y la heterogeneidad en la dirección transversal. En cada punto se midió la profundidad total, velocidad media y sustrato, con la misma metodología usada en la caracterización del hábitat de los grids, con la peculiaridad de que se toma como sustrato el dominante en del punto delimitado por la distancia media del punto de medición al punto anterior y posterior. Estos datos nos permitirán estudiar la presencia de zonas con distintas velocidades, profundidades y tipos de sustrato existentes dentro de tramo de estudio. Esto es muy importante, ya que la preferencia del pez está en función del espectro ecológico de la especie y del hábitat disponible (Grossman et al., 1987, Heggenes et al., 1990).

2.2. Análisis del uso de microhábitat y curvas de preferencia

Una vez realizado el trabajo de campo se pasó al análisis estadístico de los datos y la determinación de las curvas de preferencia para cada especie y estadio de desarrollo (alevín, juvenil y adulto). El criterio adoptado para separar las etapas de desarrollo ha sido principalmente la estimación de la longitud de los individuos (Tabla 3).

Se calculo la frecuencia f_j para cada clase j , en la que se ha dividido todo el rango de valores para cada parámetro (en el caso de la profundidad hemos establecido intervalos cada 0.10 m, para la velocidad intervalos cada 0.10 m/s y cada tipo de sustrato según la clasificación indicada anteriormente). Esto se realizó para los transectos y los grids. Se aplica un test de ajuste estadístico, para ello nos descartamos por un test Chi-cuadrado, para demostrar que los datos obtenidos en los grid son representativos respecto el hábitat total disponible.

Calculamos el Índice de Disponibilidad para cada intervalo, I_d , que consiste en el cociente entre la frecuencia ponderada de la clase f_j y la suma de las frecuencias ponderadas de todas las clases.

$$I_{dj} = f_j / \sum F_j$$

Se normaliza este índice de disponibilidad, obteniendo valores entre 0 y 1, cuya representación gráfica nos dará la llamada Curva de Disponibilidad de hábitat para cada variable.

Para determinar el Uso de microhábitat muestreados por parte de las especies de peces estudiadas se uso en Índice de Uso (I_{uj}) para cada intervalo.

$$I_{uj} = N^\circ \text{ de individuos asociados a la clase } j / N^\circ \text{ total de individuos}$$

Se normaliza este Índice de Uso, obteniendo valores entre 0 y 1, cuya representación gráfica nos dará la llamada curva de Uso de microhábitat para cada variable.

Para desarrollar curvas de categoría III el índice de selección mas utilizado es el ratio uso/disponibilidad (“ratio de forrageo”). Éste consiste en hacer el cociente, dentro de cada clase (rango) de una variable, entre la proporción en que esa clase es utilizada y el porcentaje que esa clase representa en el medio disponible, obteniéndose así el Índice de Preferencia (I).

$$I_j = I_{uj} / I_{dj}$$

Este índice, al igual que los anteriores, se normaliza, obteniéndose valores entre 0 (valoración mínima, no aceptable) y 1 (máxima preferencia), cuya representación nos dará la curva de Preferencia para cada especie, variable y etapa de desarrollo. Las curvas obtenidas se suavizaron aplicando logaritmo y se sumo + 1, evitando así la aparición de valores negativos. Para la velocidad media y profundidad se ha trazando la curva envolvente, que será la que aparezca representada, en el caso del sustrato se presenta mediante diagrama de barras.

Especie	Alevín	Juvenil	Adulto
<i>Barbus comizo</i> (Steindachner, 1864)	0-7 cm	7-25 cm	>25 cm
<i>Barbus microcephalus</i> (Almaça, 1967)	0-7 cm	7-25 cm	>25 cm
<i>Barbus sclateri</i> (Günther, 1868)	0-7 cm	7-25 cm	>25 cm
<i>Chondrostoma willkommii</i> (Steindachner, 1866)	0-7 cm	7-25 cm	> 25 cm
<i>Cobistis paludica</i> (de Buen, 1930)	0-3 cm	3-5 cm	>5 cm
<i>Cyprinus carpio carpio</i> (Linnaeus, 1758)	0-7 cm	7-25 cm	>25 cm
<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard, 1859)	0-3 cm	3-5 cm	>5 cm
<i>Leptomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	0-5 cm	5-10 cm	>10 cm
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	0-5 cm	5-12 cm	>12 cm
<i>Squalius alburnoides</i> (Steindachner, 1866)	0-4 cm	4-6 cm	> 6 cm
<i>Squalius pyrenaicus</i> (Günther, 1868)	0-6 cm	6-10 cm	>10cm

Tabla 3. Clasificación etapas de desarrollo según criterio de longitud para cada especie.

3. RESULTADOS

3.1. Cuenca del Guadiana.

Los resultados se presentan analizando las variables consideradas: profundidad, velocidad media y sustrato.

En consecuencia de los datos obtenidos, excepto para el Calandino (*Squalius alburnoides*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) no se pudo obtener las curvas de preferencia para todas las etapas de desarrollo de las especies capturadas, en el caso del Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) solo se obtuvo para alevín y juvenil, Lamprehuela (*Cobistis paludica*) adulto, Barbo comiza (*Barbus comizo*) juvenil y Pez sol (*Lepomis gibbosus*) juvenil.

Estos resultados llevan a no poder establecer comparaciones de uso o preferencia entre las distintas etapas de desarrollo para algunas especies y limitaciones en el resto de comparaciones de las curvas de uso o preferencia.

3.1.1. Disponibilidad de hábitat físico.

El análisis comparativo de frecuencias relativas (expresados en porcentajes figura 4) de los transectos y grid para las variables profundidad, velocidad media y sustrato, basado en el test de Chi-cuadrado, ha dado resultados positivos demostrando que los registros obtenidos con los grid son representativos respecto al hábitat total disponible.

Al estudiar el hábitat disponible se analizaron las curvas de disponibilidad para las variables profundidad, velocidad media y sustrato (Figura 4, expresada en porcentajes y Figura 5). En cuanto a la profundidad predominan las zonas de profundidades entre 0.10

y 0.60 m, representando el 74.84 % del hábitat. La disponibilidad disminuyen considerablemente profundidades muy bajas, 0-0.10 m y muy altas, a partir de 0.60 m. Siendo la profundidad máxima disponible encontrada de 1.50 m. El análisis de la velocidad media nos indica que predominan las zonas lentas entre 0-0.100 m/s, representando el 83.70 % del hábitat. La disponibilidad se disminuye considerablemente a partir de 0.200 m/s y haciéndose prácticamente 0 a partir de 0.600m/s. Siendo la velocidad media máxima disponible encontrada de 1.024 m/s. Por último, para el sustrato, predominan los cantos rodados y grava, seguidos de roca madre.

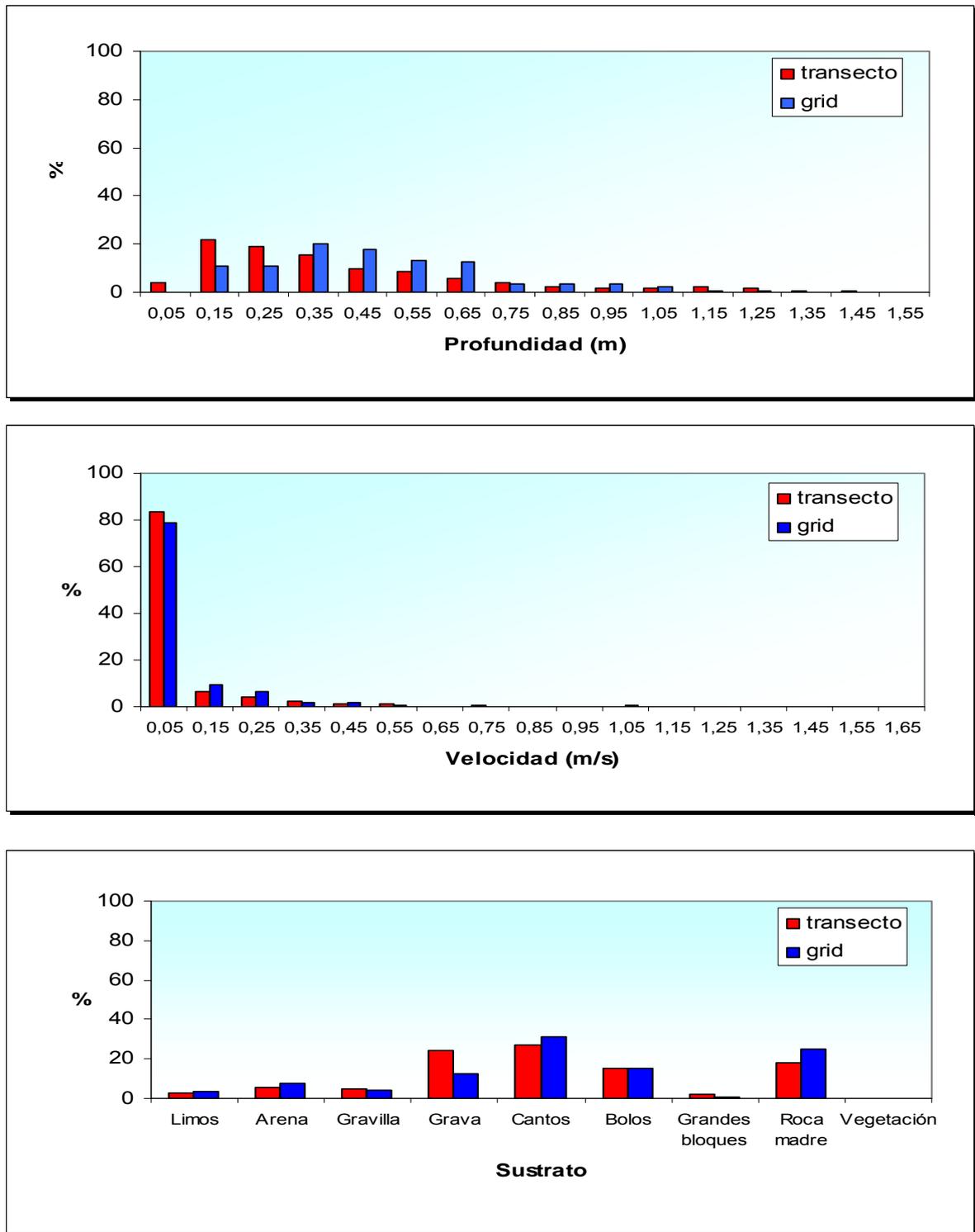


Figura 4: Frecuencias relativas (expresada en porcentajes) de registros de transectos y grid de las variable profundidad, velocidad media y sustrato.

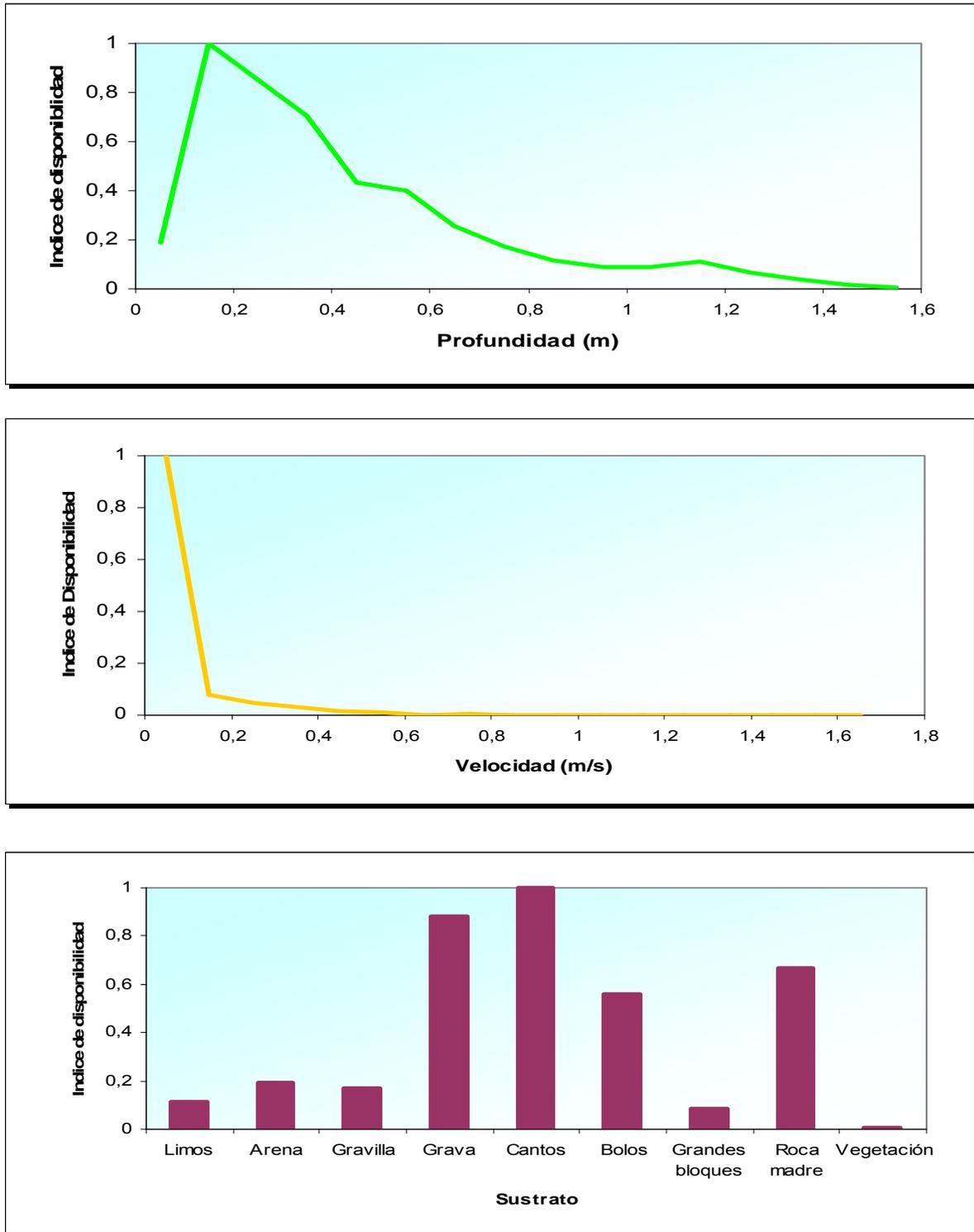


Figura 5. Curvas de Disponibilidad de hábitat para profundidad, velocidad media y sustrato.

3.1.2. Uso de hábitat.

En el muestreo con electrogrid del uso de hábitat se realizaron 119 registros, obteniéndose la preferencia mostrada por 590 individuos de especies autóctonas. El Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) contaba con 132 alevines y 46 juveniles, Calandino (*Squalius alburnoides*) 102 alevines, 199 juveniles y 50 adultos, Lamprehuela (*Cobitis palúdica*) 8 adultos, Cacho (*Squalius pyrenaicus*) 9 alevines, 20 juveniles y 13 adultos, Barbo comizo (*Barbus comizo*) 4 juveniles. De especies exóticas se obtuvieron 19 individuos y Pez sol (*Lepomis gibbosus*) 1 alevín, 14 juveniles y 2 adultos.

Se encontró además una Gambusia (*Gambusia holbrooki*), de 50 mm de longitud en el tramo 2 de la Rivera de Chanza y un Lucio (*Esox lucius*) de 150 mm de longitud en el tramo 2 del río Estena.

3.1.2.1. Especies indicadoras (figuras 6, 7, 8, 9, 10,11, y12)

Al analizar la profundidad se comparó primero los resultados para la especie (independientemente de la etapa de desarrollo), se ha encontrado que Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (mediana de 0.54 m) usa profundidades similares que Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) (mediana 0.51 m), ambas especies a su vez se han encontrado en aguas de mas profundas que Calandino (*Squalius alburnoides*) (mediana 0.38 m).

Para cada etapa de desarrollo entre especies. En el caso de los alevines, Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) (0.10-0.20 m) usa profundidades mas someras que Cacho (*Squalius pyrenaicus*) y Calandino (*Squalius alburnoides*), las cuales usan rangos de profundidades similares (0.60-0.70 m). En el caso de juveniles Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) usa profundidades mayores (1.20-1.30 m) que Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (0.70-0.80) y Barbo comizo (*Barbus comizo*) (0.50-0.60 m), siendo Calandino (*Squalius alburnoides*) juvenil el que usa profundidades mas someras (0.30-0.40 m). En adultos, Cacho (*Squalius pyrenaicus*) usa profundidades mayores (0.90-1.00 m) que Lamprehuela (*Cobitis palúdica*) (0.70-0.80 m) siendo Calandino (*Squalius alburnoides*) adulto el que usa profundidades mas someras (0.30-0.40).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) los juveniles usan profundidades mayores (1.20-1.30 m) que los alevines (0.10-0.20 m). Para Calandino (*Squalius alburnoides*) se observa que los alevines usa profundidades mayores (0.60-0.70 m) que los juveniles y adultos (0.30-0.40 m) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) los adultos (0.90-1 m) usan profundidades mayores que los juveniles (0.70-0.80 m), que a su vez usa zonas de profundidades mayores que los alevines (0.60-0.70 m).

Al comparar la velocidad media para la especie (independiente de la etapa de desarrollo) se ha encontrado que las tres especies usan rangos de velocidades lentas Calandino (*Squalius alburnoides*), Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (mediana 0 m/s).

El análisis para cada etapa de desarrollo entre especies. Para alevines, las tres especies Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*, *Squalius alburnoides* y *Squalius*

pyrenaicus) usan el mismo rango de velocidades (0-0.100 m/s). En el caso de los juveniles, Barbo comizo (*Barbus comizo*) usa velocidades mayores (0.200-0.300 m/s) que las otras especies Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*), Calandino (*Squalius alburnoides*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (0.100-0.200 m/s).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) tanto alevines como juveniles usan el mismo rango de velocidades (0-0.100 m/s), Calandino (*Squalius alburnoides*) juveniles y adultos usan mayores velocidades (0.100-0.200 m/s) que los alevines (0-0.100 m/s), Cacho (*Squalius pyrenaicus*) los juveniles usan velocidades mayores (0.100-0.200 m/s) que los alevines y adultos (0-0.100 m/s).

El análisis del sustrato, expresado en grafico de barras, para cada etapa de desarrollo entre especies, se observan que alevines de Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) y Calandino (*Squalius alburnoides*) usan el mismo tipo de sustrato (gravilla) en cambio Cacho (*Squalius pyrenaicus*) usa un sustrato mas grueso (grava seguido de gravilla), juveniles Barbo comizo (*Barbus comizo*) usa un sustrato mas grueso (bolos) que el resto de las especies, tanto Calandino (*Squalius alburnoides*) como Cacho (*Squalius pyrenaicus*) usan el mismo tipo de sustrato (gravilla), siendo Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) el que usa un sustrato mas fino (arena).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo muestra que en Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*), los juveniles usan un sustrato mas fino (arena aunque también hacen uso de gravilla) que los alevines (gravilla). Para Calandino (*Squalius alburnoides*) las tres etapas usan el mismo sustrato (gravilla), Cacho (*Squalius pyrenaicus*) tanto alevines como juveniles usan el mismo sustrato (gravilla), siendo los adultos los que usan el sustrato mas fino (limo).

3.1.2.2. Especies exóticas

En el caso de Pez sol (*Lepomis gibbosus*), aunque se obtuvieron datos de todas las etapas de desarrollo, solo fue viable el desarrollo de curvas para la etapa juvenil., mostrándose un uso de zonas de profundidades medias (0.40-0.50 m), velocidades lentas (0-0.100 m/s) y sustrato grueso (grandes bloques) (Figura 13).

