

IV. RESULTADOS

IV.1 ESTRATIGRAFÍA

Los sedimentos a lo largo del núcleo GF, hasta los primeros 5 m, se pueden dividir en 4 unidades estratigráficas diferentes (Figura 2).

La unidad superior I (0-15 cm) consta de limo arenoso gris oscuro, contenido orgánico y raíces de plantas.

La unidad II (15-90 cm) consta de intercalaciones de arcilla limosa y arcilla (15-40 cm) e intercalaciones de limo y arena limosa (40-90 cm). La subunidad superior contiene grietas de disecación verticales rellenas con limo arenoso.

La unidad III (90-330 cm) consiste en limo predominante con arena limosa y se encuentra dividida en dos subunidades. La subunidad inferior (180cm a 330 cm) contiene intercalaciones de limos y arena limosa. La subunidad superior (90 cm a 180 cm) está finamente laminada de limos pardos.

La unidad IV (330-500 cm) se caracteriza por intercalaciones de arena limosa con tonalidades de gris oscuro a pardo oscuro y arena fina coronadas por arcilla limosa de tonalidad pardo verdoso. Las capas de arena limosa se presentan de 365-435 cm y 438-445 cm de profundidad, mientras que las capas de arena fina de 435-440 cm y 445-460 cm.

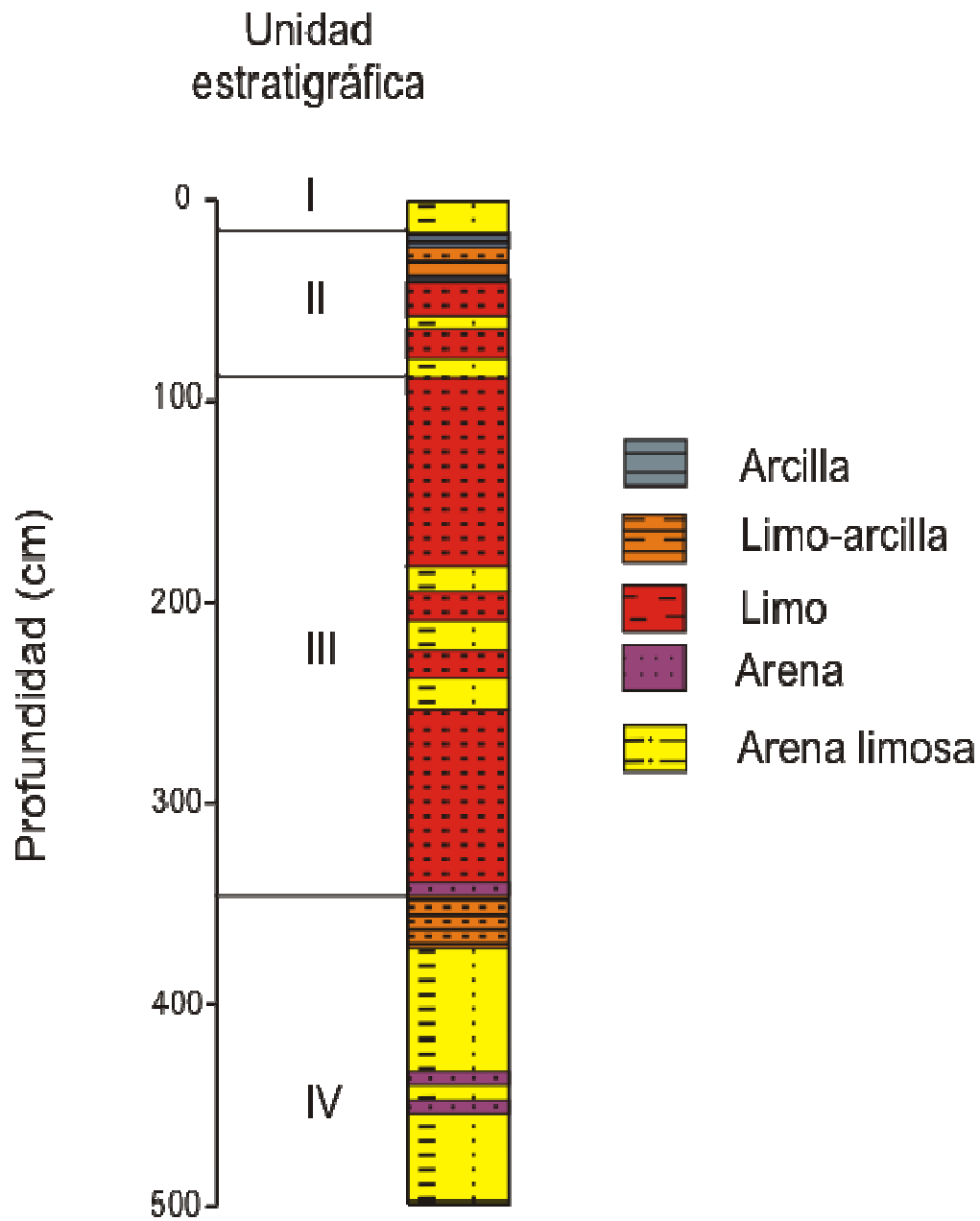


Figura 2. Columna estratigráfica de la secuencia sedimentaria del paleolago Babicora, desierto de Chihuahua.

IV.2 CRONOLOGÍA Y MODELO DE EDAD

La muestra 16-18, correspondiente a la profundidad de 17 cm fue fechada con radiocarbono AMS de $1,400 \pm 40$ años A.P., mientras que su edad calibrada por el programa utilizado previamente mencionado es de 1,325 años A.P.

La muestra 36-38, correspondiente a la profundidad de 37 cm fue fechada con radiocarbono AMS de $3,610 \pm 40$ años A.P., mientras que su edad calibrada es de 3,955 años A.P.

La muestra 46-48, correspondiente a la profundidad de 47 cm fue fechada con radiocarbono AMS de $8,330 \pm 40$ años A.P., mientras que su edad calibrada es de 9,360 años A.P.

Con los resultados obtenidos de estas dos últimas muestras, se nota un salto repentino en las edades, de 3,955 años cal A.P. en la profundidad de 37 cm, a 9,360 años cal A.P. en la profundidad de 47 cm, lo que indica la presencia de un hiatus entre 4,000 y 8,000 años cal A.P.

La muestra 88-90, correspondiente a la profundidad de 89 cm fue fechada con radiocarbono AMS de $17,640 \pm 90$ años A.P., mientras que su edad calibrada es de 20,963 años A.P.

