

Avaluació de la fixació de CO₂ per Chlorella

(Càlculs fets només per donar un ordre de magnitud, sense cap rellevància científica)

La làmina d'aigua dels Jardins del Baix Guinardó de Barcelona, és un vas contenidor de forma rectangular de 60 metres x 30 metres (superfície de 1.800 m²) i una profunditat d'uns 55 cm. El nivell mitjà de l'aigua és d'uns 40 cm. Es tracta d'un sistema tancat, en principi sense aportacions d'aigua més enllà de la pluja, que disposa d'un circuit d'absorció, filtrat i recirculació de l'aigua novament a la làmina.

En la làmina, se situen 4 jardineres d'uns 220 cm de diàmetre, l'extrem superior del qual sobresurt del nivell de l'aigua (no estan inundades). En cadascuna d'aquestes jardineres hi ha un arbre *Platanus x acerifolia* (Plàtan d'ombra). Aquestes illes són on nidifiquen els ànecs.

Existeixen diversos arbres *Platanus x acerifolia* en la perifèria de la làmina. Entre aquests arbres i els que estan en les jardineres, hi ha una aportació contínua de akenis i fulles que cauen a l'aigua, malgrat l'esforç dels empleats de Parcs i Jardins que netejant i retiren fulles de la superfície un cop al dia, pel dematí. També s'observa l'aportació de pol·len, i altres restes vegetals dels parterres pròxims. En els mesos de maig, juny, juliol i agost, hi ha una població important de libèl·lules (espiadimonis), i habita una família d'ànecs Collverd amb les seves cries, però amb permanència cada cop menys estacional i més continua.

La làmina, amb les condicions adequades, presenta una forta coloració verda, i això és degut a la presència de la **microalga Chlorella**. En el fons de la làmina, existeix i s'acumula una capa de sediment de color negrós, que és fonamentalment la matèria orgànica generada per la pròpia microalga.

Es tracta d'**avaluar** (molt aproximadament) **en termes d'equivalent en arbres del tipus *Platanus x acerifolia* de grandària mitjana, quina és la quantitat de CO₂ absorbit i segrestada per la microalga Chlorella** present en la làmina d'aigua, totalitzat durant els mesos de maig, juny, juliol i agost en aquesta ubicació, tenint en compte la insolació i les temperatures (2025 ha estat un estiu bastant calorós).

Resum

La microalga **Chlorella** present a la làmina d'aigua dels Jardins del Baix Guinardó té una **capacitat de fixació de CO₂ elevada**. Durant els mesos de maig, juny, juliol i agost (4 mesos considerats), es calcula que la Chlorella va fixar aproximadament un total de **1,0 tones de CO₂, equivalent a la capacitat de seqüestració de 24 arbres *Platanus x acerifolia*** (Plàtan d'ombra) de mida mitjana durant tot un any.

Característiques de la làmina d'aigua

La làmina d'aigua presenta les següents dimensions:

- **Àrea:** 1.800 m² (60m × 30m)
- **Volum d'aigua:** 720 m³ (720.000 litres)
- **Profunditat mitjana:** 40 cm

Capacitat de fixació de CO₂ de la Chlorella

Condicions favorables al 2025

Les temperatures mitjanes al migdia a la ciutat de Barcelona per als mesos de maig, juny, juliol i agost van ser (21.5 °C, 24.8 °C, 28.5 °C, 29.0 °C) respectivament, i es va gaudir d'una insolació intensa.

Càlculs de segrest de CO₂

Com existeix una injecció contínua d'aigua barrejada amb aire, mitjançant 8 jets semi-submergits en un dels laterals de la làmina, i suposant que la concentració de CO₂ a l'aire de Barcelona ciutat és de 470ppm, suposarem que l'aigua de la làmina té una concentració d'equilibri d'uns 0,04% en volum de CO₂.

Un estudi va reportar una fixació de CO₂ de 0,075 gCO₂/l/dia (*) per a *Chlorella vulgaris* en condicions d'aire (0,04% CO₂). Agafarem aquest valor com una estimació raonable.

Table 4.