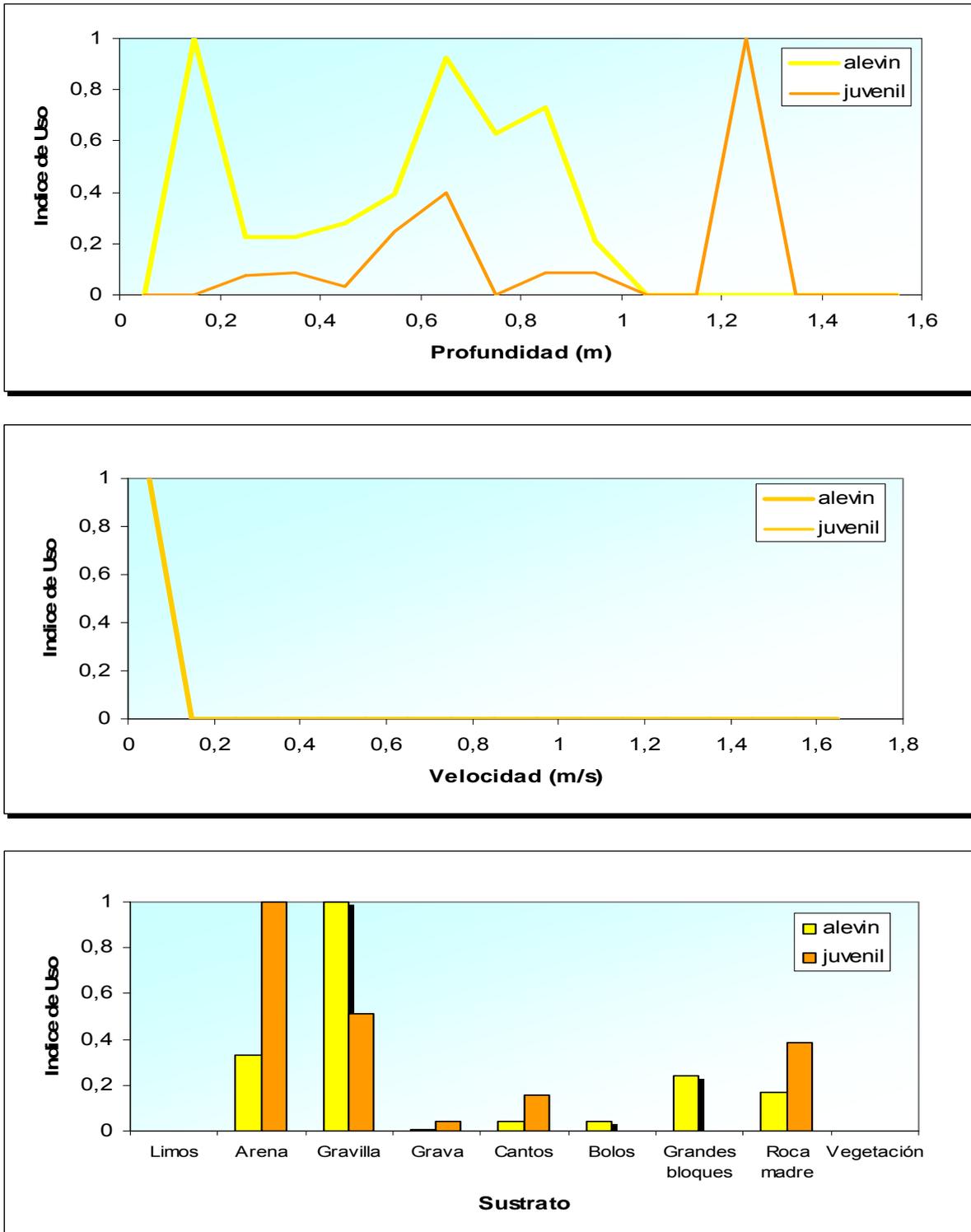


Figura 6. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo cabecicorto (*Barbus microcephalus*)-alevín y juvenil.

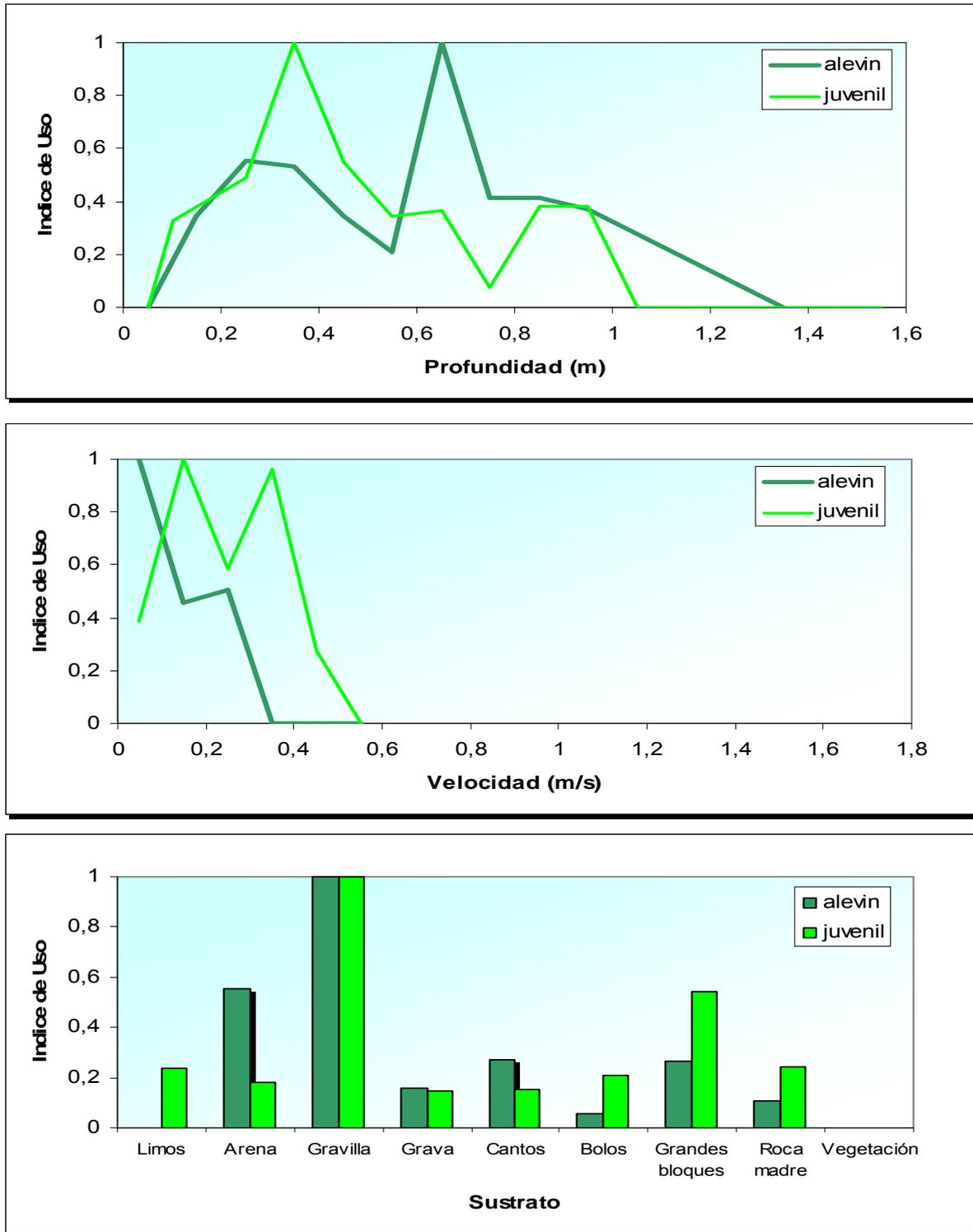


Figura 7. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Calandino (*Squalius alburnoides*)-alevín y juvenil.

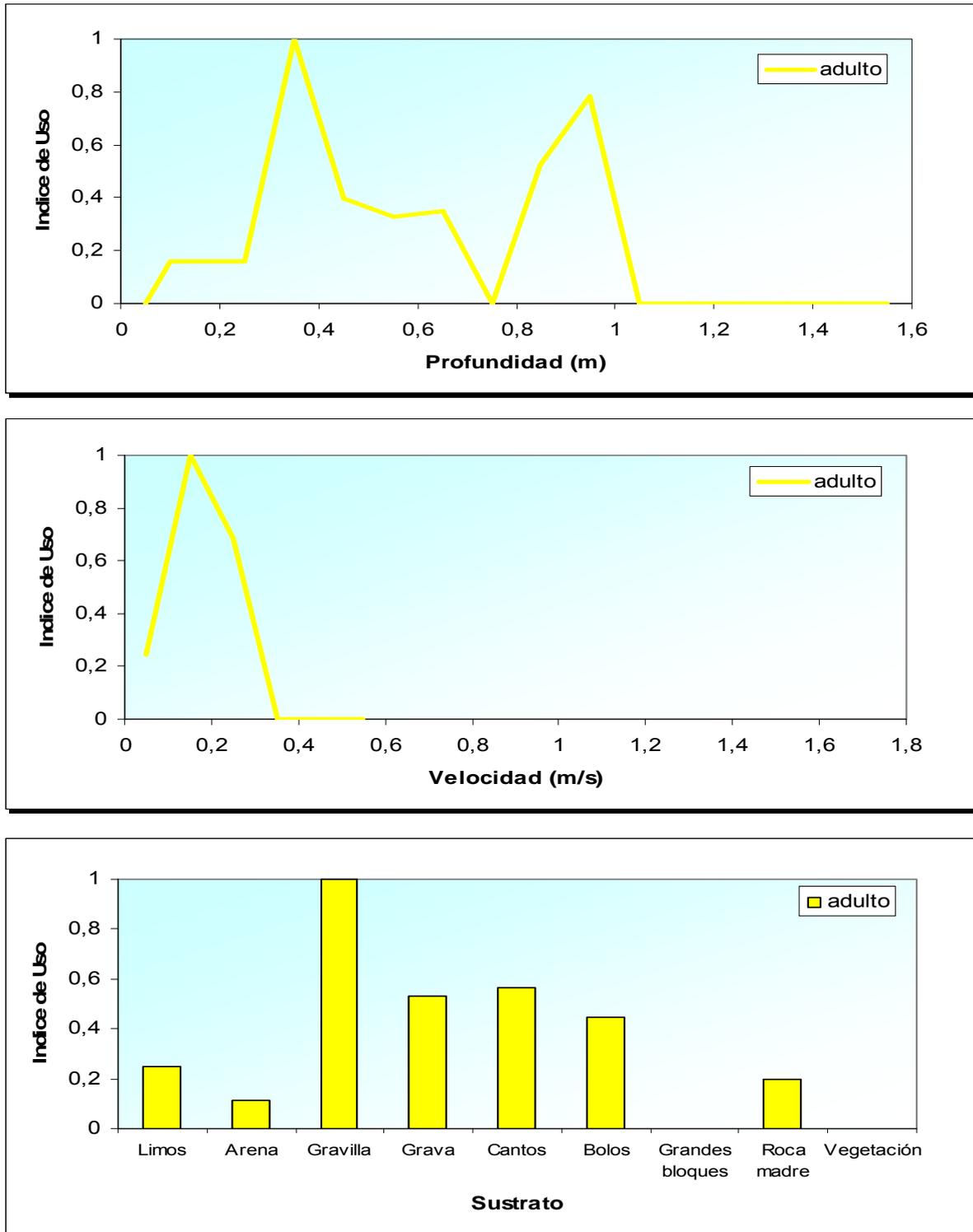


Figura 8. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Calandino (*Squalius alburnoides*)--adulto.

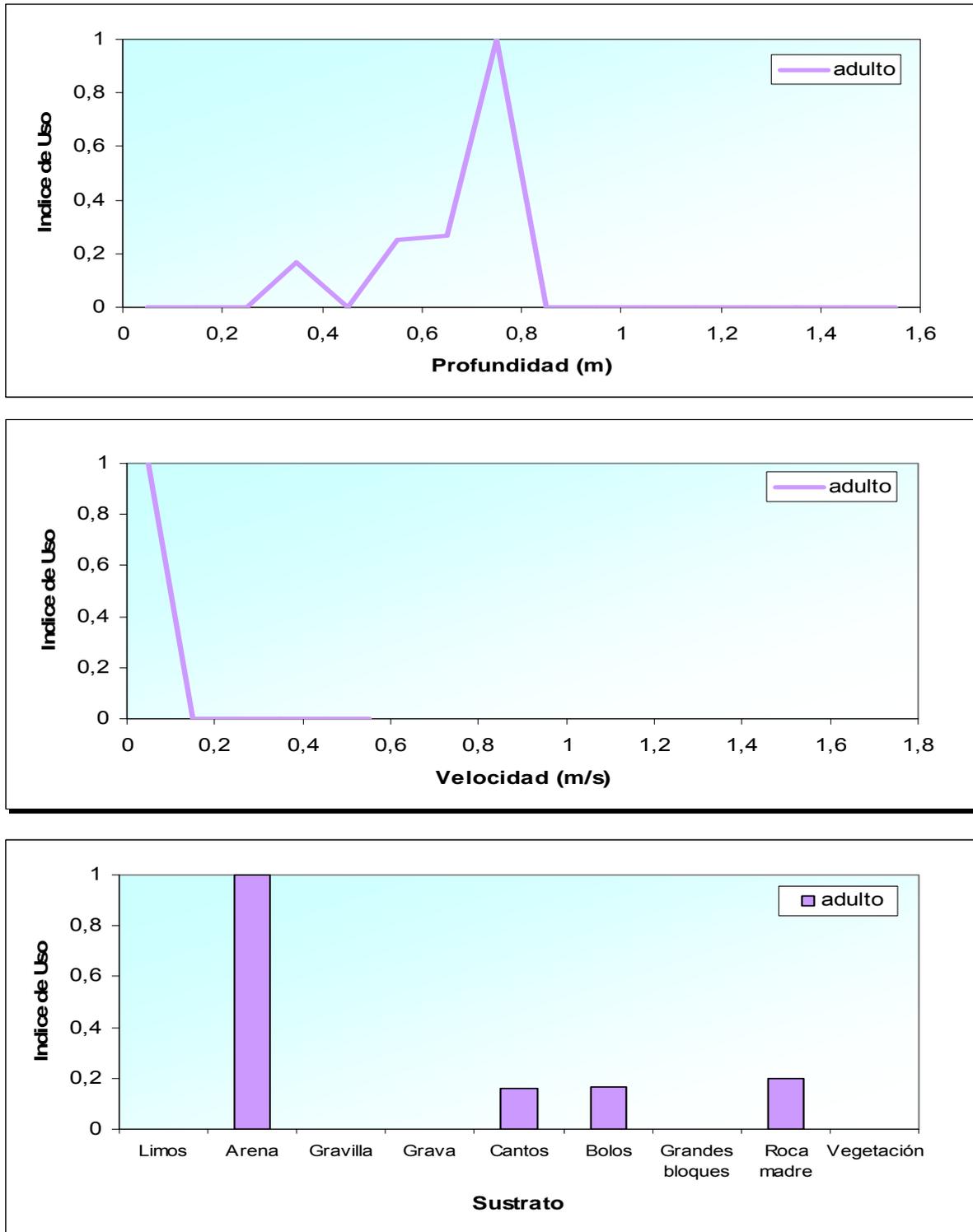


Figura 9. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Lamprehuela (*Cobitis paludica*)-adulto

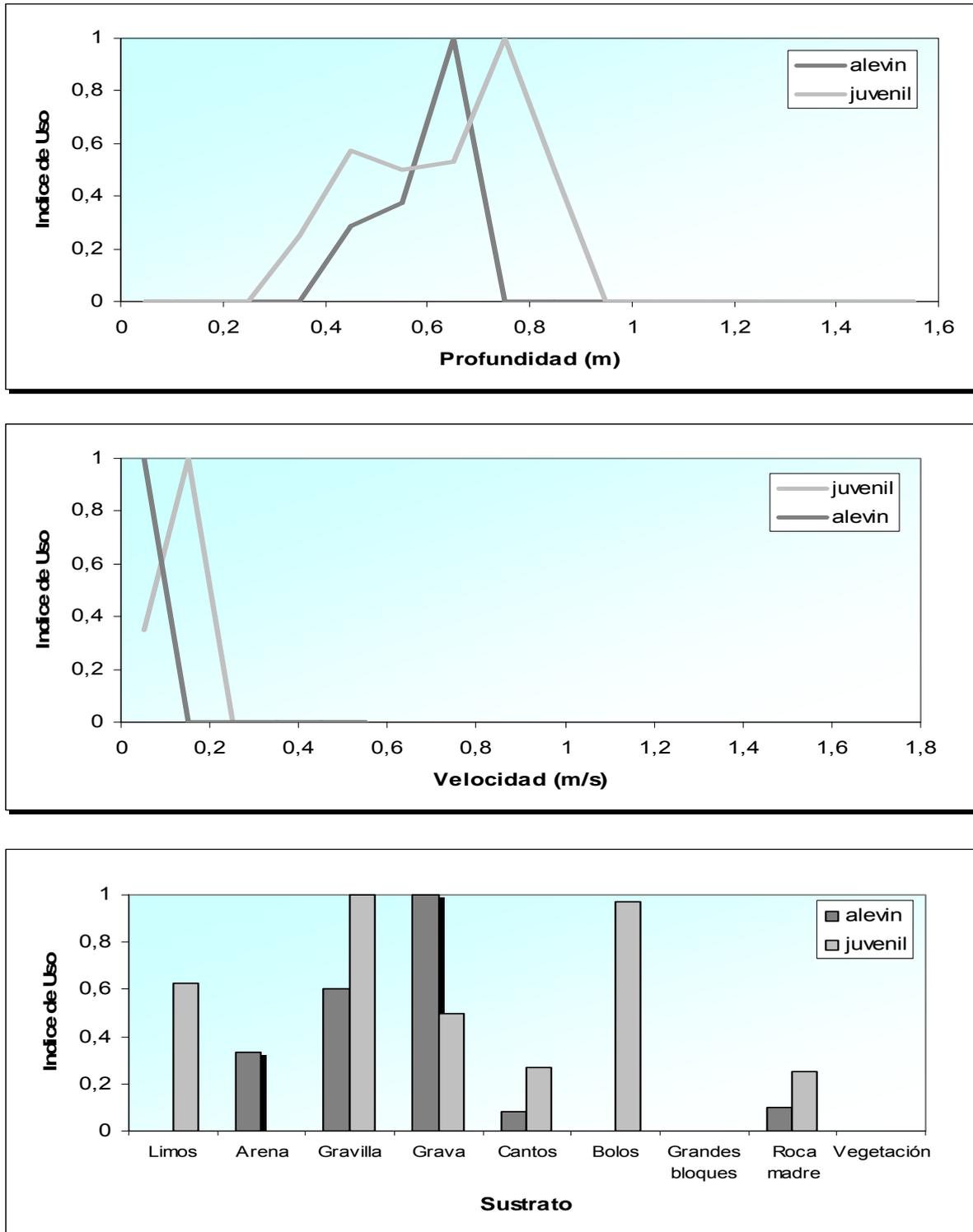


Figura 10. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Cacho (*Squalius pyrenaicus*)-alevín y juvenil.

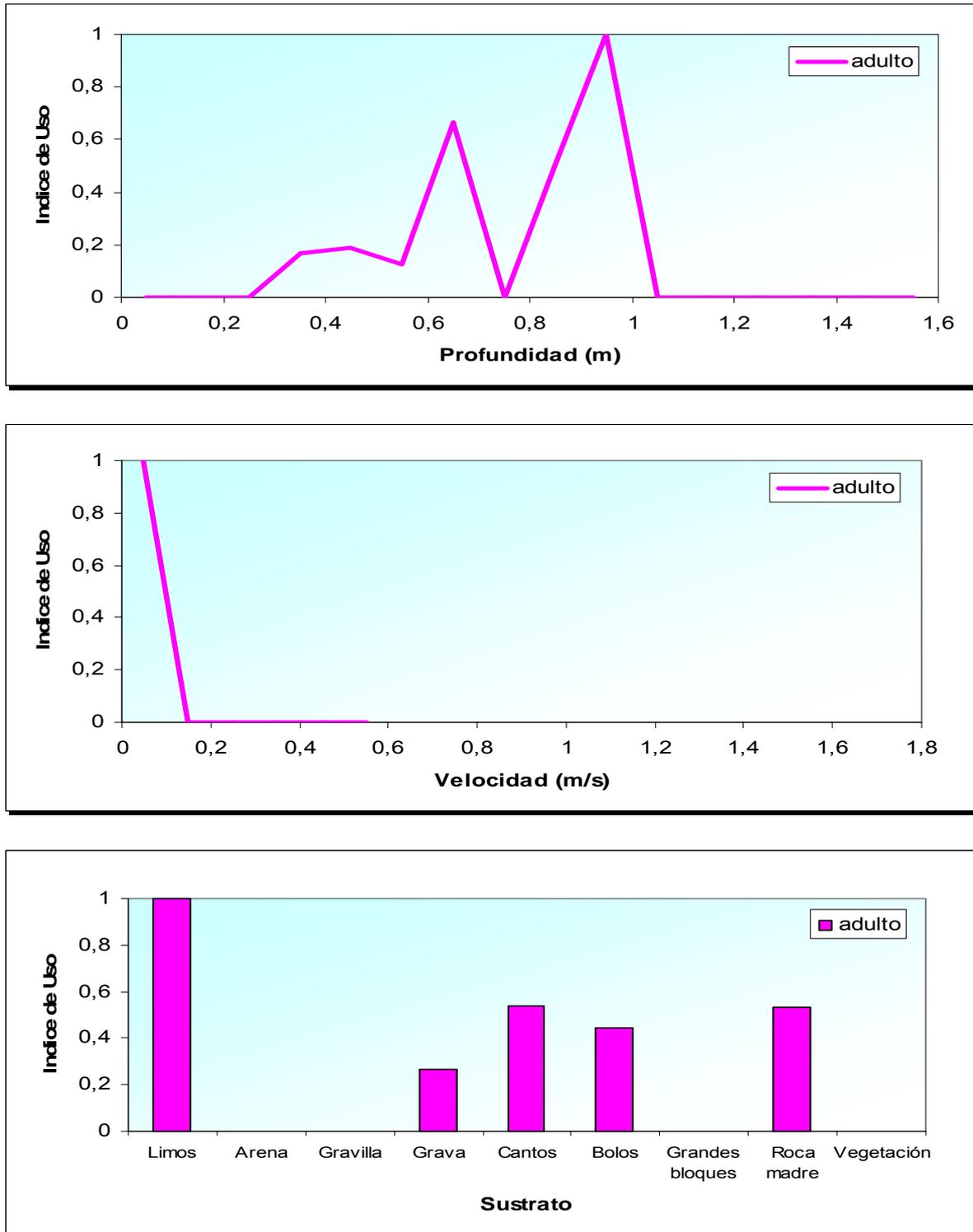


Figura 11. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Cacho (*Squalius pyrenaicus*)-adulto.