La muestra 272-274, correspondiente a la profundidad de 273 cm fue datada con edad de radiocarbono AMS de $28,960 \pm 230$ años A.P., mientras que su edad calibrada es de 33,718 años A.P.

La muestra 374-376, correspondiente a la profundidad de 273 cm fue fechada con radiocarbono AMS de $34,520 \pm 120$ años A.P., mientras que su edad calibrada es de 39,672 años A.P.

Para la calibración de las edades de los primeros 17 cm del perfil sedimentario se utilizó una tasa de sedimentación constante de 0.0128 cm/año, lo que significa que en 77.94 años se depositó 1 cm de sedimento. Para la calibración de la profundidad de 18 cm a 37 cm, la tasa de sedimentación

que se tomó fue de 0.0076 cm/año, tardando 131.5 años para la depositación de 1 cm de sedimento. En la profundidad de 38 cm a 47 cm la tasa tomada fue de 0.00185 cm/año, tardando así 540.5 años para la depositación de 1 cm de sedimento. Así mismo en la profundidad de 48 cm a 89 cm la tasa tomada fue de 0.0036 cm/año, tardando en 276.26 años la depositación de cada cm de sedimento. De la profundidad de 90 cm a 273 cm la tasa tomada fue de 0.014 cm/año, tardando 69.32 años para la depositación de cada cm de sedimento. De la profundidad de 274 cm a 500 cm la tasa de sedimentación tomada fue de 0.017 cm/año, tardando 58.37 años para la depositación de cada cm de sedimento.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del fechamiento con radiocarbono AMS de las 6 muestras, con el respectivo código que el laboratorio les asignó, así como las respectivas fechas calibradas y su ubicación se observa en la Figura 3.

Tabla 1. Fechas de radiocarbono AMS.

Muestra	Profundidad (cm)	Código del Laboratorio	Edad AMS ¹⁴C (A.P.)	Edad Calibrada (A.P)
16-18	17	Beta-277504	1,400±40	1,325
36-38	37	Beta-280151	3,610±40	3,955
46-48	47	Beta-283602	8,330±40	9,360
88-90	89	Beta-269217	17,640±90	20,963
272-274	273	Beta-269218	28,960±230	33,718
374-376	375	Beta-277505	34,520±120	39,672

IV.3 CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT) y CARBONO INORGÁNICO TOTAL (CIT)

Los valores de COT se muestran en la Figura 3 y varían en el intervalo de 0.28-4.39 %. Los valores más altos se encuentran en los primeros 40 cm de profundidad (0.7-2.8 %) y en el intervalo de 387-500 cm (1.5-4.39 %) del perfil sedimentario, mientras que en el intervalo de 40-387 cm los valores son medios (0.28-1.57 %).