Comparison of CO₂ biofixation (maximum value) by different algae species

Microalgae	CO ₂ fraction in inlet gas, vol%	T, °C	CO ₂ fix., g/l/day
Reviewed by Wang et al. [24]			
<i>Chlorococcum littorale</i>	40	30	1.0
<i>Chlorella kessleri</i>	18	30	0.163 ^a
<i>Chlorella vulgaris</i>	15	–	0.625
<i>Chlorella vulgaris</i>	Air	25	0.075 ^a

^aCalculated using simplified method

(*) APPL BIOCHEM BIOTECHNOL (2016) 179:1248–1261

Appl Biochem Biotechnol (2016) 179:1248–1261
DOI 10.1007/s12010-016-2062-3



CO₂ Biofixation and Growth Kinetics of *Chlorella vulgaris* and *Nannochloropsis gaditana*

Michał Adameczyk¹ · Janusz Lasek¹ ·
Agnieszka Skawińska¹

Factors de correcció

La biofixació de CO₂ depèn d'una varietat de factors utilitzats en el cultiu. L'eficiència d'eliminació de CO₂ es veu afectada principalment pels següents paràmetres: concentració de CO₂ en el cultiu, espècies de microalgues, temperatura, pH i fotoperíode, però també, en menor mesura, forma i mida del reactor, així com concentració inicial de biomassa. L'impacte de cada paràmetre enumerat és diferent. Se sap que la utilització efectiva del CO₂ depèn principalment del tipus d'espècie i la concentració de CO₂ introduïda en el cultiu [Appl Biochem Biotechnol (2016) 179:1248–1261].

Podem determinar un factor de correcció aproximat λ , que ens permeti referir les xifres de biofixació corresponents a un bioreactor, amb les que apliquen en la làmina d'aigua. **Aquest factor λ serà una estimació aproximada, només per fer-nos una idea!**

Descomposició del factor λ en components quantificables

El factor de correcció λ es pot descompondre en subfactors físics i biològics, cadascun fonamentat en literatura científica:

Factor 1: Eficiència de mescla (0.36)

Aquest és el component dominant. La literatura científica estableix que els estanys oberts tenen una productivitat significativament menor que els bioreactors tubulars a causa de la menor eficiència d'exposició de les cèl·lules a la llum. Els estudis comparatius (Narala et al., 2016^[1]; Liu et al., 2019) reporten ràtios de productivitat estany/bioreactor del 30-50% en condicions equivalents. La presència dels 8 jets semi-submergits en la làmina millora la mescla respecte a un estany completament estàtic, justificant un ajust del +20% sobre el ràtio base, resultant en un factor de 0.36.

[1] Comparison of Microalgae cultivation in Photobioreactor, Open raceway Pond, and a Two-stage hybrid system (Rakesh R. Narala†... 2016

Factor 2: Zona fòtica (1.00)

La penetració de llum en aigua amb alta densitat de Chlorella s'estima mitjançant la profunditat del disc Secchi. Per a aigua intensament verda, el Secchi típic és de 20-30 cm, i la zona fòtica aproximada és el doble d'aquest valor. Amb una profunditat mitjana de 40 cm en la làmina, pràcticament tot el volum està dins de la zona fòtica, per la qual cosa no es requereix reducció per aquest concepte.

Factor 3: Temperatura (1.05)

Les temperatures de la làmina a l'estiu (21.5-29.0 °C, mitjana 25.9 °C) estan dins del rang òptim per a Chlorella vulgaris (20-30 °C) i són lleugerament superiors a les del bioreactor de referència (25 °C constant), la qual cosa afavoreix marginalment el metabolisme.

Factor 4: CO₂, fotoperíode i nutrients (1.00 cadascun)

El valor de referència de 0.075 gCO₂/l/dia de l'estudi de Adamczyk et al. (2016) ja correspon a condicions d'aire atmosfèric (0.04% CO₂), idèntiques a les de la làmina. El fotoperíode ja està incorporat en el càlcul original. Els nutrients naturals (fulles, aqüenis, pol·len dels plataners) compensen la falta de medi de cultiu optimitzat.

Càlcul del factor total

Factor λ (calculat) = $1.00 \times 0.36 \times 1.00 \times 1.05 \times 1.00 \times 1.00 = 0.378 \approx \mathbf{0.38}$

Càlcul fixació total (λ com a paràmetre):

$0,075 \text{ gCO}_2/\text{l}/\text{dia} * (123*10\text{h}/24\text{h})\text{dia} * 720.000\text{l} * \lambda=0.38 * (1\text{Kg}/1000\text{l}) = \mathbf{1.046 \text{ Kg CO}_2}$

Equivalència en arbres *Platanus x acerifolia*

Segons l'estudi d'ecosistemes urbans de Barcelona, un *Platanus x acerifolia* mitja segresta aproximadament **43,3 kg de CO₂ per any** (11.79kC x 3.67kCO₂/kC):

Appendix II: Average carbon stored, net and gross carbon sequestered, leaf area and leaf biomass by individual and by specie.