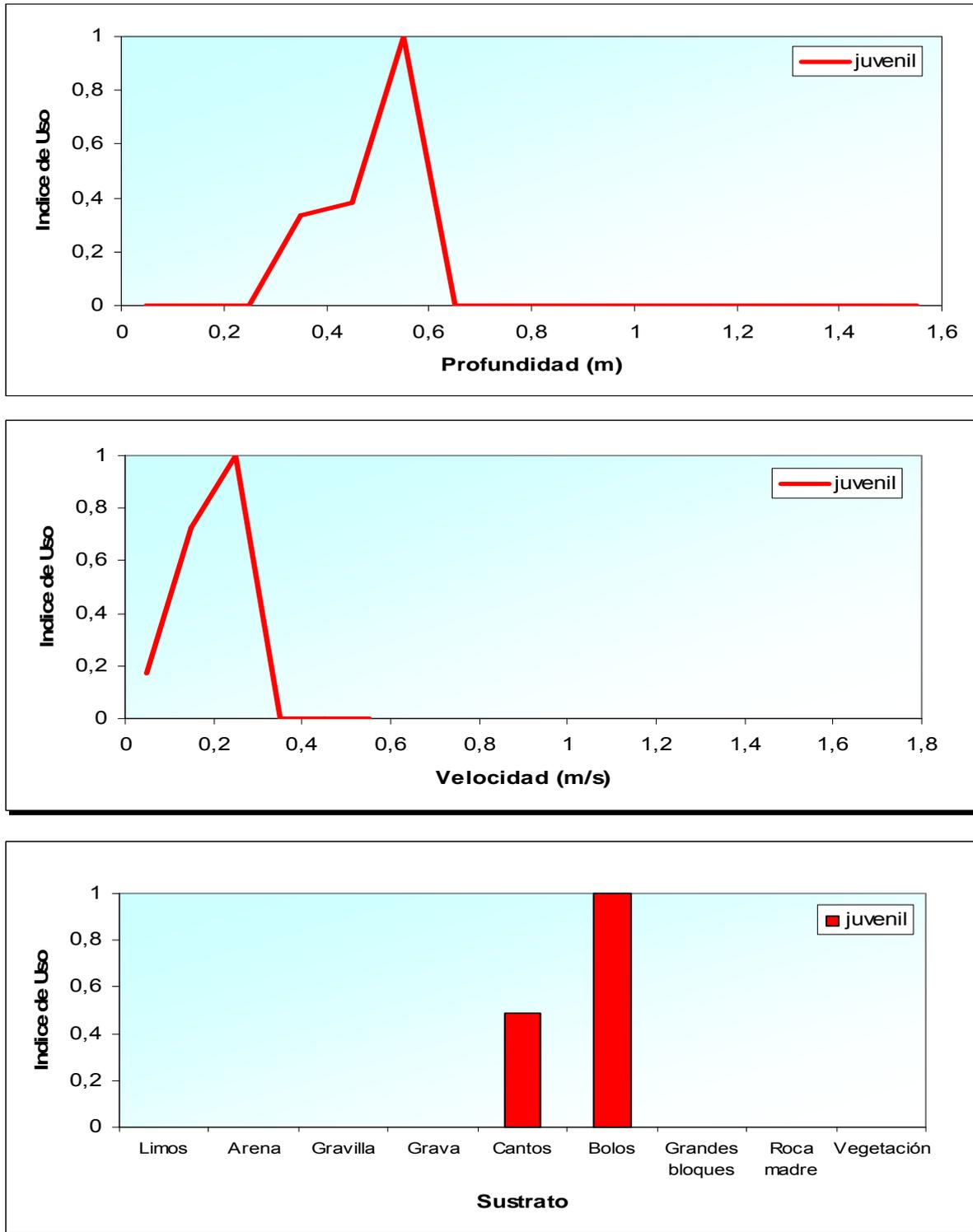


Figura 12. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo comiza (*Barbus comiza*)-juvenil

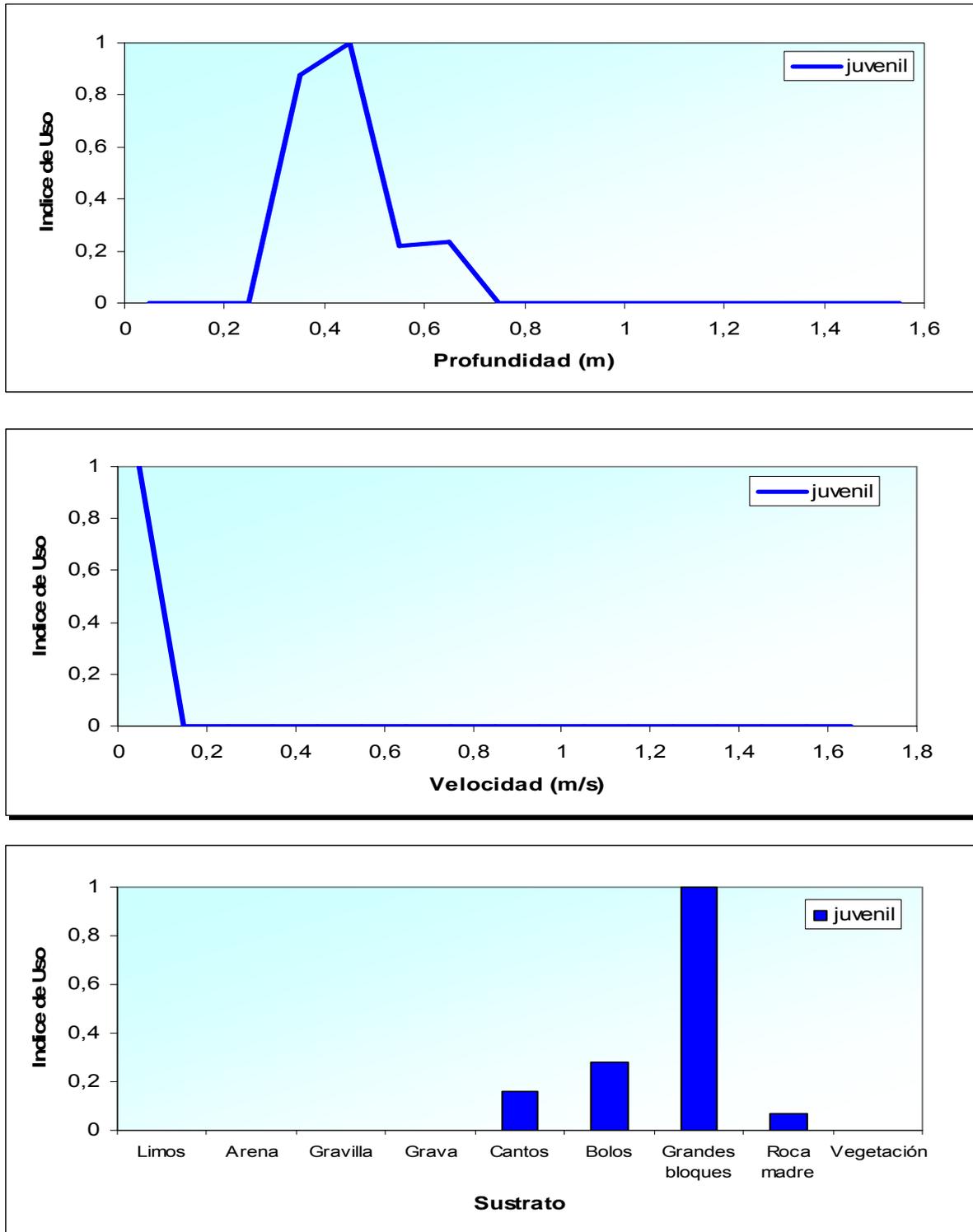


Figura 13. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Pez Sol (*Lepomis gibbosus*)-juvenil.

3.1.3. Preferencias de hábitat.

3.1.3.1. Especies indicadoras (figuras. 14, 15, 16, 17, 18,19 y 20)

En el análisis de la profundidad se observa que las curvas de uso y preferencia han dado resultados muy similares, existiendo coincidencia en el óptimo, excepto para Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) alevín, y Calandino (*Squalius alburnoides*) juvenil y adulto en los que las curvas de preferencia se encuentran desplazadas hacia la derecha. Respecto a la disponibilidad de hábitat se observa en todas las especies se hace un uso y preferencia de las zonas menos disponibles.

Comparando cada etapa de desarrollo entre especies. Para alevines Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) muestra una preferencia por zonas más profundas (0.70-0.90 m) que el resto de alevines, Calandino (*Squalius alburnoides*) prefiere zonas de profundidades medias (0.60-0.70 m), siendo Cacho (*Squalius pyrenaicus*) el que prefiere zonas más someras (0.50-0.60 m) respecto a las otras especies. En el caso de los juveniles se vuelve a observar el mismo patrón, Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) prefiere profundidades mayores (1.10-1.30 m) que el resto de especies, Calandino (*Squalius alburnoides*) es la especie que presenta un rango de preferencia mayor (0.30-1 m), Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (0.60-0.80 m), siendo Barbo comizo (*Barbus comizo*) el que muestra una preferencia por profundidades más someras. Para adultos, Calandino (*Squalius alburnoides*) (0.90-1 m) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (0.80-1 m) presentan un rango de preferencia similar, aunque en el caso del Cacho el rango de preferencia es más amplio, Lamprehuela (*Cobitis palúdica*) es la especie que presenta preferencia por zonas más someras (0.60-0.80 m) respecto a las otras dos especies.

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) los juveniles prefieren zonas más profundas (1.10-1.30 m.) que los alevines (0.70-0.90 m), Calandino (*Squalius alburnoides*) los adultos prefieren profundidades similares (0.90-1 m) que los juveniles siendo esta etapa la que presenta un mayor rango de preferencia (0.30-1 m), los alevines son la etapa que presenta preferencia por zonas más someras (0.60-0.70 m) respecto a las otras dos etapas, Cacho (*Squalius pyrenaicus*) los adultos prefieren profundidades mayores (0.80-1 m) que los juveniles (0.6-0.8 m), siendo de nuevo los alevines los que presentan preferencia por zonas más someras (0.50-0.70 m). Capel & García de Jalón (1999) calcularon curvas de preferencia de microhábitat para Cacho (*Squalius pyrenaicus*) encontrando preferencias mayores para los adultos (>1.22 m) y para juveniles obtuvieron preferencia por profundidades más someras (0.42-0.46 m), y la diferencia más destacable fueron los datos obtenidos para los alevines, que mostraron preferencia por profundidades muy dispares a las de este estudio (1.17-1.21 m). En cambio las curvas de García Jalón & Capel (2001), mostraron la misma tendencia que nuestro estudio a preferir profundidades mayores a medida que crece, solo que las preferencias para alevín y juvenil fueron por profundidades más someras.

El análisis de la velocidad media muestra que las curvas de preferencia y uso muestran coincidencia en óptimo para todas las especies aunque respecto a la disponibilidad se observa un desplazamiento hacia las zonas menos disponibles.

Comparando cada etapa de desarrollo entre especies. Para alevines, Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) prefieren el mismo rango de velocidades (0-0.100 m/s) y mas lentas que los alevines de Calandino (*Squalius alburnoides*) (0-0.300 m/s). Para juveniles, Calandino (*Squalius alburnoides*) prefiere zonas de velocidades mayores (0.200-0.400 m/s) que el resto de los juveniles de las otras especies, Barbo comizo (*Barbus comizo*) (0.100-0.300 m/s), Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (0.100-0.200 m/s), los juveniles que seleccionan una zona mas lenta son los de Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) (0.-0.100 m/s). En el caso de adultos vuelve a ser Calandino (*Squalius alburnoides*) el que presenta preferencia por zonas de velocidades mayores (0.100-0.400 m/s) que el resto de adultos, Cacho (*Squalius pyrenaicus*) y Lamprehuela (*Cobitis palúdica*) que coinciden en el rango de velocidades (0-0.100 m/s).

Comparando las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) tanto alevines como juveniles presentan preferencia por la misma zona de velocidades lentas (0-0.100 m/s), Calandino (*Squalius alburnoides*) los juveniles (0.200-0.400 m/s) y adultos (0.100-0.400 m/s) presentan preferencia por velocidades mayores que los alevines (0-0.300 m/s). Por último Cacho (*Squalius pyrenaicus*) alevines y adultos presenta preferencia por zonas con el mismo rango de velocidades lentas (0-0.100 m/s), siendo los juveniles los que muestra una preferencia por zonas ligeramente mas rápidas (0.100-0.200 m/s). Este comportamiento en adultos no ha sido observado por otros autores que han realizado estudios sobre el Cacho. Capel & García de Jalon (1999) obtuvieron rangos de velocidades similares, para alevines (0.110-0.150 m/s), pero la preferencia de los adultos se asemejaba la de los juveniles (0.160-0.200 m/s), este comportamiento volvió a ser demostrado por García Jalón & Capel (2001).

En relación al sustrato, expresado en gráficos de barras. Al comparar cada etapa de desarrollo entre especies se observan que los en los alevines las tres especies prefieren el mismo tipo de sustrato (gravilla), aunque (*Squalius alburnoides*) también muestra preferencia adecuada (>0,5) por arena y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) por grava y arena. Juveniles, Barbo comizo (*Barbus comizo*) es la especie que muestra preferencia por un sustrato mas grueso (bolos), Calandino (*Squalius alburnoides*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*) muestran preferencia por el mismo tipo de sustrato (gravilla), aunque Calandino también muestra preferencia adecuada (>0,5) por grandes bloques y Cacho por limos y bolos. La especie que muestra preferencia por un sustrato mas fino (arena) es Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*), aunque también muestra preferencia adecuada (>0,5) por gravilla. En adultos Calandino (*Squalius alburnoides*) muestra preferencia por sustrato mas grueso (gravilla) que Cacho (*Squalius pyrenaicus*) (limo) y Lamprehuela (*Cobitis palúdica*) (arena).

Comparando las distintas etapas de desarrollo, se observa que Barbo cabecicorto (*Barbus mirocephalus*) los alevines muestra preferencia por sustrato mas grueso (gravilla) que los juveniles (arena, aunque también muestra una preferencia adecuada (>0.5) por gravilla), Calandino (*Squalius alburnoides*) las tres etapas muestran preferencia por el mismo sustrato (gravilla), aunque los alevines también muestra una preferencia adecuada (>0.5) por arena y los juveniles por grandes bloques. Cacho (*Squalius pyrenaicus*) los adultos son los que muestran preferencia por un sustrato mas fino (limo) que las otras dos etapas, en el caso de los juveniles y alevines muestran preferencia por gravilla aunque en el caso de los juveniles también muestra una

preferencia adecuada (>0.5) por limos y bolos, y los alevines por grava y arena, Capel & García de Jalon (1999 y 2001) coincidieron en la preferencia por el mismo tamaño de sustrato. Esto parece responder a su estrategia alimentaria, teniendo una dieta basada en macroinvertebrados que descienden suspendidos en la columna de agua, cuya abundancia es mayor en las zonas de grava y gravilla.

3.1.3.2. *Especies exóticas*

En el caso de Pez sol (*Lepomis gibbosus*) (figura 21), aunque se obtuvieron datos de todas las etapas de desarrollo, solo fue viable el desarrollo de curvas para la etapa juvenil. En el análisis se observa que las curvas de uso y preferencia han dado resultados muy similares para todas las variables (profundidad, velocidad media y sustrato), existiendo coincidencia en el óptimo, mostrándose una preferencia por zonas de profundidades medias (0.40-0.60 m), velocidades lentas (0.-0.100 m/s) y sustrato grueso (grandes bloques).

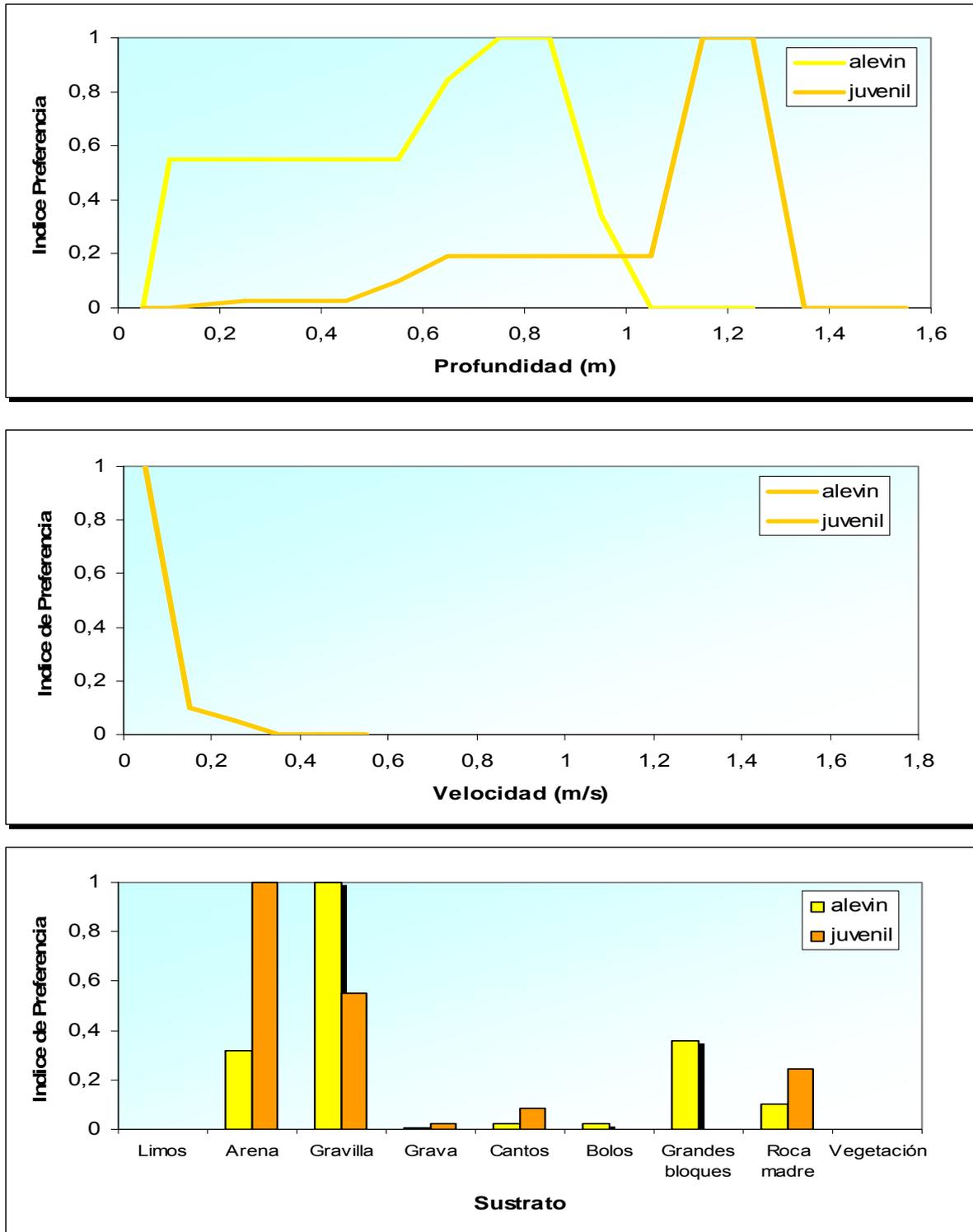


Figura 14. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo cabecicorto (*Barbus microcephalus*)-alevín y juvenil.