La curva de COT indica los niveles de productividad del lago, encontrando así dos eventos de mayor productividad, el primero registrado ca. 2 mil años cal A.P. y el segundo ca. 42-44 mil años cal A.P.

Asimismo, los valores del CIT se muestran en la misma figura y varían entre 0.4 y 2.59 %. Los valores más altos se encuentran en los primeros 37 cm (0.66-2.59 %), en el intervalo 230-277 cm (0.66-1.67 %) y en el intervalo 427-461 cm (0.53-2.13 %). En el resto del perfil sedimentario, los valores se mantienen entre 0.4-1.15 %.

La curva de CIT indica la presencia de calcita autigénicamente precipitada, así como la calcita en las valvas de los ostrácodos. Es un reflejo indirecto de la abundancia total de las especies de ostrácodos, pudiéndose observar mayor abundancia y/o presencia de calcita (autigénica o biogénica) ca. 2 mil años cal A.P., 27 mil años cal A.P., 29 mil años cal A.P., 43 mil años cal A.P. y 44 mil años cal A.P.

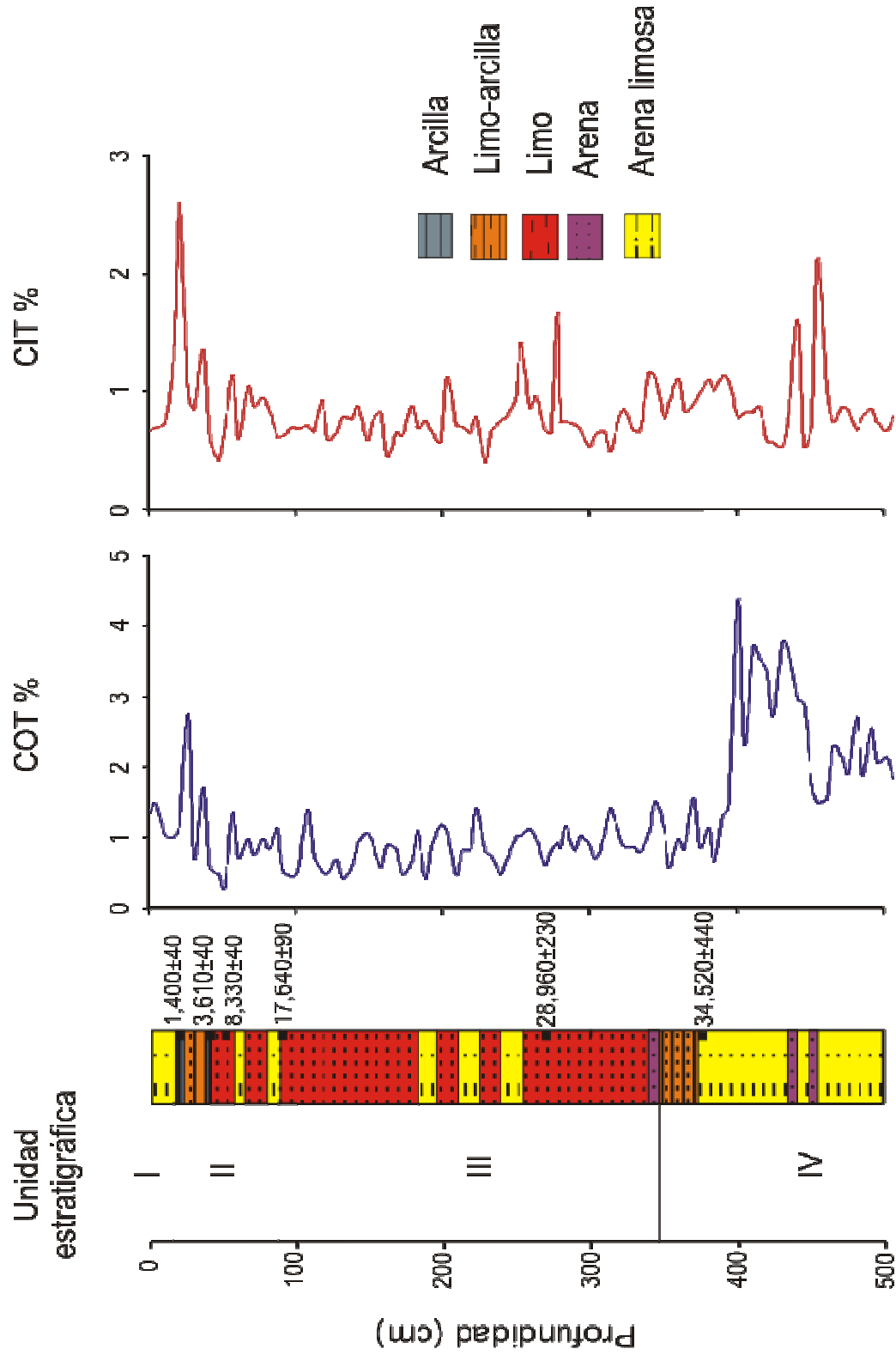


Figura 3. Columna estratigráfica con la ubicación de las 6 muestras fechadas mediante radiocarbono AMS, concentraciones de Carbono Orgánico Total (COT) y Carbono Inorgánico Total (CIT) en porcentaje.

IV.4 OSTRÁCODOS

IV.4.1 Especies

Las cinco especies de ostrácodos que se encontraron a lo largo del perfil son especies ampliamente conocidas y descritas por otros autores. Sin embargo, dada la escasez de estudios taxonómicos de ostrácodos continentales en México, se enlistan las especies de acuerdo con el arreglo propuesto por Delorme (1971 a, b y e), con una breve descripción, según la literatura, de las características más relevantes de las condiciones de los cuerpos de agua en las que habitan generalmente cada una de las especies. Las especies son ilustradas en las LÁMINAS I y II.

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborden PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamilia CYPRIDACEA Baird, 1845

Familia CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Género *Candona* Baird, 1845

Candona patzcuaro Tressler, 1954

Es una especie euritérmica que habita en lagos de praderas y estanques permanentes o efímeros (Palacios-Fest *et al.*, 1993) donde la salinidad puede encontrarse de 20 a 5000 ppm (Palacios-Fest, 1994).

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborden PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamilia CYPRIDACEA Baird, 1845

Familia CYPRIDIDAE Baird, 1845

Subfamilia CYPRIDOPSINAE Kaufmann, 1900