**Sorted by descending order of net C sequestered per individual.*

	C stored Kg/individual		Gross C sequestered Kg/individual		Net C sequestered Kg/individual		Leaf area (m2)/individual		Leaf biomass (Kg)/individual		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	018.28	8.72%	18.94	3.04%	16.66	2.96%	319.11	3.73%	44.11	4.94%
<i>Phoenix dactylifera</i>		553.55	4.74%	16.69	2.68%	15.72	2.80%	26.8	0.31%	1.99	0.22%
<i>Cocculus laurifolius</i>		387.51	3.32%	13.99	2.24%	13.11	2.33%	206.48	2.41%	15.35	1.72%
<i>Aloe arborescens</i>		250.23	2.14%	13.76	2.21%	12.81	2.28%	3.66	0.04%	0.27	0.03%
<i>Phytolacca dioica</i>		487.4	4.18%	14.24	2.28%	12.59	2.24%	150.98	1.76%	11.23	1.26%
<i>Broussonetia papyrifera</i>		306.3	2.62%	12.09	1.94%	11.38	2.03%	151.09	1.76%	8.67	0.97%
<i>Casuarina cunninghamiana</i>		224.55	1.92%	12.15	1.95%	11.07	1.97%	109.35	1.28%	8.14	0.91%
<i>Platanus x acerifolia</i>		262.34	2.25%	11.79	1.89%	10.82	1.93%	217.98	2.55%	9.52	1.07%
<i>Salix alba</i>		221.38	1.90%	10.88	1.74%	9.93	1.77%	131.69	1.54%	8.13	0.91%

<https://www.itreetools.org/documents/302/Barcelona%20Ecosystem%20Analysis.pdf> (Pàg. 86)

Anàlisi de Sensibilitat

Considerant la **incertesa** en els paràmetres ($\pm 20\%$), el rang de valors possibles és:

Escenari	Factor	CO ₂ Fixat	Arbres Equivalents
Pessimista	0.22	603 kg	14 arbres
Central (calculat)	0.38	1,046 kg	24 arbres
Optimista	0.60	1,657 kg	38 arbres

Comparació:

La làmina d'aigua amb *Chlorella* durant els 4 mesos considerats equival aproximadament a:

- **24 arbres *Platanus x acerifolia*** en capacitat de fixació anual de CO₂ (en només 4 mesos!)

Factors clau de l'Eficiència.

1. **Àrea extensa:** 1.800 m² de superfície fotosintètica.

2. **Densitat algal:** La coloració verda intensa indica una concentració significativa de Chlorella.
3. **Nutrients abundants:** Aportacions constants d'aquenis, fulles i pol·len dels Platanus x acerifolia.
4. **Condicions climàtiques:** Insolació intensa i temperatures elevades (dins dels límits favorables) .
5. **Sistema tancat:** Permet l'acumulació i concentració de nutrients.

Consideracions Ambientals.

La presència de libèl·lules i d'ànecs collverd amb cries indica un **ecosistema aquàtic funcional i ben conservat**, ja que aquestes espècies són bioindicadors sensibles a la qualitat de l'hàbitat aquàtic i a la disponibilitat de recursos tròfics. La presència de microalgues del gènere Chlorella i de sediments orgànics a l'aigua afavoreix la productivitat primària i proporciona aliment i refugi a altres organismes de la cadena tròfica aquàtica. Aquestes condicions contribueixen a mantenir un equilibri ecològic que afavoreix tant la biodiversitat com la captura de carboni a través de la fotosíntesi de les microalgues.