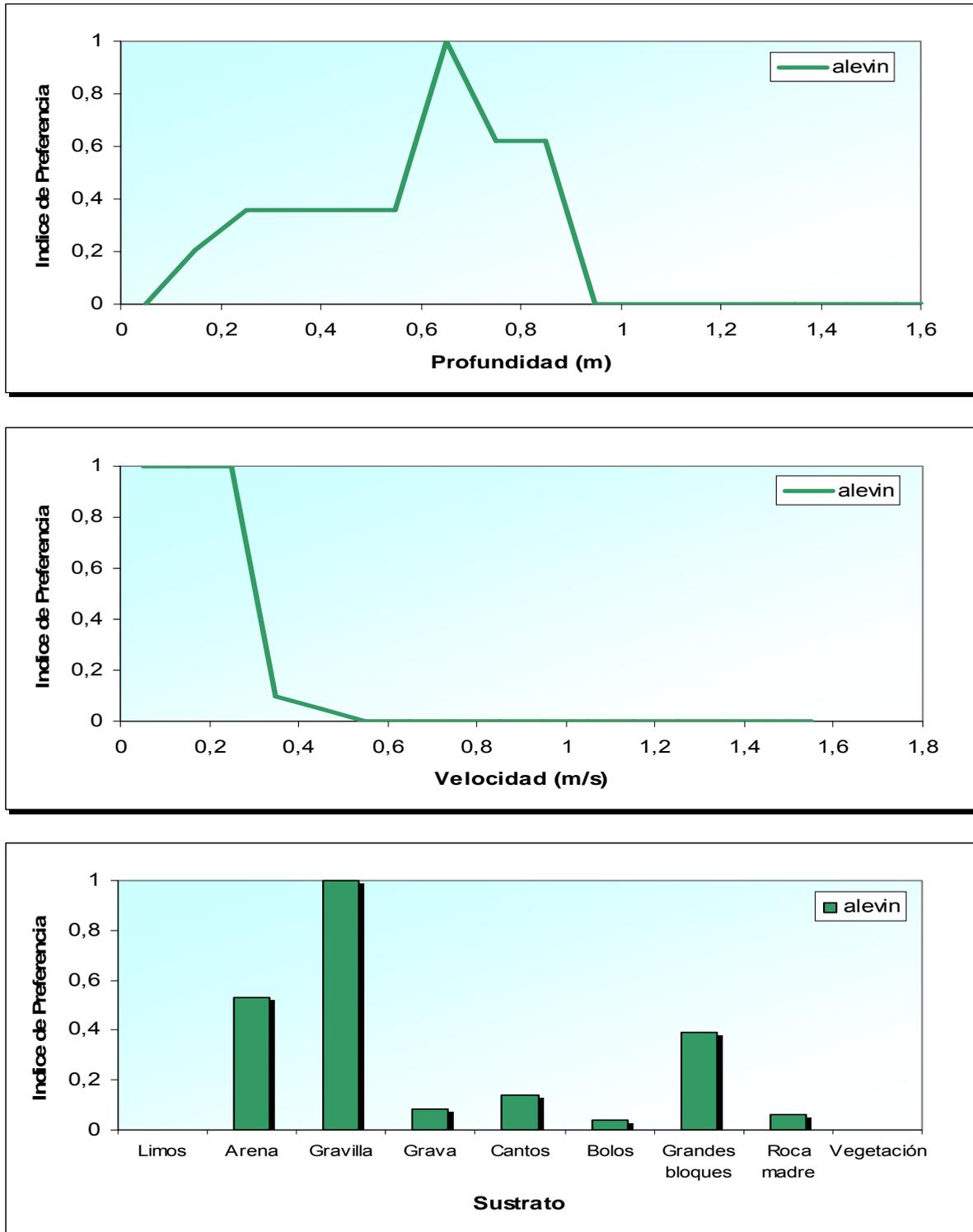


Figura 15. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Calandino (*Squalius alburnoides*)-alevín.

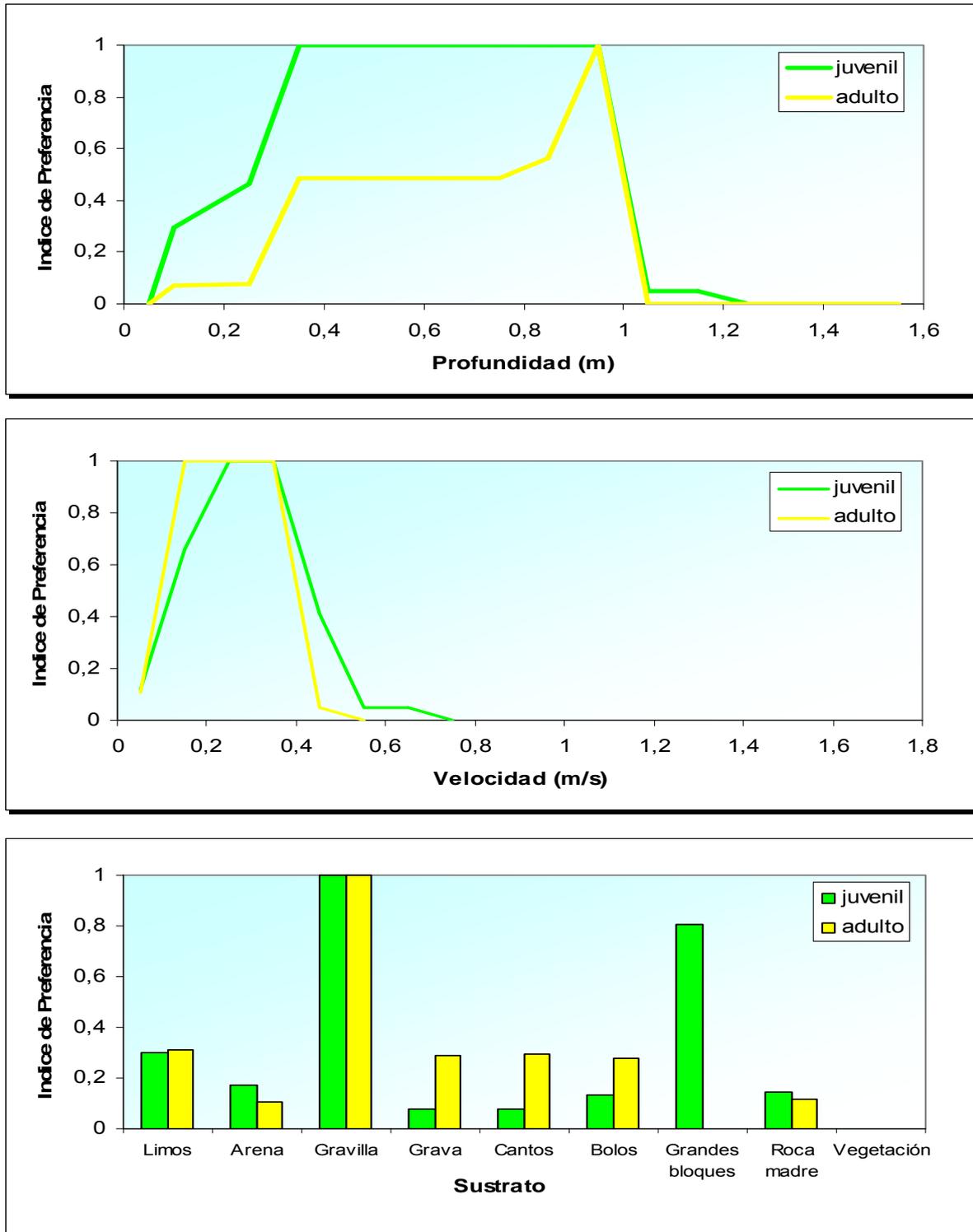


Figura 16. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Calandino (*Squalius alburnoides*)-juvenil y adulto.

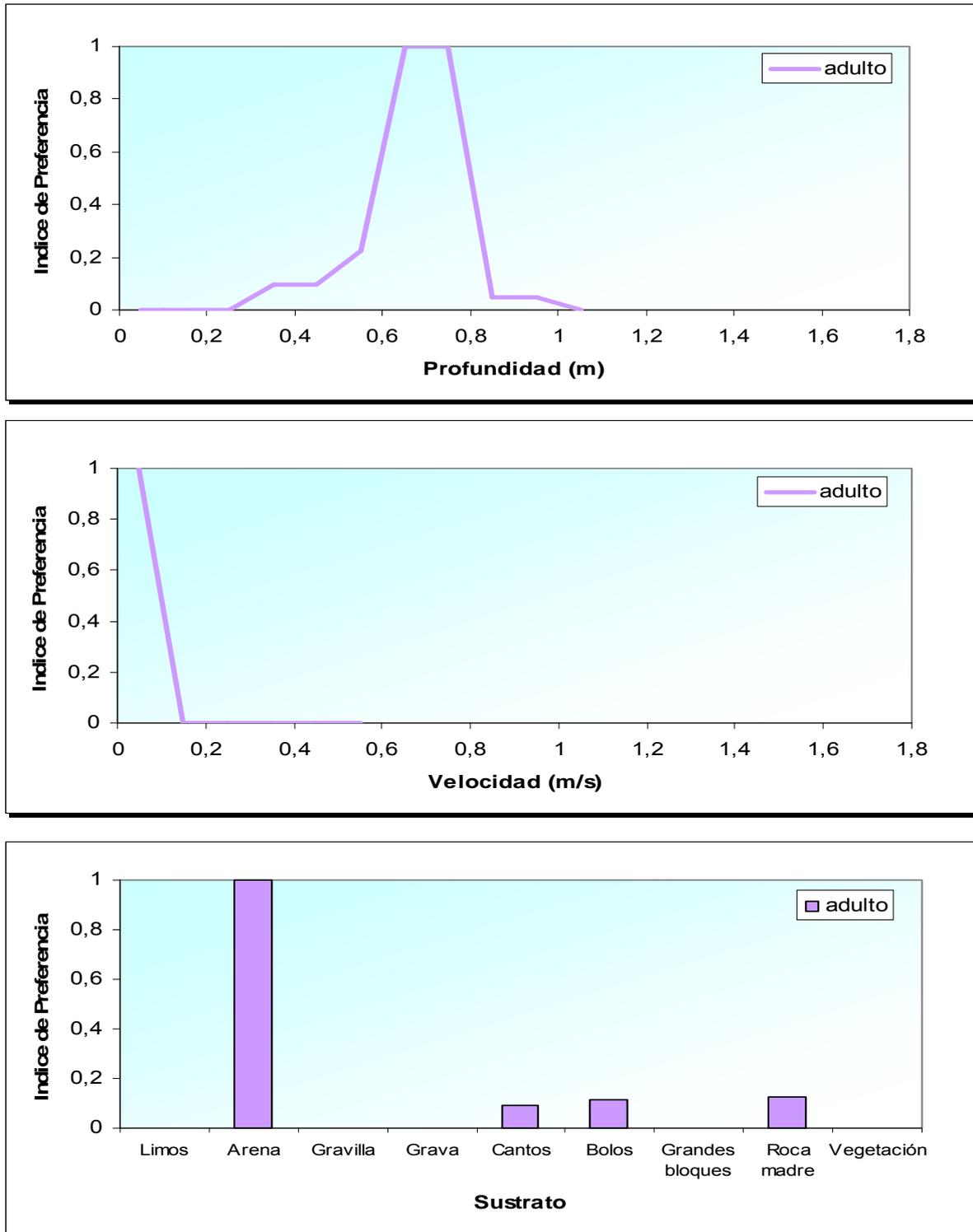


Figura 17. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Lamprehuela (*Cobitis paludica*)-adulto.

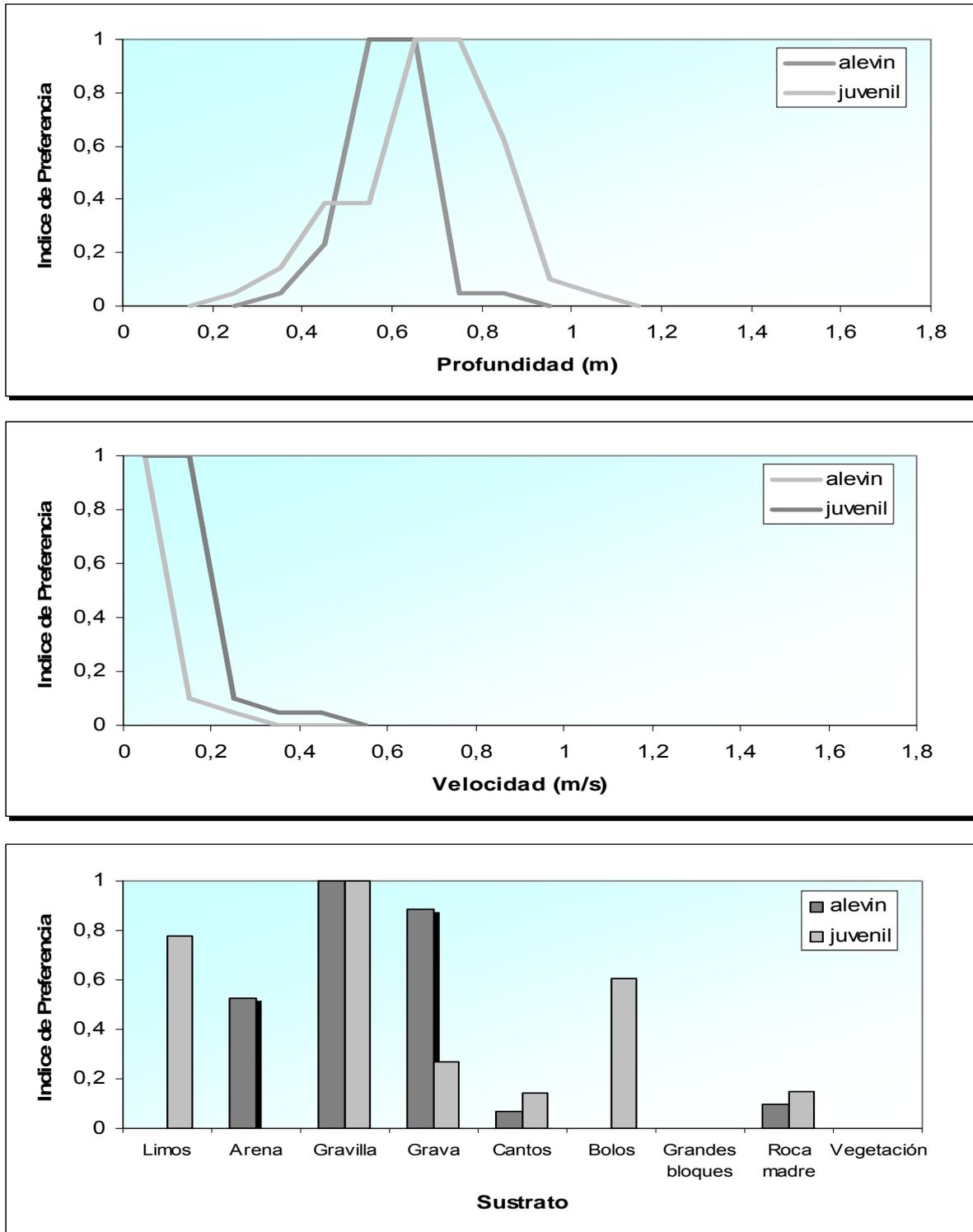


Figura 18. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Cacho (*Squalius pyrenaicus*)-alevín y juvenil.

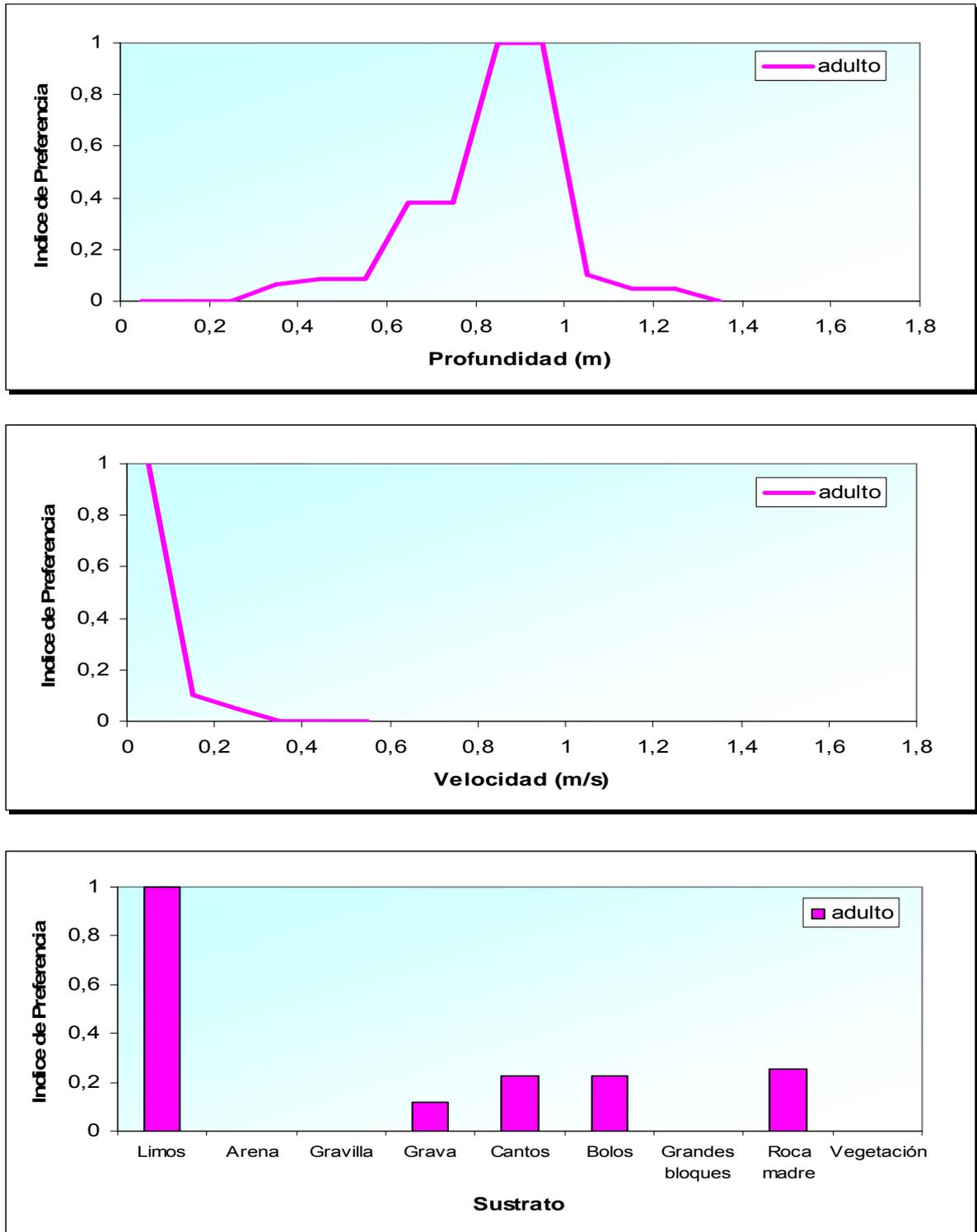


Figura 19. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Cacho (*Squalius pyrenaicus*)-adulto.