Género *Cypridopsis* Brady, 1868

Cypridopsis vidua (Müller, 1776) Brady, 1868

Especie euritérmica cosmopolita. Su temperatura óptima de crecimiento es mayor a los 13° C, sin embargo puede encontrarse en temperaturas menores a los 2° C y mayores a los 32° C. Tolera una amplia variedad de ambientes acuáticos, desde sistemas efímeros hasta permanentes. Su salinidad se encuentra restringida de 10 a 10,000 ppm (Delorme, 1989). Habita en aguas oligo a ligeramente hipersalinas, enriquecidas en $\text{Ca}^{2+}/\text{HCO}_3^-$ y su tolerancia a cambios en pH, oxígeno disuelto, concentraciones de Mg^{2+} , Na^+ , SO_4 y Cl^- es amplia; sin embargo, no tolera concentraciones altas de HCO_3^- y CO_3^- (Delorme, 1989).

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborden PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamilia CYTHERACEA Baird, 1850

Familia LIMNOCYTHERIDAE Klie, 1938

Género *Limnocythere* Brady, 1868

Limnocythere bradburyi Forester, 1985

Esta especie se encuentra en lagos grandes y someros, con aguas cálidas y turbias donde la cantidad de oxígeno disuelto es baja y las macrofitas sumergidas son escasas. La temperatura del agua generalmente se encuentra en equilibrio con la temperatura atmosférica debido a su naturaleza somera (5-32°C). Se caracterizan por ser sistemas cerrados que mantienen sus niveles por el drenaje interno, la precipitación directa y las descargas de primavera; la cantidad de sólidos totales disueltos va de 1000-100,000 ppm (Palacios-Fest *et al.*, 2002).

Las características químicas del agua están determinadas por la dominancia del Na^+ como catión, el $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ y Cl^- como aniones dominantes, el K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} están reducidos en relación con el Na^+ , y la cantidad de SO_4^{2-} es variable (Forester, 1985).

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborden PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamilia CYTHERACEA Baird, 1850

Familia LIMNOCYTHERIDAE Klie, 1938

Género *Limnocythere* Brady, 1868

Limnocythere ceriotuberosa Delorme, 1967

Se encuentra en lagos moderadamente salinos (500-10000 ppm), con un intervalo de temperatura entre 4°C y 32°C, también se han encontrado en sedimentos glaciales y postglaciales. Lagos alcalinos ricos en Mg²⁺, ligeramente escasos en Ca²⁺ y dominados por Na⁺, Cl⁻ o SO₄²⁻ (Palacios-Fest *et al.*, 2002).