Table 1 Some microalgal strains studied for CO₂ bio-mitigation

Microalga	CO ₂ %	T °C	P g l ⁻¹ per day	P _{CO2} g l ⁻¹ per day	Reference	Note
<i>Chlorococcum littorale</i>	40	30	N/A	1.0	Iwasaki et al. 1998; Murakami and Ikenouchi 1997	
<i>Chlorella kessleri</i>	18	30	0.087	0.163 ^a	de Morais and Costa 2007b	
<i>Chlorella</i> sp. UK001	15	35	N/A	>1	Murakami and Ikenouchi 1997	
<i>Chlorella vulgaris</i>	15		N/A	0.624	Yun et al. 1997	Artificial wastewater
<i>Chlorella vulgaris</i>	air	25	0.040	0.075 ^a	Scrugg et al. 2002	Watanabe's medium
<i>Chlorella vulgaris</i>	air	25	0.024	0.045 ^a	Scrugg et al. 2002	Low-N medium
<i>Chlorella</i> sp.	40	42	N/A	1.0	Sakai et al. 1995	
<i>Dunaliella</i>	3	27	0.17	0.313 ^a	Kishimoto et al. 1994	High salinity, β-carotene
<i>Haematococcus pluvialis</i>	16–34	20	0.076	0.143	Huntley and Redalje 2007	Commercial scale, outdoor
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Air	-	0.009	0.016	Gomez-Villa et al. 2005	Wastewater, outdoor, winter
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Air	-	0.016	0.031	Gomez-Villa et al. 2005	Wastewater, outdoor, summer
<i>Botryococcus braunii</i>	-	25–30	1.1	>1.0	Murakami and Ikenouchi 1997	Accumulating hydrocarbon
<i>Scenedesmus obliquus</i>	18	30	0.14	0.26	de Morais and Costa 2007a	
^b <i>Spirulina</i> sp.	12	30	0.22	0.413 ^a	de Morais and Costa 2007a	

En-dash not specified or not controlled

^a Calculated from the biomass productivity according to equation, CO₂ fixation rate (P_{CO2}) = 1.88 × biomass productivity (P), which is derived from the typical molecular formula of microalgal biomass, CO_{0.48}H_{1.83}N_{0.11}P_{0.01} (Chisti 2007).

^b All species except *Spirulina* sp., which is a prokaryotic cyanobacteria (*Cyanophyceae*) species, are eukaryotic green algae (*Chlorophyta*) species (Bold and Wynne 1985).

range, and the law of material conservation allows us to calculate CO₂ fixation rate from biomass productivity at given cell carbon content. In Table 1, such calculations were conducted using a reported biomass molecular formula, CO_{0.48}H_{1.83}N_{0.11}P_{0.01} (Chisti 2007), when direct data on CO₂ fixation rate was not available, based on the assumption that CO₂ fixed in the form of extracellular products was negligible.

The combined CO₂ bio-mitigation and biofuel production strategy

The merit of CO₂ bio-mitigation locates primarily in the fact that biomass produced in the process of CO₂ fixation can be converted efficiently into biofuels for energy production. An estimate made in 2003 indicates that the costs of biofuel production are in general about 2.3 times more expensive than fossil fuels (Kondili and Kaldellis 2007). There is no doubt that fast technology development and the soaring energy prices have improved and will improve the situation rapidly, and biofuel production from microalgae is deemed to be the most promising biofuel production strategy (Li et al. 2008). A commercial-scale (2 ha) demonstration microalgal farming facility was operated consecutively for 4 years to produce *Haematococcus pluvialis* for biodiesel production (Huntley and Redalje 2007). A two-stage strategy was employed for the

operation. Closed photobioreactors were used for the first stage and open ponds for the second. Daily production of 1.9 kg dry biomass was achieved with a 25,000 l photobioreactor, corresponding to a biomass productivity of 0.076 g l⁻¹ per day, at a biomass concentration of 0.3 g/l. An annual averaged rate of microalgal oil production equivalent to 420 GJ ha⁻¹ per year was obtained. While the maximum production rate achieved with *Haematococcus pluvialis* was equivalent to 1014 GJ ha⁻¹ per year, it was predicted that a rate of 3,200 GJ ha⁻¹ per year is feasible using fast-growing *Chlorella* species. This is a rate possible to replace the reliance on current fossil fuel usage equivalent to about 300 EJ per year and eliminate fossil fuel emissions of CO₂ of about 6.5 gigatons of carbon (GtC) per year using only 7.3% of the surplus arable land projected to be available by 2050. It was also expected that other microalgal biodiesel processes such as the one being developed at the University of Utah would be cost-competitive with regular diesel by 2009 (Seefeldt 2007). There is no doubt that global efforts from both the public and private sectors will be continued and accelerated to make biofuels from microalgae a practical replacement of fossil fuels in the near future.