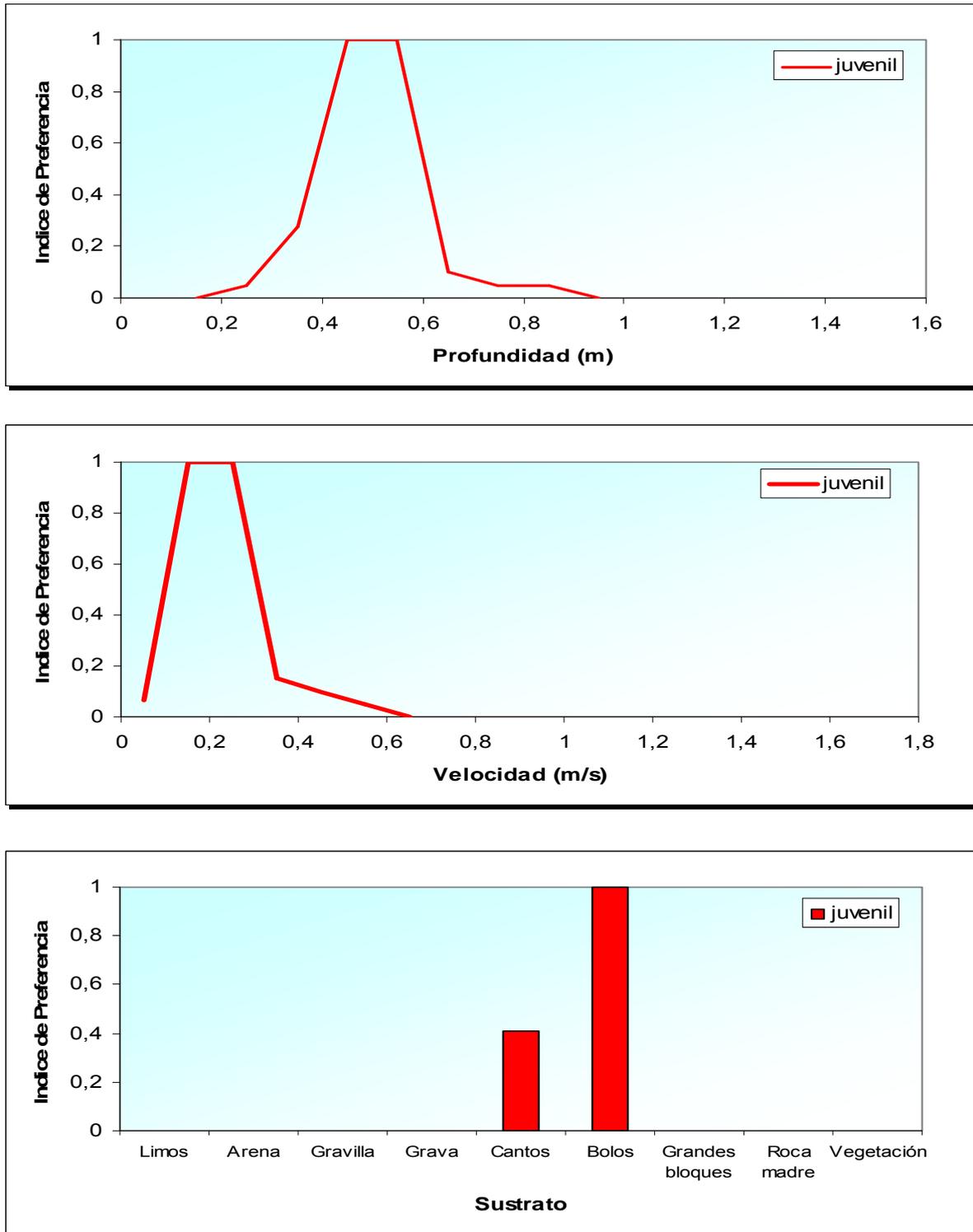


Figura 20. Curvas de uso de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo comiza (*Barbus comiza*)-juvenil

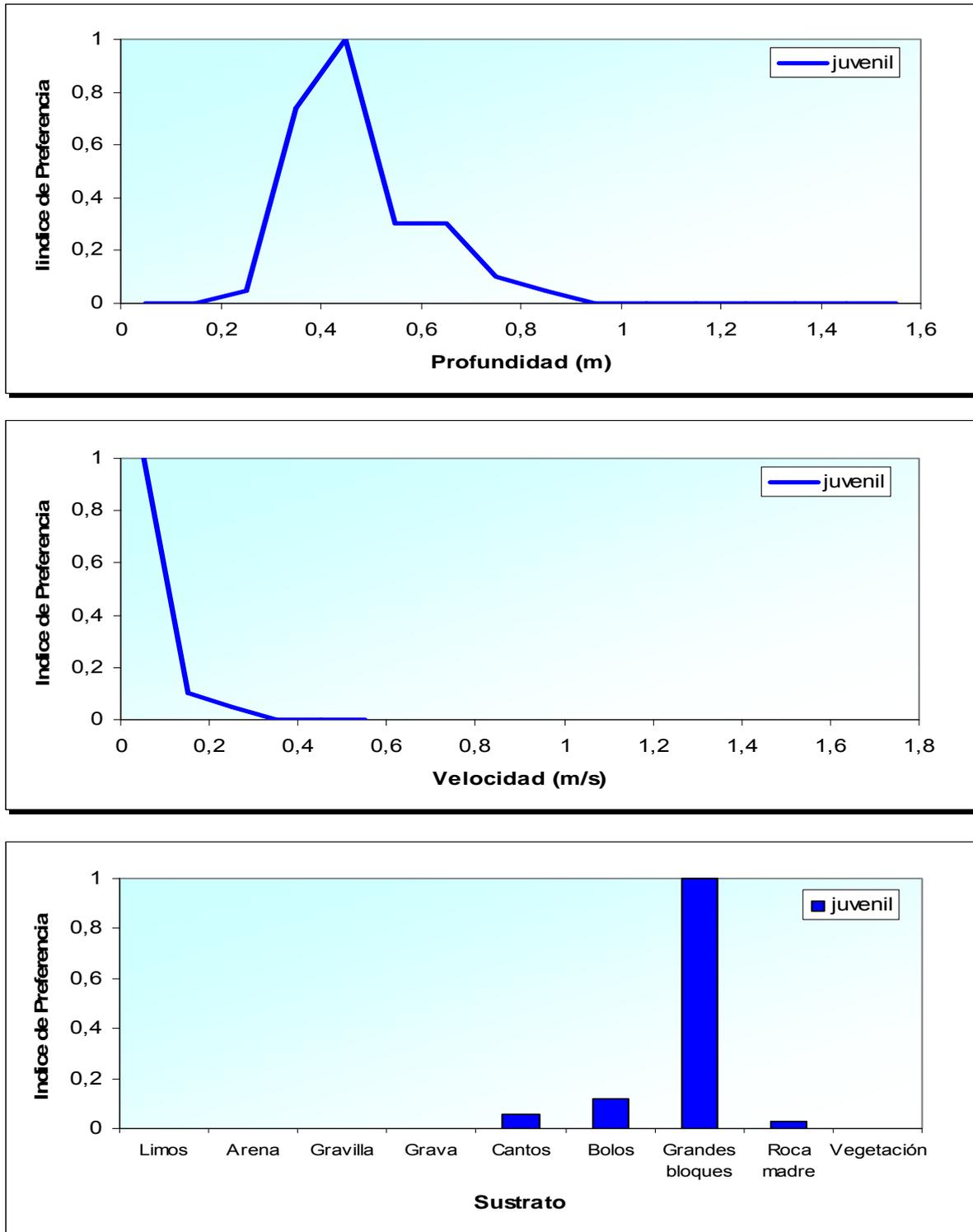


Figura 21. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Pez Sol (*Lepomis gibbosus*).-alevín y juvenil.

3.2. Guadalquivir

Los resultados se presentan analizando las variables consideradas: profundidad, velocidad media y sustrato.

En consecuencia de los datos obtenidos, excepto para el Barbo gitano (*Barbus sclateri*) no se pudo obtener las curvas de preferencia para todas las etapas de desarrollo de las especies capturadas, en el caso de la Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) solo se obtuvo para juvenil, Calandino (*Squalius alburnoides*) inviable para ninguna etapa, Pez sol (*Lepomis gibbosus*) juvenil, Perca (*Micropterus salmoides*) alevín y Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*), adulto.

Estos resultados llevan a no poder establecer comparaciones de uso o preferencia entre las distintas etapas de desarrollo para algunas especies y limitaciones en el resto de comparaciones de las curvas de uso o preferencia.

3.2.1. Disponibilidad de hábitat físico.

El análisis comparativo de frecuencias relativas (expresados en porcentajes figura 22) de los transectos y grid para las variables profundidad, velocidad media y sustrato, basado en el test de Chi-cuadrado, ha dado resultados positivos demostrando que los registros obtenidos con los grid son representativos respecto al hábitat total disponible.

Al estudiar el hábitat disponible se analizaron las curvas de disponibilidad para las variables profundidad, velocidad media y sustrato (Figura 22 expresada en porcentaje y Figura 23) en cuanto a la profundidad predominan las zonas someras entre 0.10 y 0.60 m, representando el 83.07 % del hábitat. La disponibilidad disminuyen considerablemente a profundidades muy bajas, 0-10 cm y muy altas, a partir de 0.60 cm. Siendo la profundidad máxima disponible encontrada de 0.92 m. El análisis de la velocidad media nos indica que predominan las zonas lentas, entre 0-0.300 m/s, representando el 87.1 % del hábitat. La disponibilidad disminuye considerablemente a partir de velocidades de 0,300 m/s. Siendo la velocidad media máxima disponible encontrada de 0.789 m/s. Por último, para el sustrato, expresado en grafico de barras, predominan las arenas y limos. Encontrándose 0 disponibilidad de gravilla y vegetación.

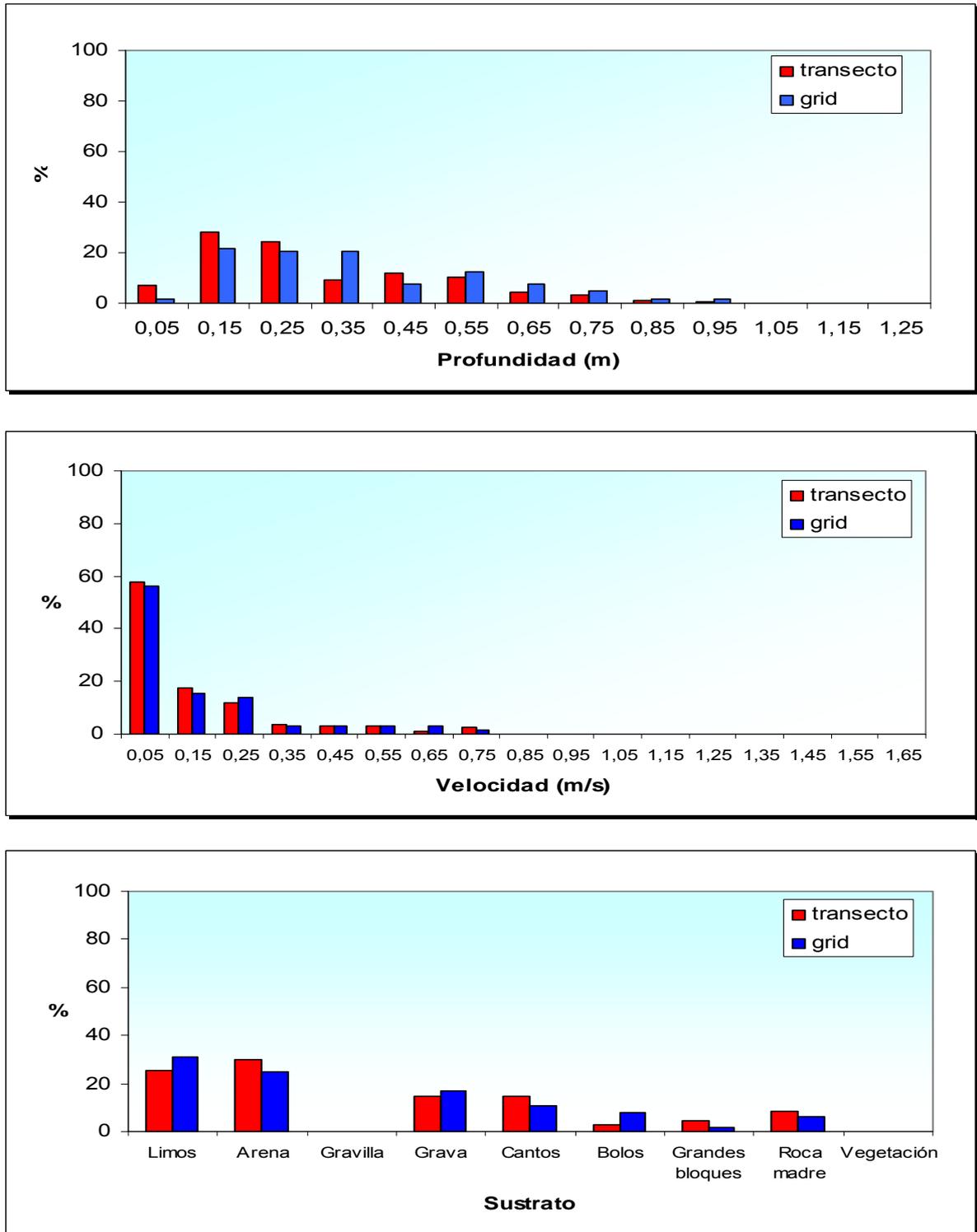


Figura 22 Frecuencias relativas (expresada en porcentajes) de registros de transectos y grid de las variables profundidad, velocidad media y sustrato.

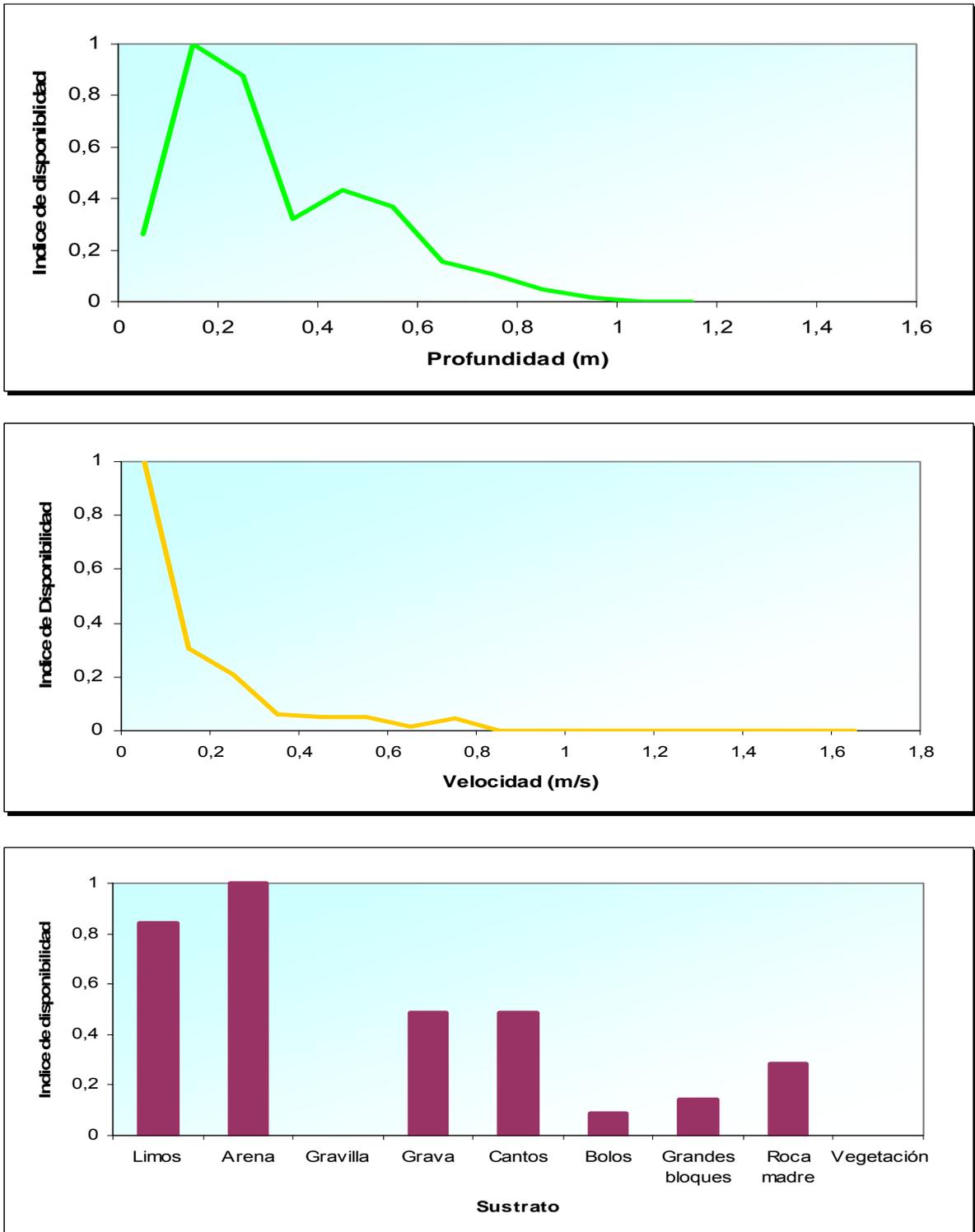


Figura 23. Curvas de Disponibilidad de hábitat para variables profundidad, velocidad media y sustrato.

3.2.2. Uso de hábitat.

En el muestreo con electrogrid del uso de hábitat se realizaron 64 registros, obteniéndose la preferencia mostrada por 398 individuos de especies indicadoras, Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) contaban con 11 individuos todos juveniles, Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) 348 alevines, 31 juveniles y 19 adultos en época de freza, Calandino (*Squalius alburnoides*) 3 alevines y 5 juveniles y 81 individuos para especies alóctonas, Pez sol (*Lepomis gibbosus*) 1 alevin, 11 juveniles y 3 adultos. Perca (*Micropterus salmoides*) 37 alevines y Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*) 28 adultos.

Se encontró además una Gambusia (*Gambusia holbrooki*) de 50 mm de longitud en el tramo 1 del río Guadiamar.

De las especies indicadoras solo fue viable el desarrollo de curvas para Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) y Barbo gitano (*Barbus Sclateri*), en el caso de Calandino (*Squalius alburnoides*) el numero de datos fueron insuficientes para la realización de curvas que fueran representativas de la especie.

3.2.2.1. Especies indicadoras

Al analizar la profundidad se comparó primero los resultados para la especie (independientemente de la etapa de desarrollo), se ha encontrado que Calandino (*Squalius alburnoides*) (mediana de 0.58 m) usa profundidades similares que Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) (mediana 0.57 m), ambas especies a su vez usan velocidades mayores que el Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (mediana 0.47).

Para cada etapa de desarrollo entre especies. Como se ha indicado para alevin y adulto solo obtuvimos datos para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (Figura 25 y 26) por lo que no se pudo obtener comparación de estas etapas. Para juveniles Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) (Figura 24) utiliza zonas de profundidades mayores (0.50-0.80 m) que Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (0.40-0.50 m).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) los alevines y juveniles usan el mismo rango de profundidades (0.40-0.50 m), mientras que los adultos en época de freza usan profundidades mas someras (0.20-0.30 m).

Al comparar la velocidad media para la especie (independiente de la etapa de desarrollo) se ha encontrado que las tres especies usan rangos de velocidades bajas Calandino (*Squalius alburnoides*) (mediana 0 m/s), Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (mediana 0.540 m/s), Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) (mediana 0.103 m/s), siendo esta última la que utiliza velocidades mas rápidas que el resto.

El análisis para cada etapa de desarrollo entre especies. Para juveniles Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) utiliza zonas de velocidades mas lentas (0.100-0.200 m/s) que Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (0.300-0.400 m/s).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) los juveniles usa velocidades mayores (0.300-0.400 m/s) que

adultos en freza (0.200-0.300 m/s), siendo los alevines los que usan las velocidades mas lentas (0-0.200 m/s).

El análisis del sustrato, expresado en grafico de barras, para cada etapa de desarrollo entre especies, se observan que para juveniles, tanto Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) como Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) utilizan el mismo tamaño de sustrato (bolos y grandes bloques).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo muestra que en Barbo gitano (*Barbus Sclateri*), los juveniles usan sustrato mas gruesos (grandes bloques y bolos) que los alevines (bolos), mientras que los adultos en freza usan un tamaño de grano mas fino (arena).

3.2.2.2. *Especies exóticas*

La existencia de datos únicamente para una etapa desarrollo para cada especie no nos permite establecer comparación alguna, por lo que simplemente mostraremos los resultados de uso para cada especie y su correspondiente etapa.

En el caso de Pez sol (*Lepomis gibbosus*), aunque se obtuvieron datos de todas las etapas de desarrollo, solo fue viable el desarrollo de curvas para la etapa juvenil., mostrándose un uso de zonas de profundidades medias (0.5-0.6 m), velocidades lentas (0.100-0.200 m/s) y sustrato grueso (bolos) (Figura 27).

Los alevines de Perca (*Micropterus salmoides*) usan zonas de profundidades someras (0.1-0.2 m), velocidades lentas (0-0.100 m/s) y sustrato fino (arena) aunque también se observa un alto uso de Roca madre (Figura 28).

Los adultos de Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*) usan zonas de profundidades someras (0.1-0.2 m), velocidades lentas (0.200-0.300 m/s) y sustrato medio (grava) (Figura 29).

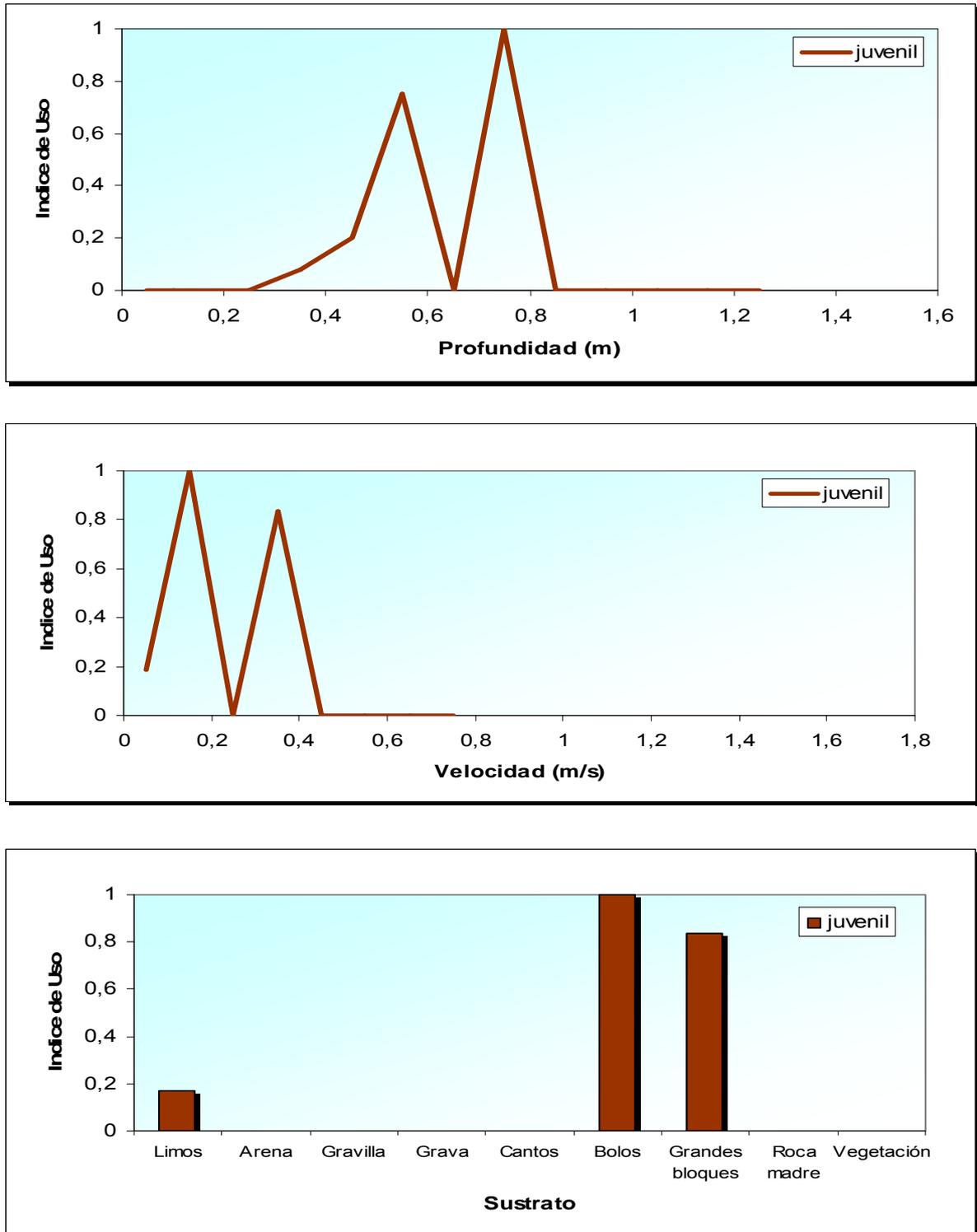


Figura 24. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Boga (*Chondrostoma willkommii*)-juvenil.