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborden PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamilia CYTHERACEA Baird, 1850

Familia LIMNOCYTHERIDAE Klie, 1938

Género *Limnocythere* Brady, 1868

Limnocythere platyforma Delorme, 1971

Vive en aguas con intervalo de temperatura entre 4°C y 15°C, su tolerancia de salinidad va de 100 a 1000 (ppm). Lagos alcalinos ricos en Mg²⁺, ligeramente escasos en Ca²⁺ y dominados por Na⁺, Cl⁻ o SO₄²⁻ (Palacios-Fest *et al.*, 2002).

LÁMINA I

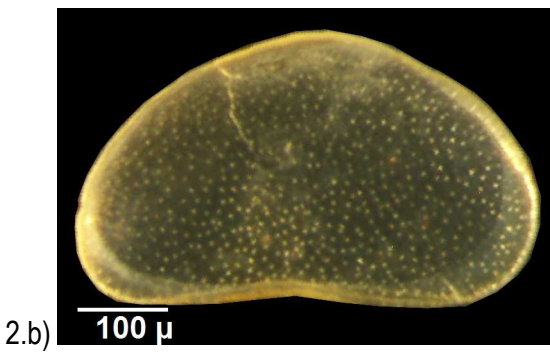
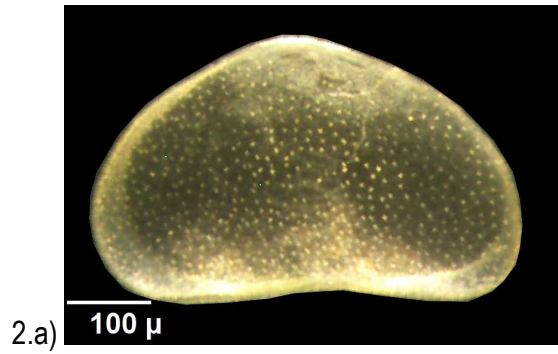
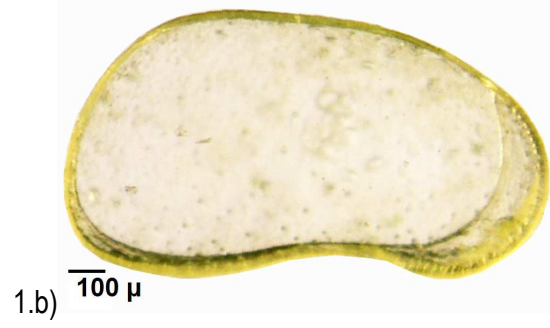
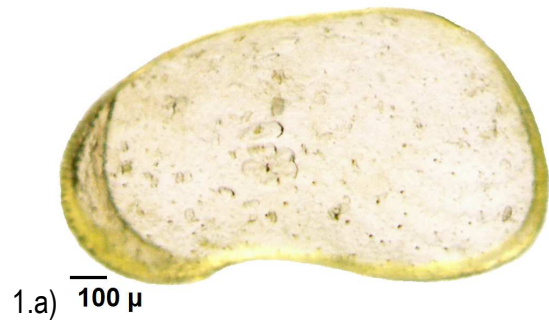


LÁMINA II

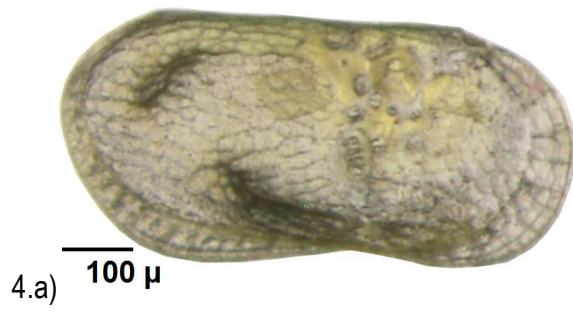


LÁMINA I

1. *Candona patzcuaro* Tressler, 1954.
 - a) Vista lateral externa, valva izquierda, hembra, 32X.
 - b) Vista lateral interna, valva izquierda, hembra, 32X.
 - c) Vista lateral externa, valva derecha, macho, 32X.
 - d) Vista lateral interna, valva derecha, macho, 32X.
2. *Cypridopsis vidua* (Müller, 1776) Brady, 1868.
 - a) Vista lateral externa, valva izquierda., 63X.
 - b) Vista lateral interna, valva izquierda, 63X.
3. *Limnocythere bradburyi* Forester, 1985.
 - a) Vista lateral externa, valva izquierda, hembra, 50X.
 - b) Vista lateral interna, valva izquierda, hembra, 50X.