There are several ways to convert microalgae biomass to biofuels, which can be classified into biochemical conversion, chemical reaction, direct combustion, and thermochemical conversion (Fig. 2; Demirbas 2001; McKendry 2002a; Tsukahara and Sawayama 2005). More specifically,

Table 1

Growth parameters, lipid content and calorific values of algal cultures in the tubular bioreactor

Parameter	<i>C. vulgaris</i> in Watanabe's medium	<i>C. vulgaris</i> in low nitrogen medium	<i>C. emersonii</i> in Watanabe's medium	<i>C. emersonii</i> in low nitrogen medium
Growth rate (d^{-1})	0.40	0.69/0.12	0.38	0.38
Max. cell number (ml^{-1})	5.7×10^7	7.0×10^6	3.3×10^6	4.0×10^6
(day)	(34)	(24)	(12)	(13)
Lipid content (% dry wt)	28	58	25	34
Calorific value (kJ g^{-1})	21	28	21	24
Biomass productivity ($\text{mg l}^{-1} \text{d}^{-1}$)	40	24	41	36
Mean daily growth ($\text{g bioreactor}^{-1} \text{d}^{-1}$)	9.2	5.5	9.4	8.3
Energy recovery ($\text{kJ bioreactor}^{-1} \text{d}^{-1}$)	193.2	154.6	198.0	203.5
Photosynthetic efficiency (%) ^a	6.4	5.1	6.5	6.7
Productivity unit of illuminated surface ($\text{gm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	0.95	0.57	0.97	0.91

^aInput energy was $3037 \text{ kJ bioreactor}^{-1} \text{d}^{-1}$.

A.H. SCRAGG ET AL. / BIOMASS AND BIOENERGY 23 (2002) 67–73

A.H. Scragg et al. / Biomass and

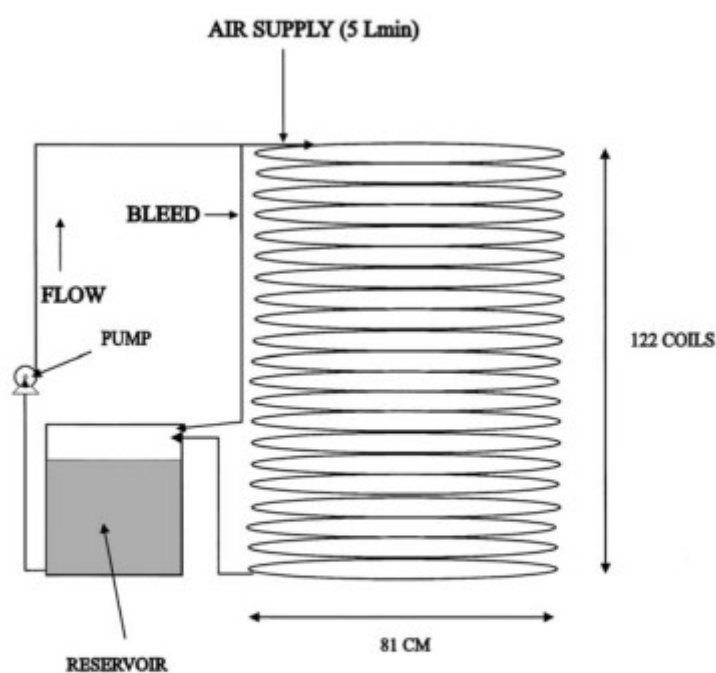


Fig. 1. Schematic diagram of the tubular photobioreactor. The tube is coiled around a rigid netting giving a diameter of 81 cm and an overall height of 3.8 m. The culture is pumped from the reservoir to the top of the reactor where air (5 l min^{-1}) is added and the culture and air bubble flow to the base where it is run into a 250 l water butt. Illumination was by 3×8 strip lights mounted on a central tower in the middle of the coils.

A.H. SCRAGG ET AL. / BIOMASS AND BIOENERGY 23 (2002) 67–73

Appendix II: Average carbon stored, net and gross carbon sequestered, leaf area and leaf biomass by individual and by specie.

*Sorted by descending order of net C sequestered per individual.