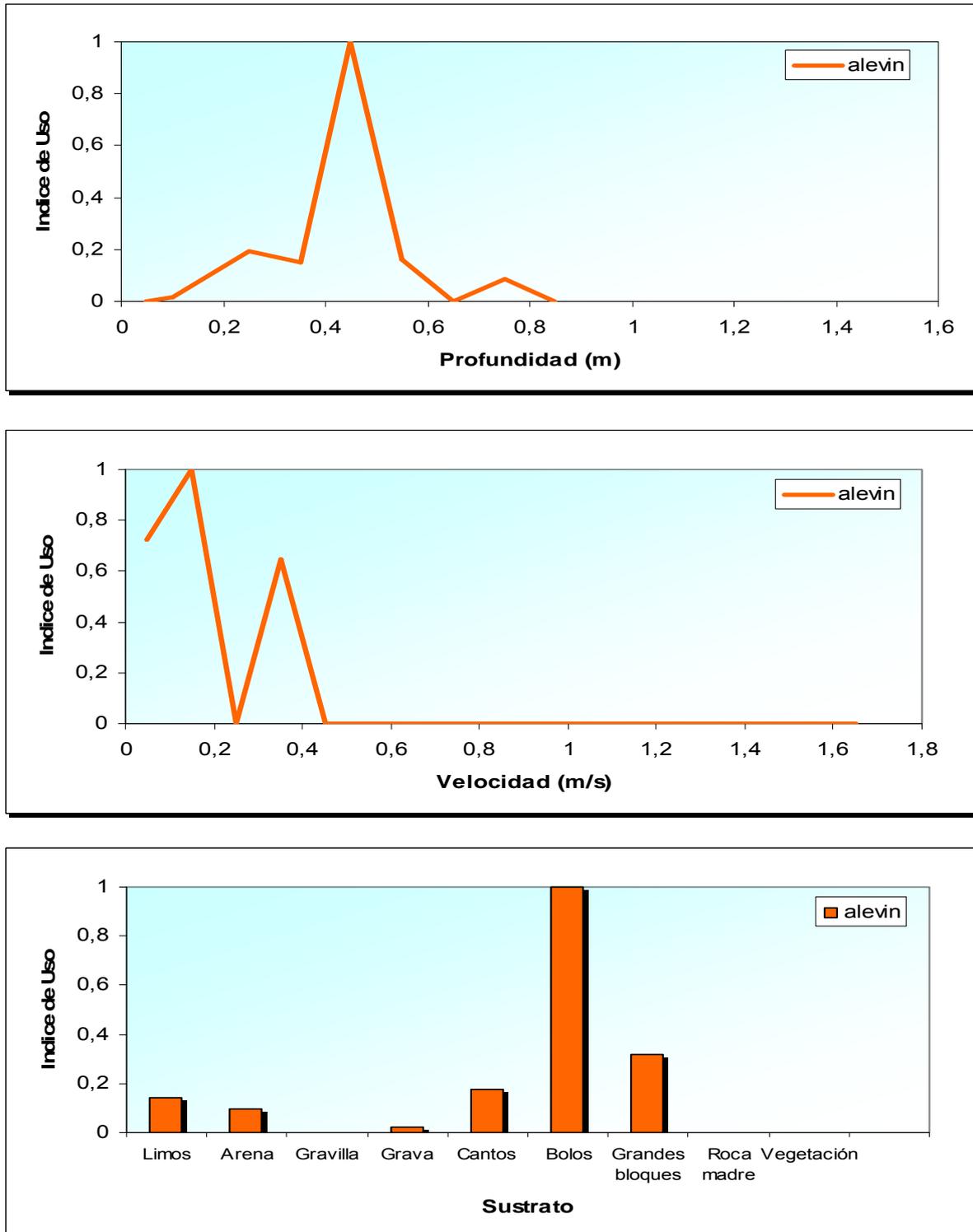


Figura 25. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*)-alevín.

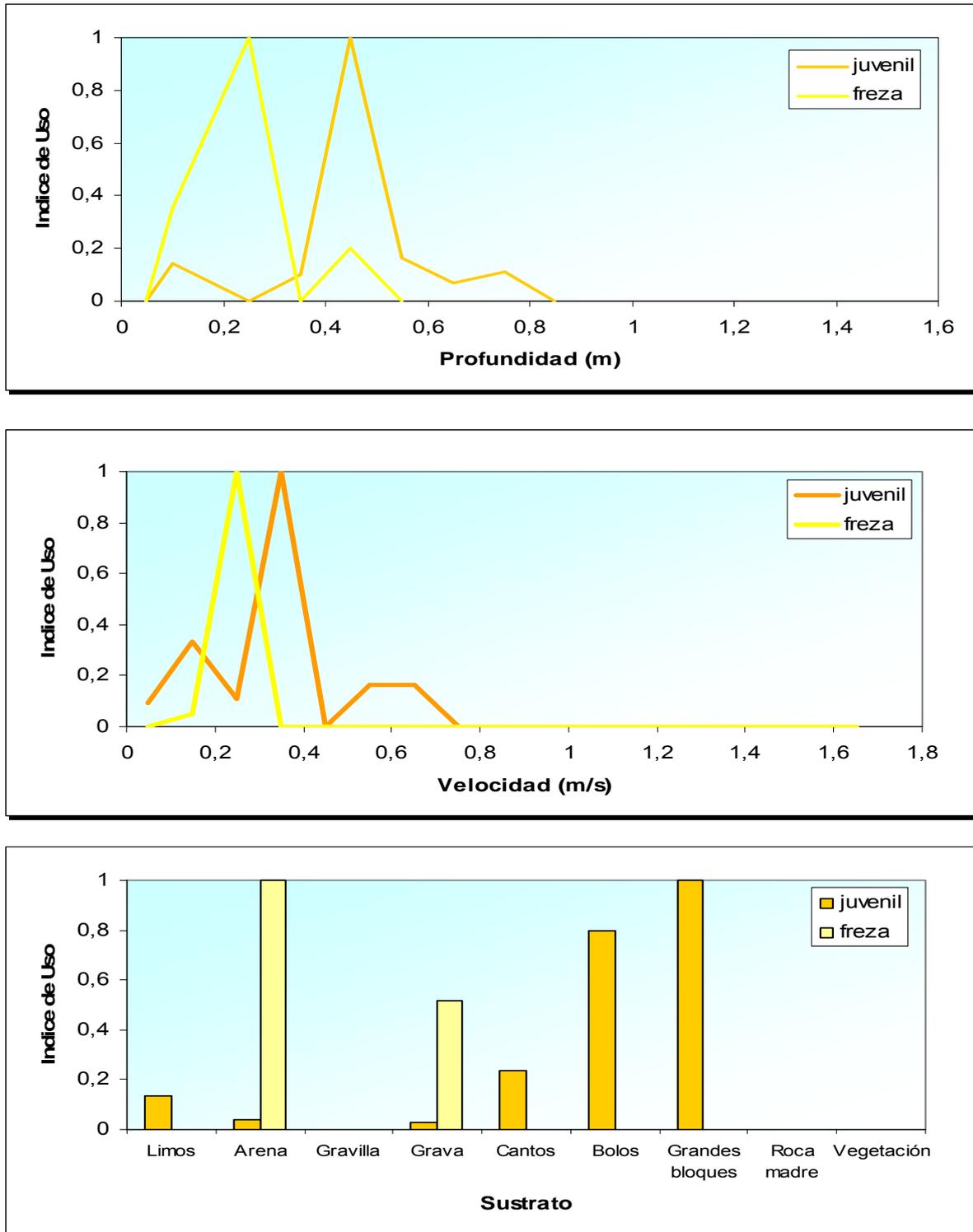


Figura 26. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*)-juvenil y adulto en época de freza.

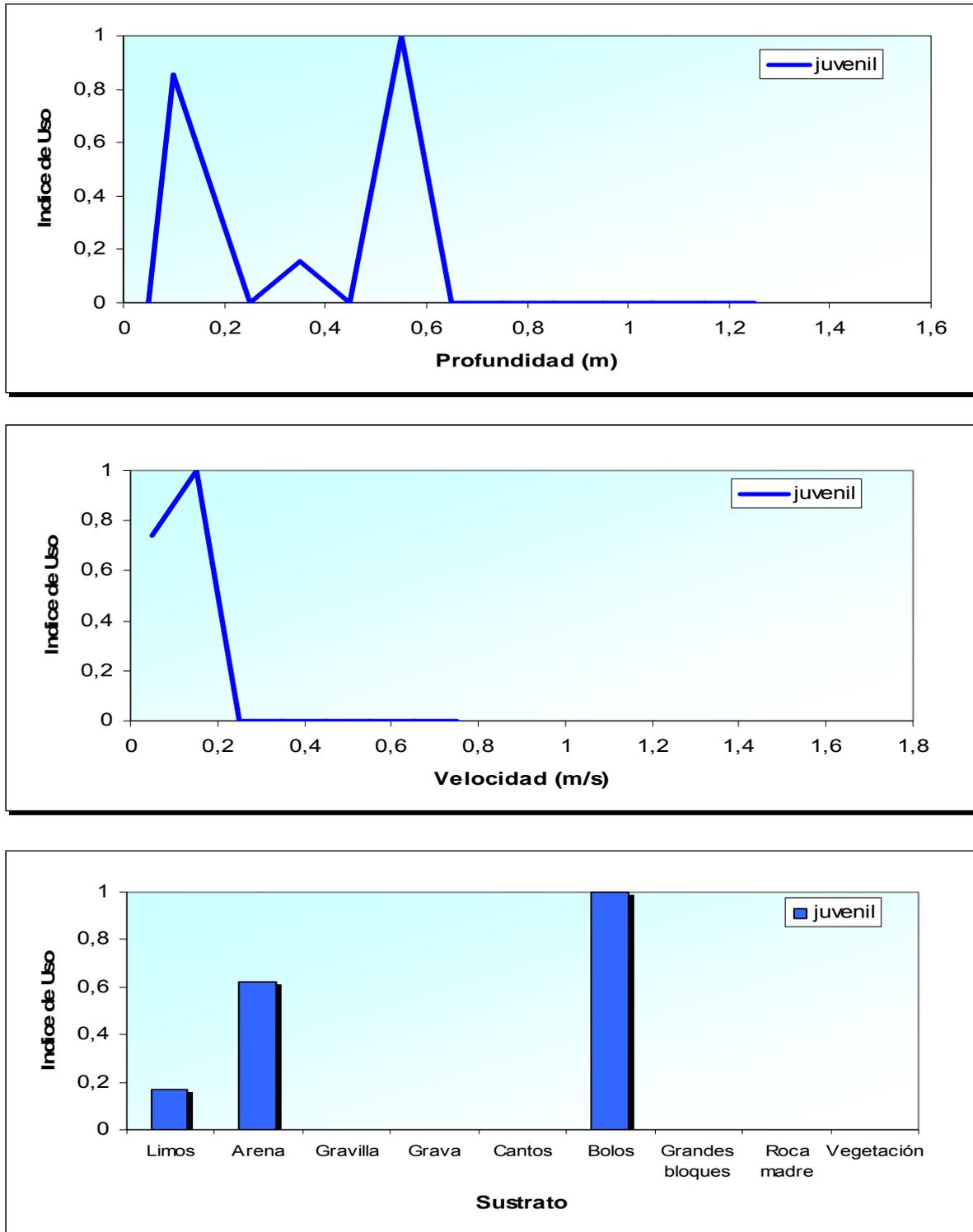


Figura 27. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Pez sol (*Lepomis gibbosus*)-juvenil.

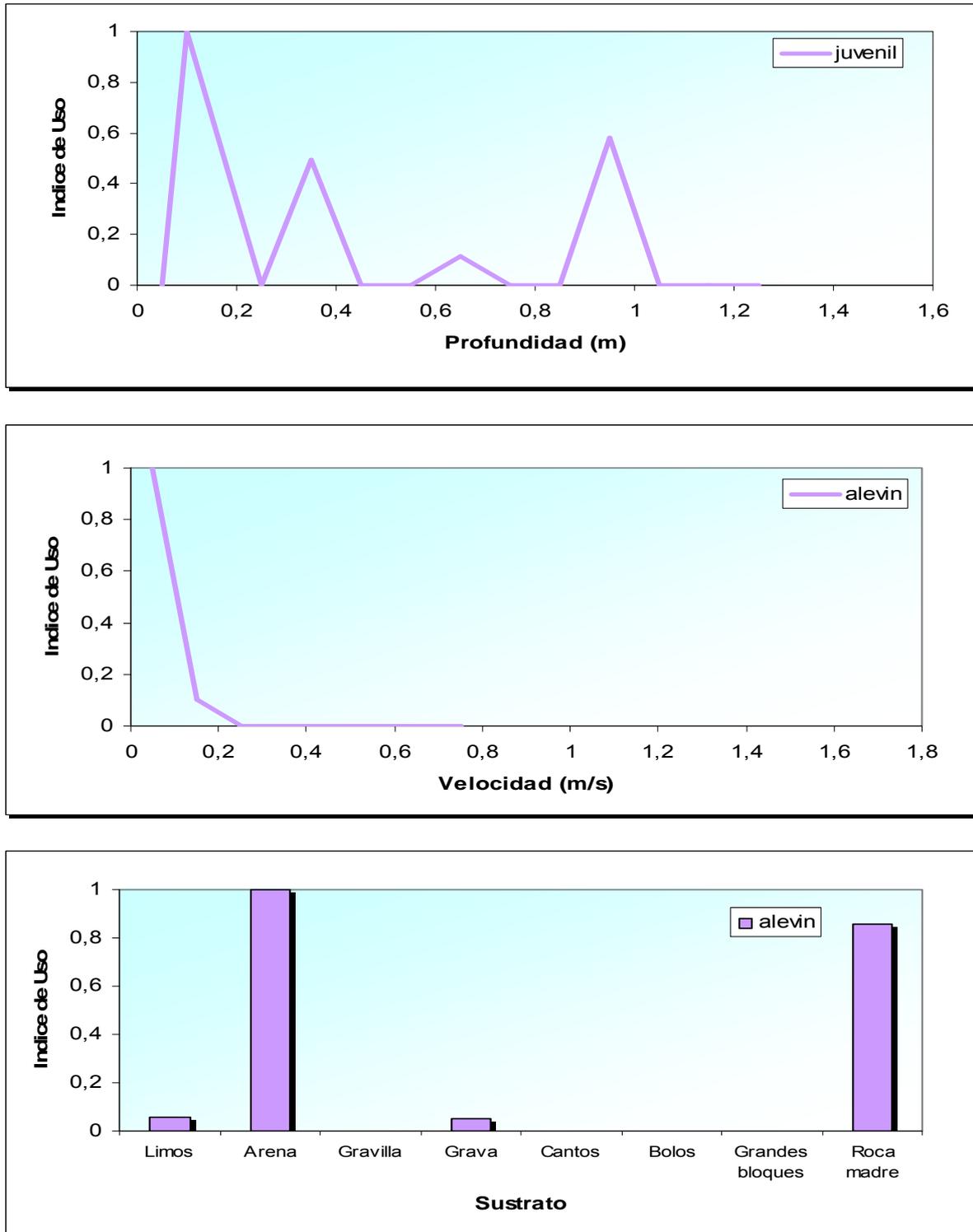


Figura 28. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Perca americana (*Micropterus salmoides*)-alevín

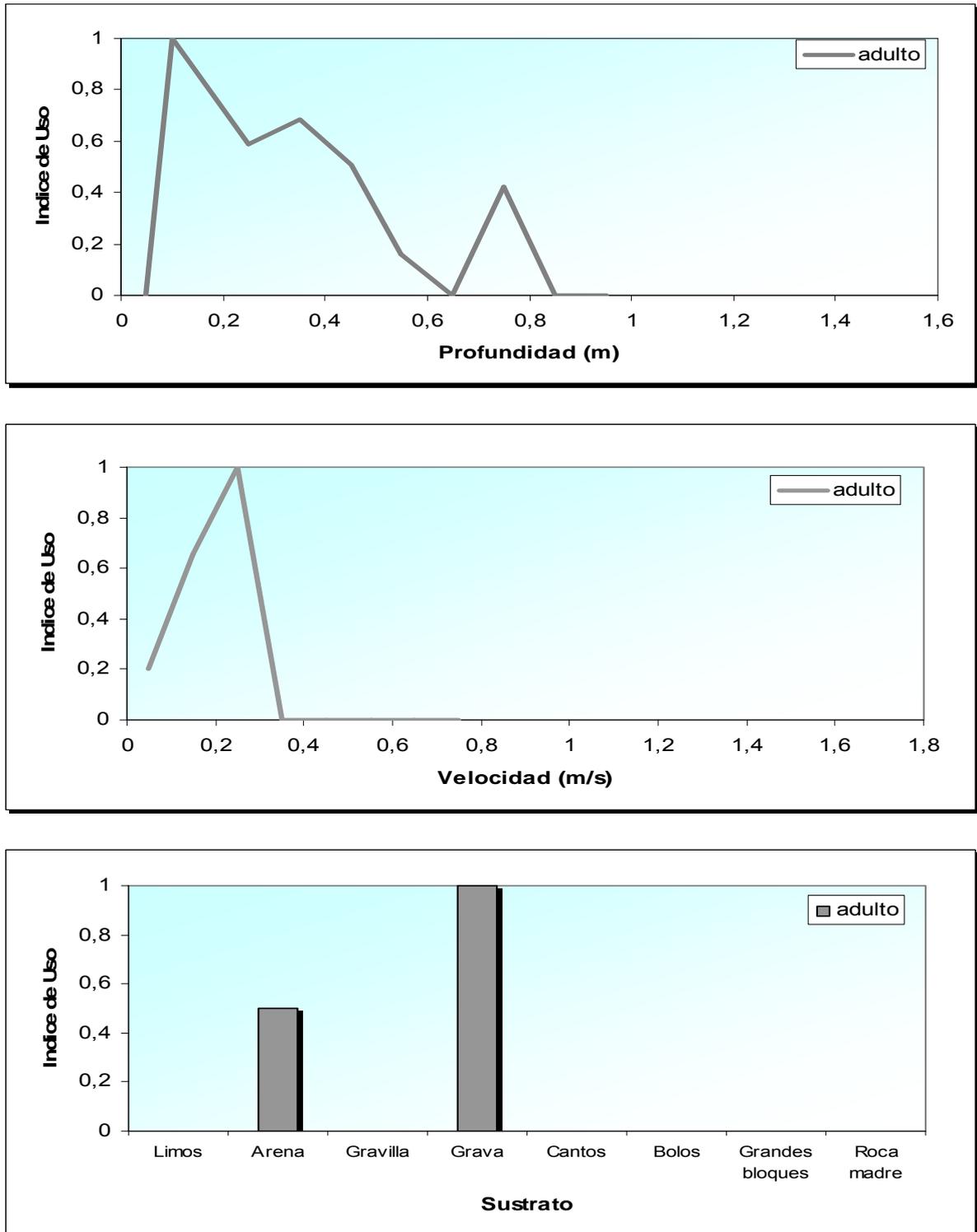


Figura 29. Curvas de uso de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*)-adulto.

3.2.3. Preferencias de hábitat.

3.2.3.1. Especies indicadoras

En el análisis de la profundidad se observa que las curvas de uso y preferencia han dado resultados muy similares, mostrando una coincidencia en el óptimo. Respecto a la disponibilidad de hábitat se observa un uso y preferencia hacia las zonas más disponibles.

Comparando cada etapa de desarrollo entre especies. Para juveniles, Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) (Figura 33) prefiere zonas mas profundas (0.60-0.70 m) que Barbo gitano (*Barbus Sclateri*), mostrando preferencia por profundidades mas someras (0.30-0.50 m).

La comparativa entre las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) (Figura 31 y 32) alevines y juveniles prefieren zonas del mismo rango de profundidades (0.30-0.50 m), mientras que los adultos en época de freza muestran una preferencia por profundidades mas someras (0.2-0.3 m).