LÁMINA II

4. *Limnocythere ceriotuberosa* Delorme, 1967.
 - a) Vista lateral externa, valva derecha, hembra, 50X.
 - b) Vista lateral interna, valva derecha, hembra, 50X
5. *Limnocythere platyforma* Delorme, 1971.
 - a) Vista lateral externa, valva derecha, hembra, 63X.
 - b) Vista lateral interna, valva derecha, hembra, 63X.
 - c) Vista dorsal, valva derecha, hembra, 63X.

IV.4.2 Abundancia de las especies

La abundancia total de los ostrácodos encontrados en el perfil sedimentario varía entre 2 y 1441 valvas/g (Figura 4). Los primeros 44 cm carecen de preservación de ostrácodos (la abundancia es nula). En el intervalo entre 45-225 cm de profundidad, la abundancia registrada es baja (2-400 valvas/g) y en el intervalo de 226-500 cm la abundancia registrada es alta (45-1441 valvas/g).

En la Figura 5 se observa la abundancia de cada especie, siendo *Candona patzcuaro* la más abundante a lo largo del perfil sedimentario con un intervalo entre 2-890 valvas/g, registrándose menor abundancia en las profundidades: 105 cm (ca. 22 cal ka A.P.) con 23% (7 valvas/g) de abundancia, 175-195 cm (27-28 cal ka A.P.) y 445 cm (43 cal ka A.P.) con 40% (29 valvas/g) y 275-285 cm (34-35 cal ka A.P.) con 43% (196 valvas/g).

Limnocythere platyforma es la segunda especie en mayor abundancia con un intervalo entre 0-470 valvas/g. No se registraron ostrácodos de esta especie en las profundidades: 115 cm (22 cal ka A.P.), 145 cm (25 cal ka A.P.), 175-185 cm (27-28 cal ka A.P.), 225-235 cm (31 cal ka A.P.) y 255 cm (33 cal ka A.P.). Los valores más altos se registraron en 245 cm (32 cal ka A.P.) con 33% (471 valvas/g), 285 cm (35 cal ka A.P.) con 28% (285 valvas/g), 365 cm (39 cal ka A.P.) con (174 valvas/g), 385 cm (40 cal ka A.P.) con 22% (145 valvas/g), 445 cm (44 cal ka A.P.) con 38 % (133 valvas/g).

Cypridopsis vidua se encuentra en un intervalo entre 0-261 valvas/g ocupando el tercer lugar de abundancia. No se registraron ostrácodos de esta especie en las profundidades de 145 cm (25 cal ka A.P.), 175 cm (27 cal ka A.P.), 215 cm (30 cal ka A.P.) y 245 cm (32 cal ka A.P.). Los valores más altos se registraron en 65 cm (14 cal ka A.P.) con 17% de abundancia (9 valvas/g), 75 cm (17 cal ka A.P.) con 15% (5 valvas/g), 115 cm (23 cal ka A.P.) con 33% (16 valvas/g), 195 cm (29 cal ka A.P.) con 24% (21 valvas/g), 395 cm (41 cal ka A.P.) con 17% (48 valvas/g), 445 cm (44 cal ka A.P.) con 20% (69 valvas/g) y 465 cm (45 cal ka A.P.) con 36% (3 valvas/g).

Limnocythere bradburyi ocupa el penúltimo lugar de abundancia con un intervalo entre 0-207 valvas/g. No se registraron ostrácodos de esta especie en las profundidades de 115-165 cm (23-26 cal ka A.P.), 205-225 cm (29-31 cal ka A.P.), 245 cm (32 cal ka A.P.) y 445-475 cm (44-45 cal ka A.P.). Los valores más altos se registraron en: 75 cm (17 cal ka A.P.) con 30% de abundancia (9 valvas/g), 175 cm (27 cal ka A.P.) con 60% (43 valvas/g) y 185 cm (28 cal ka A.P.) con 51% (95 valvas/g).