El análisis de la velocidad media, las curvas de preferencia y uso vuelven a dar resultados muy similares, aunque en el caso de Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) alevín, se observan diferencias más apreciables, mostrando una preferencia ligeramente desplazada a la derecha, al igual que respecto a la disponibilidad donde tanto en alevín como en juvenil se observa un ligero desplazamiento hacia las zonas menos disponibles. En el resto de los casos se observa un uso y preferencia por las zonas más disponibles.

Comparando cada etapa de desarrollo entre especies. Para juveniles, tanto Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) como Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) muestran preferencia por el mismo rango de velocidades (0.200-0.400 m/s).

Comparando las distintas etapas de desarrollo, se observa que en Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) los alevines y juveniles coinciden en el mismo optimo de preferencia (0.200-0.400 m/s), mientras que los adultos en época de freza, muestran una preferencia por velocidades mas lentas (0.100-0.300 m/s).

En relación al sustrato, expresado en gráficos de barras. Al comparar cada etapa de desarrollo entre especies se observan que los juveniles de Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) prefieren un sustrato mas grueso (grandes bloques, aunque también muestra una preferencia adecuada (>0.5) por bolos) que los juveniles de Boga del Guadiana (*Chondrostoma willkommii*) (bolos, aunque también se muestra una preferencia adecuada (>0.5) grandes bloques).

Comparando las distintas etapas de desarrollo, se observa que para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*) los juveniles prefieren un sustrato mas grueso (grandes bloques, aunque también muestra una preferencia adecuada (>0.5) por bolos), que los alevines (bolos), mientras los adultos en época de freza prefieren sustrato mas fino (arena).

3.2.3.2. *Especies Exóticas*

La existencia de datos únicamente para una etapa desarrollo para cada especie no nos permite establecer comparación alguna, por lo que simplemente mostraremos los resultados de preferencia para cada especie y su correspondiente etapa.

En el caso de Pez sol (*Lepomis gibbosus*), las curvas de uso y disponibilidad muestran coincidencia en el óptimo y coincidiendo en el caso de la profundidad y velocidad con los rangos de máxima disponibilidad. Se observa una preferencia por profundidades medias (0.5-0.6 m), velocidades lentas (0.1-0.3 m/s) y sustrato grueso (bolos). (Figura 33).

Los alevines de Perca (*Micropterus salmoides*) para la profundidad la curva de preferencia muestra un óptimo desplazado ligeramente a la derecha respecto al del uso, pero dentro del rango de máxima disponibilidad. Para la velocidad las curvas de uso y disponibilidad muestran coincidencia en el óptimo, dentro de las zonas de máxima disponibilidad. En el caso del sustrato también se observa un desplazamiento en el óptimo en la curva de preferencia respecto a la de uso hacia sustrato más grueso. Se muestra una preferencia por profundidades someras (0.3-0.4 m), velocidades lentas (0-0.100 m/s) y sustrato grueso (roca madre, aunque también muestra una preferencia adecuada (>0.5) por un sustrato mas fino, arena) (Figura 34).

Por último, los adultos de Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*) en el caso de la profundidad la curva de preferencia muestra un óptimo desplazado ligeramente a la derecha respecto al del uso. Para la velocidad y sustrato las curvas de uso y profundidad muestran coincidencia en el óptimo. Se observa una preferencia un amplio rango de profundidades (0.30-0.90 m), velocidades lentas (0-100-0.300 m/s) y sustrato (grava) (Figura 35).

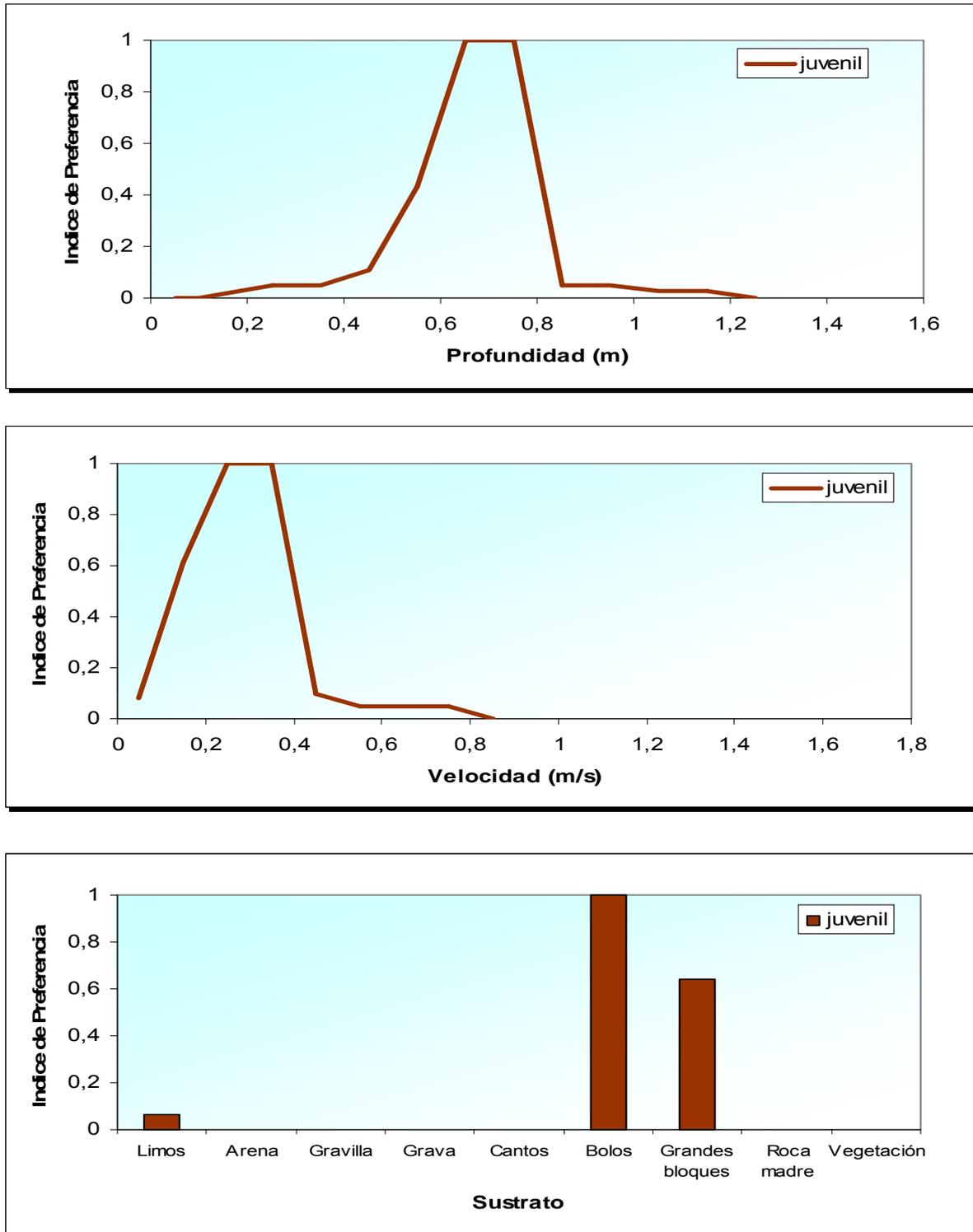


Figura 30. Curvas de preferencia de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Boga (*Chondrostoma willkommii*)-juvenil.

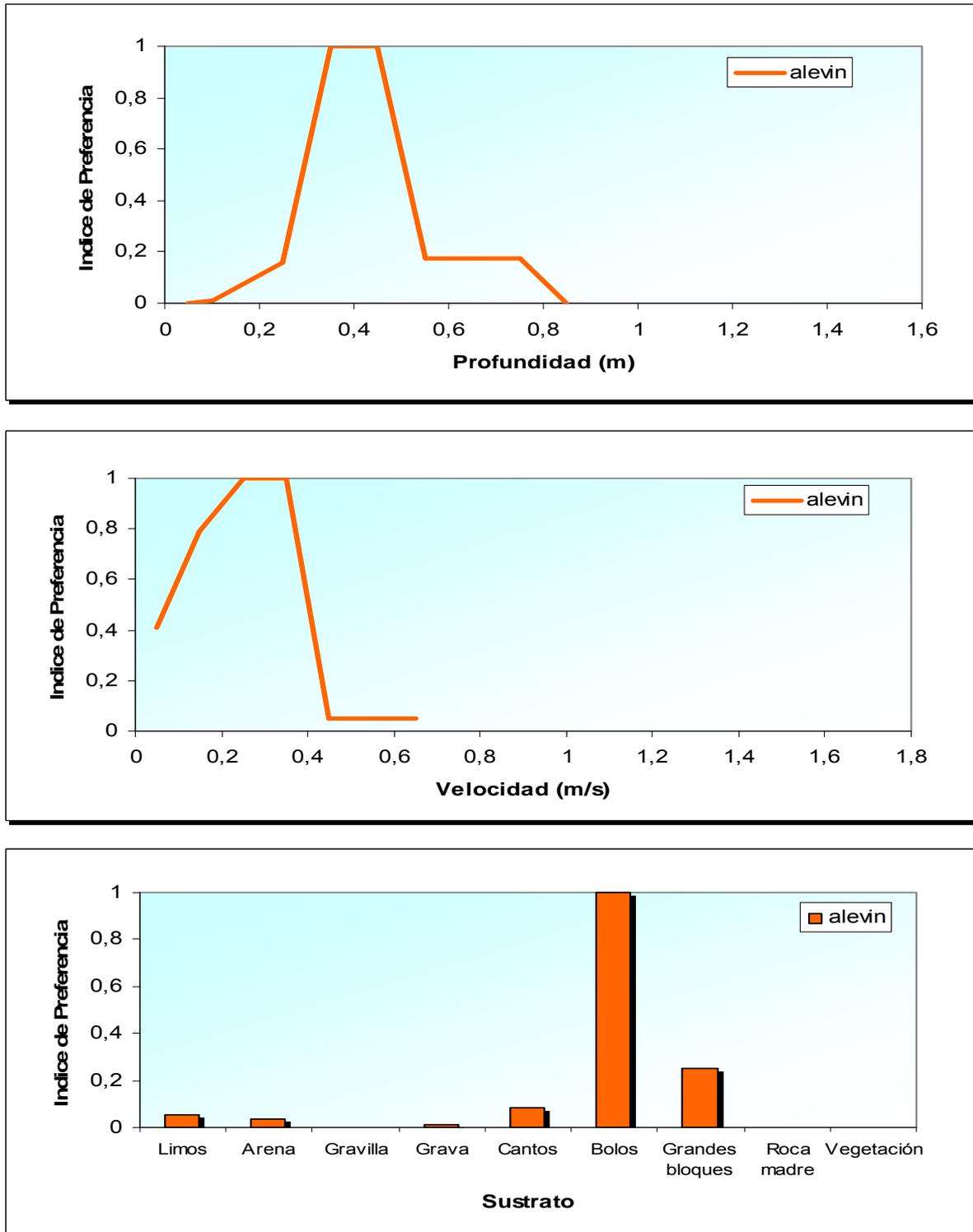


Figura 31. Curvas de preferencia de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*)-alevín.

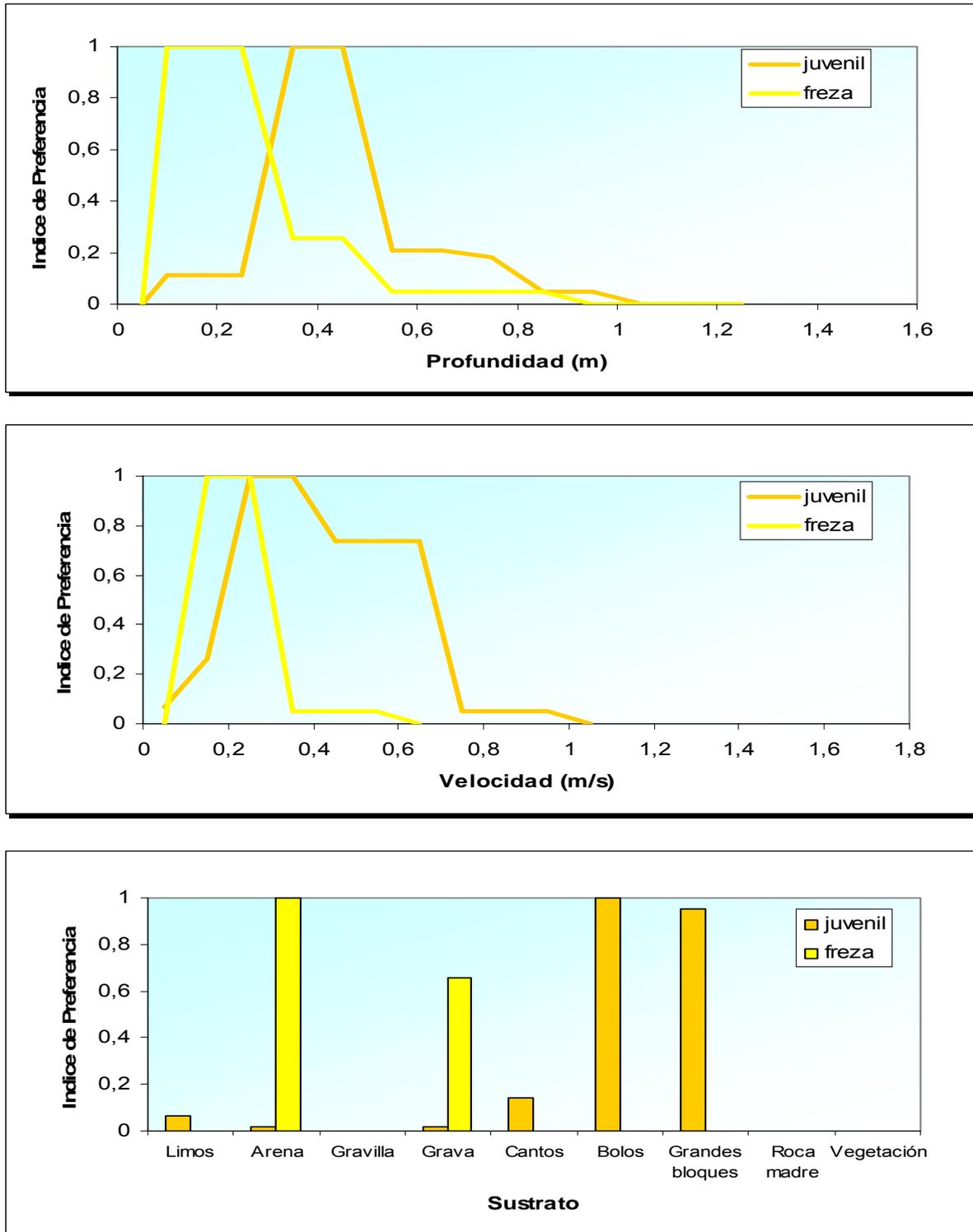


Figura 32. Curvas de preferencia de hábitat la profundidad, velocidad media y sustrato para Barbo gitano (*Barbus Sclateri*)-juvenil y freza.

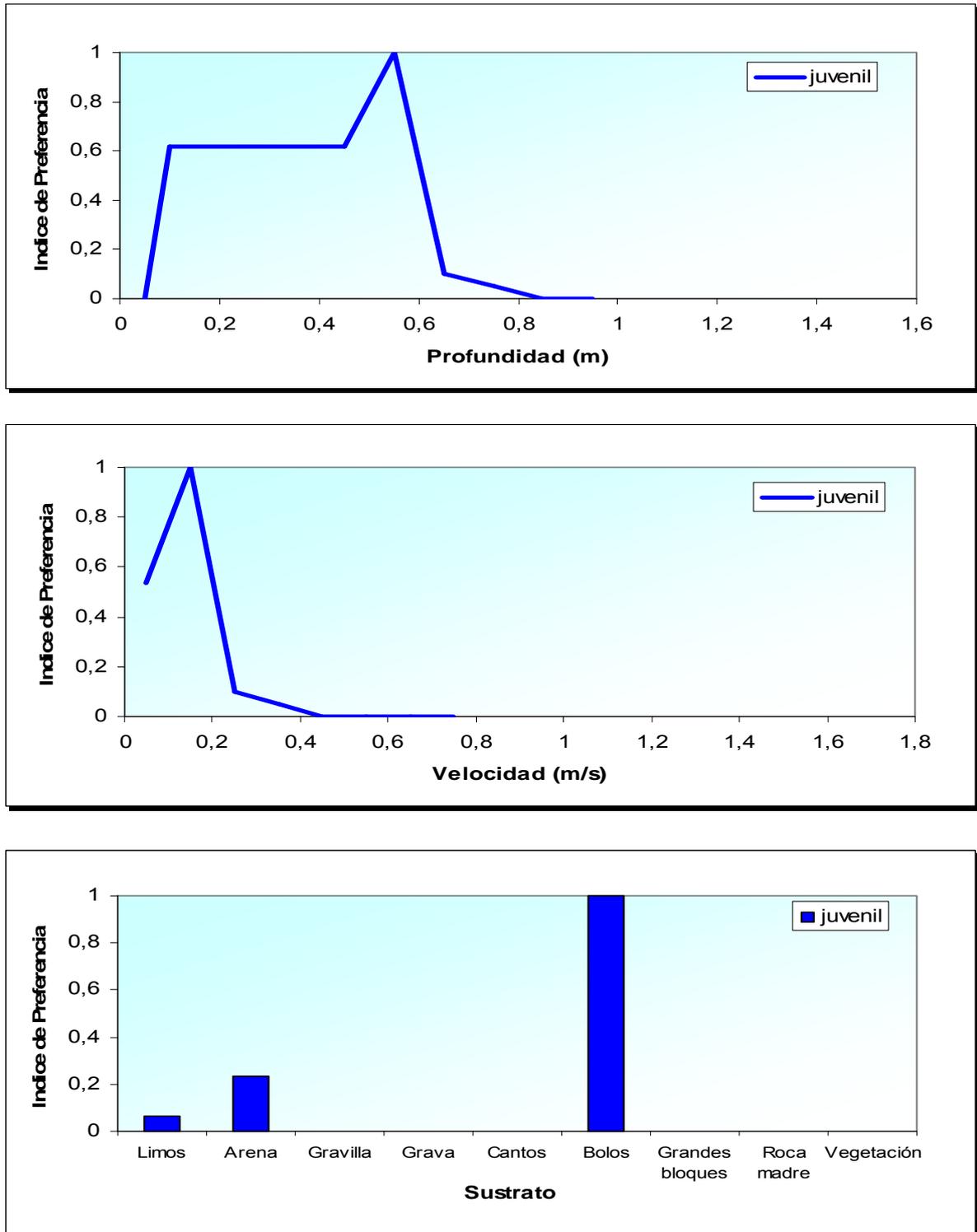


Figura 33. Curvas de preferencia de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Pez sol (*Lepomis gibbosus*)-juvenil.