Finalmente *Limnocythere ceriotuberosa* se encuentra entre el intervalo de 0-84 valvas/g. No se registraron ostrácodos de esta especie en las profundidades: 75 cm (17 cal ka A.P.), 145 cm (25 cal ka A.P.), 165-185 cm (26-28 cal ka A.P.), 265-305 cm (34-35 cal ka A.P.), 375 cm (40 cal ka A.P.) y 445-465 cm (44-45 cal ka A.P.). Los valores más altos se registraron en 85 cm (20 cal ka A.P.) con 15% de abundancia (5 valvas/g), 95 cm (21 cal ka A.P.) con 22% (43 valvas/g), 105 cm (22 cal ka A.P.) con 44% (13 valvas/g), 115 cm (23 cal ka A.P.) con 27% (13 valvas/g), 195 cm (29 cal ka A.P.) con 18% (16 valvas/g) y 315 cm (37 cal ka A.P.) con 14% (7 valvas/g).

Las especies *C. vidua*, *L. bradburyi* y *L. ceriotuberosa* se encuentran con mayor abundancia en la profundidad de 45-225 cm (12-32 cal ka A.P.) del perfil sedimentario, mientras que la mayor abundancia de *L. platyforma* se registra entre los 265-500 cm (32-45 cal ka A.P.) (Figura 5).

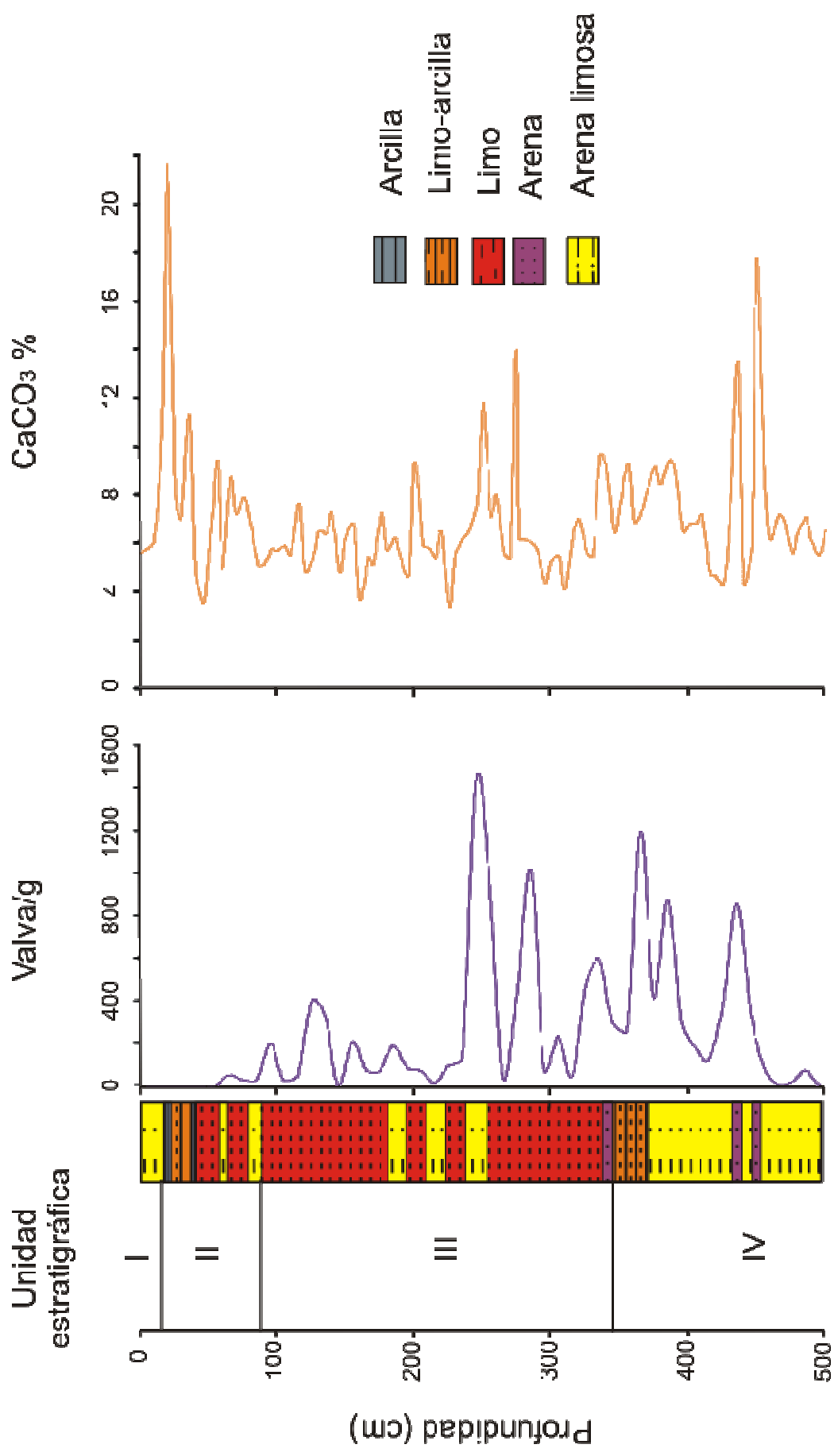


Figura 4. Columna estratigráfica de la secuencia sedimentaria, abundancia total de ostrácodos (valva/g) y abundancia de carbonato de calcio (CaCO₃) calculado de CIT en %.

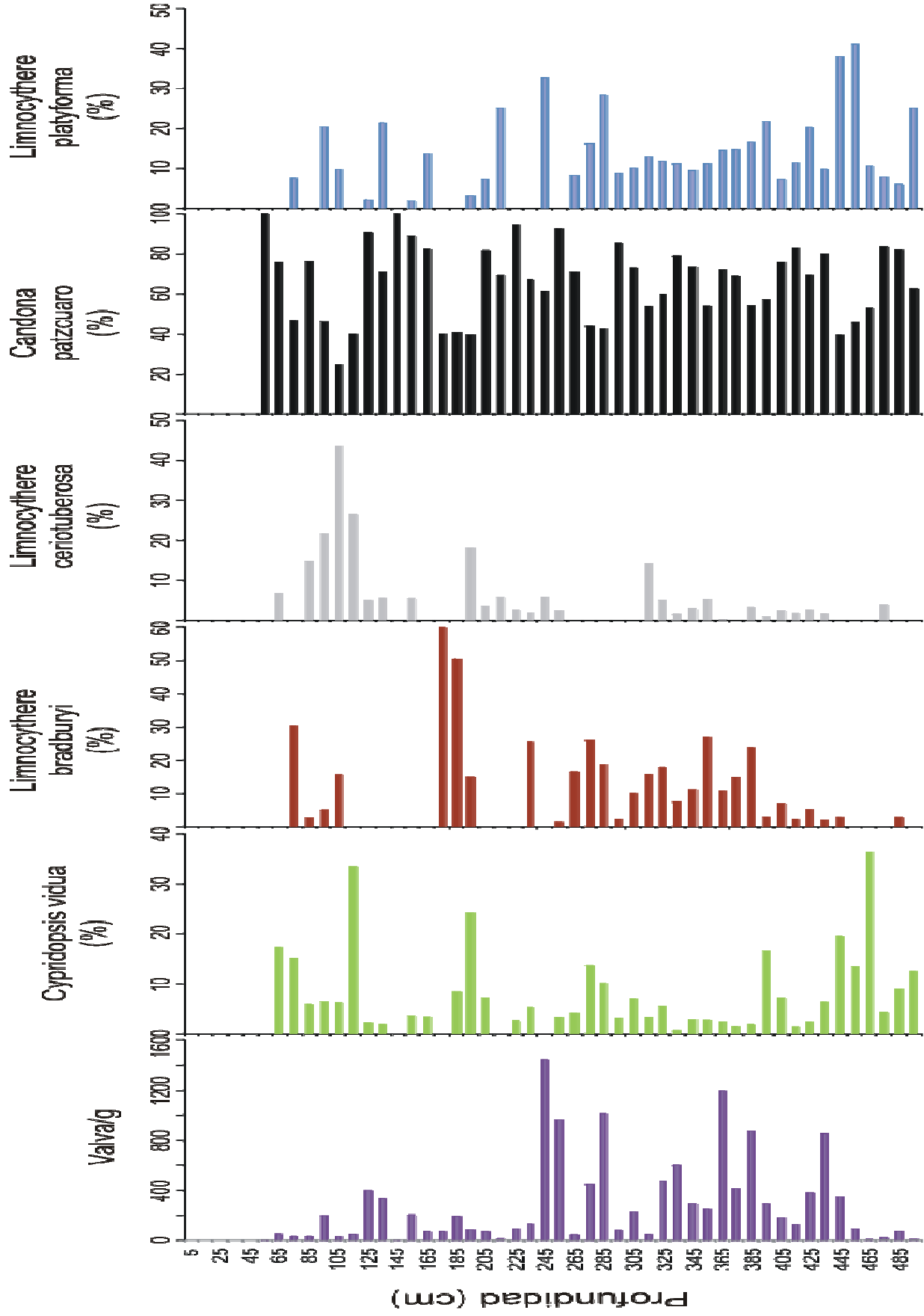


Figura 5. Abundancia total de ostrácodos (valva/g) y de las especies (en %) encontradas en el perfil sedimentario.