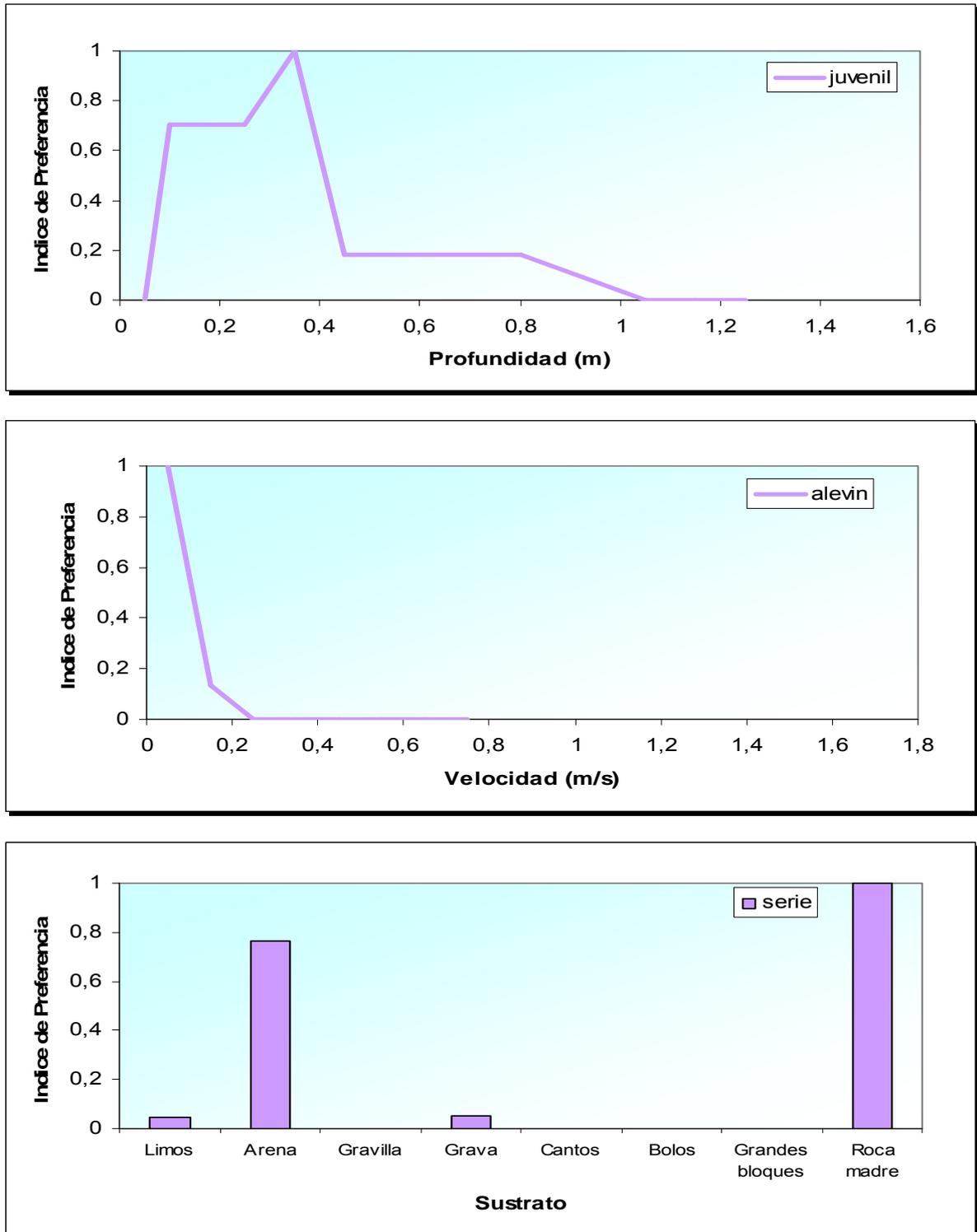


Figura 34. Curvas de preferencia de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para *Perca americana* (*Micropterus salmoides*)-alevín

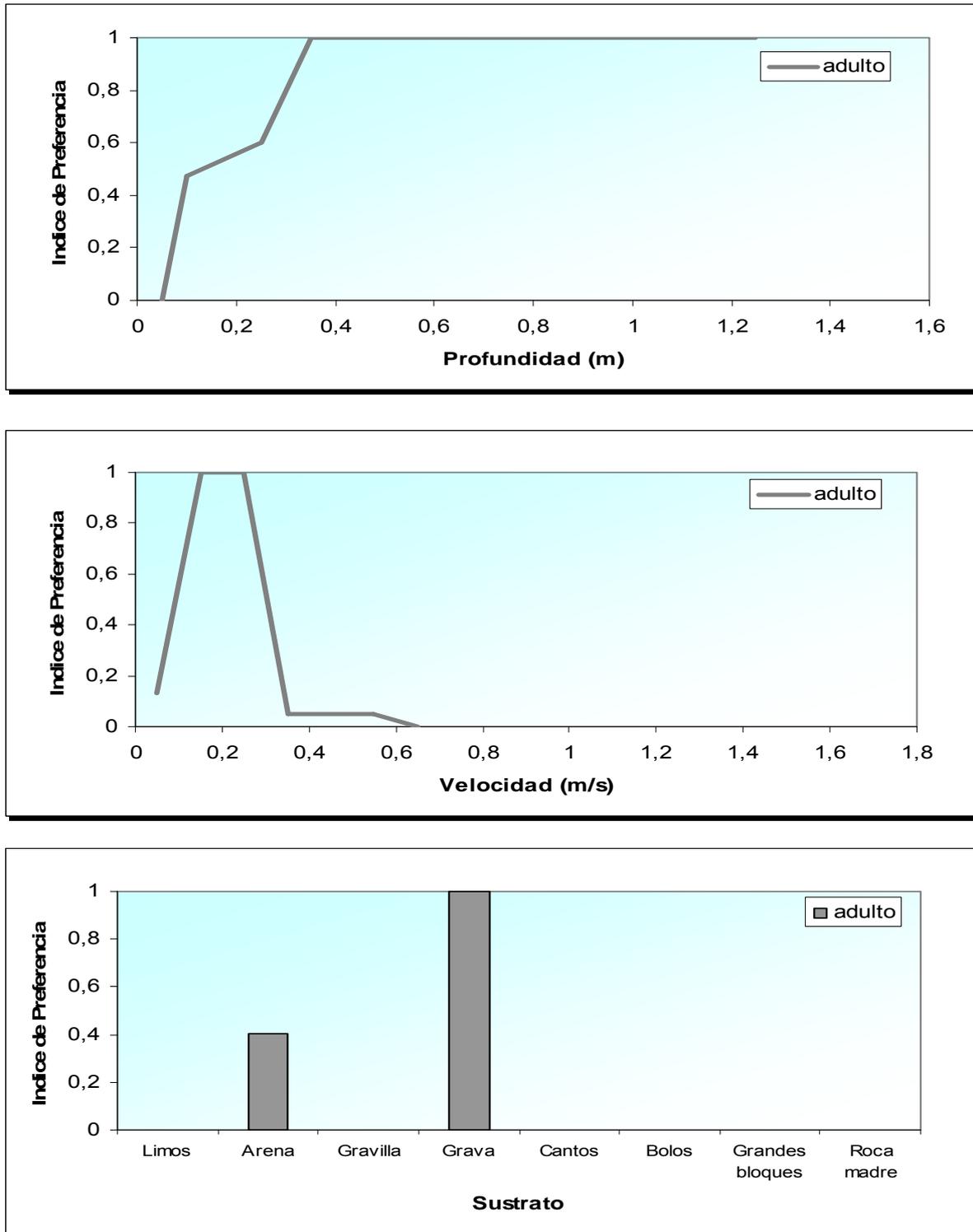


Figura 35. Curvas de preferencia de hábitat para la profundidad, velocidad media y sustrato para Black-bass (*Cyprinus carpio carpio*).-adulto

4. CONCLUSIONES

Para la Cuenca del Guadiana los juveniles de Barbo cabecicorto han preferido zonas de profundidades mayores, velocidades similares y sustrato mas fino (arena, aunque también muestra preferencia adecuada por el mismo sustrato (gravilla)) que los alevines. El barbo cabecicorto suele convivir con Barbo comizo en embalses y ríos con cauce profundo y aguas lentas, no encontrándose en las parte alta de los ríos, aunque también se ha encontrado en zonas con corrientes mayores, evitando así su coexistencia con *Barbus comiza*. (Doadrio 2001) En general los barbos suele buscar profundidades mayores a medida que se hace más grande, situándose muy cerca del fondo, donde la corriente es más lenta. En nuestro estudio para la misma etapa de desarrollo de las dos especies de Barbo, se muestra que Barbo comizo prefiere profundidades mas someras y velocidades mas rápidas que las preferidas por los juveniles de Barbo cabecicorto, el numero de individuos de Barbo comizo fue considerablemente inferior respecto al cabecicorto, siendo esta última la especie de barbo dominante en la zona, por lo que aunque se pudiera establecer competencia entre ambas especies, hecho que parece no establecerse, el numero de individuos encontrados de Barbo comizo no permite establecer una comparación relevante.

Calandino, a medida que se desarrolla va prefiriendo profundidades mayores, aunque son los juveniles los que muestran un rango de preferencia mas amplio de profundidades, respecto a la velocidad la diferencia entre alevines y juveniles es ligeramente marcada, lo que podría deberse a la diferencia en sus capacidades natatorias. En cambio entre juveniles y adultos no se observa diferencia, únicamente en el rango de preferencias, siendo mayor en los adultos. Para el sustrato se observa una preferencia en todas las etapas por el mismo tipo de sustrato fino (gravilla), aunque los alevines también muestran una preferencia por sustrato más fino (limo) y los juveniles por un sustrato más gruesos (grandes bloques). Respecto a esta especie nos se han podido establecer comparaciones de preferencia, ya que no se ha encontrado en la bibliografía estudios de preferencia sobre esta especie. Según Doadrio (2001) es una especie poco exigente en cuanto a las condiciones del medio, pudiéndose encontrar en distintos ambientes tanto ríos y arroyos de cierta corriente como en aquellos de aguas lentas.

Cacho, vemos que el rango de profundidades preferidas tiende a aumentar con la edad, comportamiento que es el que se observa en otras especies. Respecto la velocidad se observa diferencias de preferencia entre alevines y juveniles, en cambio los adultos prefieren velocidades similares a los alevines, este comportamiento de los adultos difiere del esperado, tampoco se asemeja su comportamiento al mostrado en otros estudio su preferencia de sustrato, mostrando preferencia por un sustrato mas (fino) que el mostrado por otros estudio, tampoco es un tipo de sustrato que se encuentre en una alta disponibilidad en nuestra zona de estudios. Se podría deducir de este hecho que los adultos de Cacho se encuentran desplazado por el Calandino.

Conforme los peces crecen utilizan zonas mas profundas, ya que desarrollan sus habilidades natatorias y se hace necesario un mayor profundidad para nadar libremente. En cambio la profundidad necesaria para nadar un alevín es menor, además los peces pequeños suelen ocupar zonas con un coste energético menor (cerca de las orillas o zonas someras) que los adultos (Groosman et al., 1987).

Los individuos alevines de Calandino y Cacho tienen una preferencia muy similar en cuanto a la profundidad, siendo los alevines de barbos los que presentan la preferencia por profundidades mayores, en cuanto a las velocidades Cacho y Barbo cabecicorto presentan preferencia por velocidades similares, siendo el Calandino el que muestra preferencia por velocidades mayores, respecto al sustrato las tres especies tienen preferencia muy similar por el mismo sustrato fino (gravilla).

Los juveniles de Barbo cabecicorto seleccionaron profundidades mayores al resto de las especies, aunque en todos los casos superiores a las de los alevines. Respecto a la velocidad muestran preferencias similares que los alevines correspondientes. En el caso del sustrato, aunque el Calandino y el Cacho siguen mostrando preferencia por el mismo tipo de sustrato que los alevines, en esta etapa además muestran una preferencia adecuada por sustrato grueso (grandes bloques) en el caso del Calandino y por bolos y limo en el caso del Cacho. Se podría deducir que en función de los hábitos alimenticios de las especies y la disponibilidad de sustrato, se establece una competencia por el tipo de sustrato.

Barbo comiza selecciona profundidades inferiores al resto, puede relacionarse con un desplazamiento de esta a profundidades más someras, pero debido al escaso número de individuos encontrados no se puede asegurar esta relación (respecto a los datos obtenidos en el primer informe, se seleccionarían profundidades y velocidades menores y sustrato más grueso que los alevines de la misma especie).

Para el caso de los adultos, Calandino y Cacho prefieren profundidades mayores que las otras etapas, y velocidades similares que los alevines. Respecto al sustrato el Cacho se ve desplazado a sustrato más fino (limo) frente al seleccionado de nuevo por el Calandino que coincide con el resto de las etapas.

Lamprhuela selecciona profundidades inferiores que el resto (aunque superiores a las obtenidas en el primer informe) respecto a la velocidad muestra la misma preferencia por velocidades lentas. Según Doadrio (2001) esta especie de hábitos bentónicos, vive en partes medias y bajas de los ríos con poca corriente con fondos de grava, arena y vegetación.

Para el Guadalquivir, la única especie de la que se obtuvieron suficientes datos para el cálculo de curvas de preferencia de sus distintas etapas de desarrollo fue el Barbo Gitano, puntualizando que los adultos se encontraban en época de freza. También es destacable que el número de especies alóctonas encontradas fue mayor que para los ríos estudiados en el Guadiana.

Para el Barbo gitano, los juveniles parecen estar desplazados a profundidades someras, similares a las de alevines, siendo las profundidades mayores preferidas por las bogas juveniles, adultos de Black-bass y juveniles de Pez sol. Respecto a la velocidad, tanto alevines como juveniles prefieren el mismo rango de velocidades, tampoco disponemos de otros estudios de la misma especie de Barbo para poder establecer una comparación, lo que si es destacable a este respecto es que las especies alóctonas, además de los adultos de Barbo en época de freza seleccionan el rango de velocidades más lentas.

Algunos autores han señalado que en algunos casos los datos de preferencia no coinciden con el comportamiento esperado de la especie o de la etapa de desarrollo, debido a que los peces no utilizan sus hábitats preferidos por causas de depredación o competencia (Heggenes 1994, Freeman et al, 1987).

La escasa disponibilidad de velocidades altas no nos permite afirmar que los datos obtenidos respecto esta variable reflejan la preferencia real de cada etapa de desarrollo y especie. Los ríos estudiados, son estacionales, por lo que en la época en que se realizaron los muestreos llevaban un caudal muy bajo, este hecho se pudo comprobar principalmente en el río Guadiamar y La Rivera de Chanza, encontrándose caudales mínimos. Por lo que sugerimos que esta variable sea tratada con las características peculiares que hemos detallado.

5. REFERENCIAS.

AADLAND, L.P., C.M. COOK, M.T. NEGUS, H.G. DREWES, AND C.S. ANDERSON. 1991. *Microhabitat preferences of selected stream fishes and a community-oriented approach to instream flow assessments*. Section of Fisheries, Minnesota Department of Natural Resources, St. Paul, MN.

BAIN, M. B., J. T. FINN, AND H. E. BOOKE. 1985. *A quantitative method for sampling riverine microhabitats by electrofishing*. North American Journal of Fisheries Management. 5:489-493.

BOVEE, K.D. 1978. *Probability of use criteria for the family salmonidae*. Instream Flow Information Paper No. 4. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-78/07.

BOVEE, K. D. 1982. *A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology*. U.S. Fish and Wildlife Service, Cooperative Instream Flow Group. Instream Flow Information Paper 12. 248 pp.

BOVEE, K. D. 1986. *Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the instream flow incremental methodology*. U.S. Fish and Wildlife Service, Cooperative Instream Flow Group. Instream Flow Information Paper 21. 235 pp.

BOVEE, K. D., B. L. LAMB, J. M. BARTHOLOW, C. B. STALNAKER, J. TAYLOR, & J. HENRIKSEN. 1998. *Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD-0004. 131pp.

CONKLIN, D. ET AL, 1996. *Habitat Suitability curves for selected fish species in the Central Platte River, Nebraska*. River. Vol.5. 4. 250-266.

COPP, G. H. 1993. *Microhabitat use of fish larvae and 0p juveniles in a small abandoned channel of the upper river Rhone, France*. Folia Zoologica 42, 153-164.

COSTA, M. J., J. M. GOMES, A. BRUXELAS & M. I. DOMINGOS. 1988. *Efeitos previsíveis da construção da barragem de Alqueva sobre a ictiofauna do rio Guadiana*. Revista de Ciencias Agrarias, XI (4): 143-163.

- CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). 1998. *Grupo de expertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y otros organismos colaboradores sobre la emergencia ecológica del río Guadiamar*. Informe técnico después del accidente. <http://www.csic.es/hispano/coto/aznalco.htm>
- DOADRIO, I. 2001. *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- DOLEÉDEC. S. ET AL. 2007. *Modelling the hydraulic preferences of benthic macroinvertebrates in small European streams*. *Freshwater Biology* 52, 145–164.
- ELVIRA B, ALMODÓVAR A, NICOLA GG, ALMEIDA D. 2007. *Impacto de los peces y cangrejo introducidos en el parque nacional de Cabañeros*. Proyecto de Investigación de Parques Nacionales.
- FREEMAN, M.C., Z.H. BOWEN Y J.H CRANCE. 1997. *Transferability of habitat suitability criteria for fishes in warmwater streams*. *North American Journal of Fisheries Management* 17: 20-31.
- FUKUDAA. S & HIRAMATSU. K. 2008. *Prediction ability and sensitivity of artificial intelligence-based habitat preference models for predicting spatial distribution of Japanese medaka (Oryzias latipes)*. *Ecological modelling* 215. 301–313.
- GROSSMAN, G. D., A. DE SOSTOA, M. C. FREEMAN & J. LOBON-CERVIA. 1987 a. *Microhabitat use in a Mediterranean riverine fish assemblage: I. Fishes of the lower Matarrana*. *Oecologia*, 73: 490-500.
- GROSSMAN, G. D., A. DE SOSTOA, M. C. FREEMAN & J. LOBON-CERVIA. 1987 b. *Microhabitat use in a Mediterranean riverine fish assemblage: II. Fishes of the upper Matarrana*. *Oecologia* 73: 501-512.
- GROSSMAN, G.D. & DE SOSTOA, A. 1994a. *Microhabitat use by fish in the upper Rio Matarrana, Spain, 1984–1987*. *Ecology of Freshwater Fish* 3: 123–135.
- GROSSMAN, G.D. & DE SOSTOA, A. 1994b. *Microhabitat use by fish in the upper Rio Matarrana, Spain, 1984–1987*. *Ecology of Freshwater Fish* 3: 141–152.
- HAMPTON, H. 1988. *Development of Habitat Preference Criteria for Anadromous Salmonids of the Trinity River*. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv., Div. Ecol. Serv., Sacramento, California. 93 pp.
- HEGGENES, J. 1990. *Habitat utilization and preferences in juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) in streams*. *Regulated Rivers: Research and Management* 5: 341–354.
- HEGGENES, J. 1994. *Physical habitat selection and behaviour by Brown trout (Salmo trutta) and young atlantic salmon (Salmo salar) in spatially and temporally heterogeneous streams: implications for hydraulic modelling*. *Proceedings of the first International Symposium on Habitat Hydraulics, Trondheim, Norway*: 12-30.

JACOBSON. R. 2008. *Applications of mesohabsim using fish community targets*. River Res. Applic. 24: 434–438.

LABONNE. J. ET AL. 2003. *Use of a generalised linear model to test habitat preferences: the example of Zingel asper, an endemic endangered percid of the River Rhone*. Freshwater Biology, 48, 687–697.

LAMOUREUX N. & CAPRA H. 2002. *Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations*. Freshwater Biology, 47, 1543–1556.

LAMOUREUX N., CAPRA H., POUILLY M. & SOUCHON Y. 1999^a. *Fish habitat preferences in large streams of southern France*. Freshwater Biology, 42, 673–687.

LIEFFERINGE.C ET AL. 2005. *Microhabitat use and preferences of the endangered Cottus gobio in the River Voer, Belgium*. Journal of Fish Biology. 67, 897–909.

MANLY, B. F. J., L. L. MCDONALD & D. L. THOMAS. 1993. *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. London: Chapman and Hall.

MARTINEZ-CAPEL, F. & D. GARCIA de JALON. 1999. *Desarrollo de curvas de preferencia de microhabitat de Leuciscus pyrenaicus y Barbus bocagei por buceo en el río Jarama (Cuenca del Tajo)*. Limnetica 17, 71-83.

MARTÍNEZ-CAPEL, F., D. GARCÍA DE JALÓN, D. WERENITZKY, D. BAEZA, AND M. RODILLA-ALAMÁ. 2009. *Microhabitat use by three endemic iberian cyprinids in Mediterranean rivers (Tagus river basin, Spain)*. J. Fisheries Management and Ecology. 16, 52-60.

MAYO, M., B. GALLEGO, D. GARCÍA DE JALÓN & P. A. BROTONS. 1995. *Preferencias de hábitat de la trucha común en la época de freza. Río Dulce, Guadalajara*. Limnetica, 11 (1): 49-54.

NYKÄNEN. M. & HUUSKO. A. 2004. *Transferability of habitat preference criteria for larval European grayling (Thymallus thymallus)*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61, 185–192.

NYKÄNEN. M. & HUUSKO. A LAHTI. M. 2004. *Changes in movement, range and habitat preferences of adult grayling from late summer to early winter*. J. Fish Biol, 64, 1386–1398.

OSIER. E. A & WELSH. S.A. 2007. *Habitat Use of Etheostoma maculatum (Spotted Darter) in Elk River, West Virginia*. Northeastern Naturalist Vol. 14, No. 3.

PARASIEWICZ, P. 2001. *MesoHABSIM: A concept for application of instream flow models in river restoration planning*. Fisheries 26:6-13.

PARASIEWICZ P. & M. J. DUNBAR. 2001. *Physical habitat modelling for fish – a developing approach* - Archiv für Hydrobiologie. Suppl. (Large Rivers Vol. 12), 135/2-4 p. 239-268.

PARASIEWICZ, P. 2005. *Integrative Assessment of Biological and Physical Attributes of the Eightmile River*. Phase 1 Final Report to project The National Park Service Wild and Scenic River Study for the Eightmile River and the Eightmile River Wild and Scenic Study Committee.

PARASIEWICZ, P. 2007. *Methods of the MesoHABSIM model*. River Research and Application 23 (8):893-903.

PRENDA MARTIN, J ET AL. 2003. *Inventario de Especies y Diagnóstico del Estado de Conservación de la Ictiofauna del Parque Natural "Sierra Norte de Sevilla"*. Grupo de investigación 'Biología de las Aguas Epicontinentales', del Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública de la Universidad de Huelva

RALEIGH, R.F., W.J. MILLER, AND P.C. NELSON. 1986. *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Chinook salmon*. U.S. Fish Wlldl. Serv. Biol. Rep. 82(10.122) 64 pp.

SOSTOA, A. DE, VINYOLES, D., CAIOLA, N., SÁNCHEZ, R., & FRANCH, C. 2005. *Relaciones entre los indicadores hidromorfológicos y los biológicos en el río Matarraña. Régimen Hidrológico y fauna ictiológica*. Informe inédito.