	C stored Kg/individual		Gross C sequestered Kg/individual		Net C sequestered Kg/individual		Leaf area (m ²)/individual		Leaf biomass (Kg)/individual	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1 018.28	8.72%	18.94	3.04%	16.66	2.96%	319.11	3.73%	44.11	4.94%
<i>Phoenix dactylifera</i>	553.55	4.74%	16.69	2.68%	15.72	2.80%	26.8	0.31%	1.99	0.22%
<i>Cocculus laurifolius</i>	387.51	3.32%	13.99	2.24%	13.11	2.33%	206.48	2.41%	15.35	1.72%
<i>Aloe arborescens</i>	250.23	2.14%	13.76	2.21%	12.81	2.28%	3.66	0.04%	0.27	0.03%
<i>Phytolacca dioica</i>	487.4	4.18%	14.24	2.28%	12.59	2.24%	150.98	1.76%	11.23	1.26%
<i>Broussonetia papyrifera</i>	306.3	2.62%	12.09	1.94%	11.38	2.03%	151.09	1.76%	8.67	0.97%
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	224.55	1.92%	12.15	1.95%	11.07	1.97%	109.35	1.28%	8.14	0.91%
<i>Platanus x acerifolia</i>	262.34	2.25%	11.79	1.89%	10.82	1.93%	217.98	2.55%	9.52	1.07%
<i>Salix alba</i>	221.38	1.90%	10.88	1.74%	9.93	1.77%	131.69	1.54%	8.13	0.91%
<i>Populus x canadensis</i>	284.74	2.44%	10.85	1.74%	9.9	1.76%	151.09	1.76%	13.96	1.56%
<i>Morus alba</i>	155.62	1.33%	10.27	1.65%	9.64	1.72%	193.36	2.26%	14.14	1.58%
<i>Tilia tomentosa</i>	317.01	2.72%	10.21	1.64%	9.49	1.69%	155.69	1.82%	7.31	0.82%
<i>Ceratonia siliqua</i>	262.54	2.25%	10.35	1.66%	9.37	1.67%	87.83	1.03%	6.53	0.73%
<i>Tilia platyphyllos</i>	280.4	2.40%	9.49	1.52%	8.85	1.57%	116.52	1.36%	6.86	0.77%
<i>Acer platanoides</i>	202.2	1.73%	9.18	1.47%	8.72	1.55%	15.35	0.18%	0.84	0.09%
<i>Gleditsia triacanthos</i>	170.68	1.46%	9.3	1.49%	8.65	1.54%	73.61	0.86%	7.72	0.86%
<i>Acacia saligna</i>	147.92	1.27%	8.81	1.41%	8.23	1.47%	126.32	1.48%	30.55	3.42%
<i>Casuarina sp.</i>	214.48	1.84%	9.97	1.60%	7.93	1.41%	67.15	0.78%	4.95	0.55%
<i>Populus alba var. nivea</i>	84.09	0.72%	7.91	1.27%	7.86	1.40%	38	0.44%	3.33	0.37%
<i>Quercus cerrioides</i>	174.17	1.49%	8.42	1.35%	7.81	1.39%	73.28	0.86%	6.73	0.75%
<i>Tilia europaea</i>	229.31	1.96%	8.19	1.31%	7.67	1.36%	267.01	3.12%	12.41	1.39%
<i>Tipuana tipu</i>	129.45	1.11%	7.89	1.27%	7.43	1.32%	108.25	1.26%	8.04	0.90%
<i>Melia azedarach</i>	112.56	0.96%	7.37	1.18%	7.01	1.25%	82.09	0.96%	6.1	0.68%
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	106.07	0.91%	7.32	1.17%	6.9	1.23%	89.23	1.04%	6.64	0.74%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	103.4	0.89%	6.99	1.12%	6.67	1.19%	89.4	1.04%	4.81	0.54%
<i>Sambucus nigra</i>	58.24	0.50%	6.86	1.10%	6.6	1.18%	59.38	0.69%	4.39	0.49%
<i>Tamarix gallica</i>	54.71	0.47%	6.36	1.02%	6.14	1.09%	35.16	0.41%	2.61	0.29%
<i>Populus alba</i>	202.72	1.74%	6.52	1.04%	6.05	1.08%	76.73	0.90%	6.68	0.75%
<i>Fraxinus excelsior</i>	61.88	0.53%	6.27	1.01%	6.01	1.07%	122.92	1.44%	13.08	1.46%
<i>Celtis occidentalis</i>	41.86	0.36%	6.03	0.97%	5.99	1.07%	129.3	1.51%	6.7	0.75%
<i>Celtis australis</i>	103.96	0.89%	6.21	1.00%	5.92	1.05%	162.7	1.90%	9.59	1.07%
<i>Prunus cerasifera</i>	80.5	0.69%	6.06	0.97%	5.8	1.03%	41.49	0.48%	2.52	0.28%
<i>Brachychiton populneum</i>	72.18	0.62%	5.95	0.95%	5.76	1.02%	32.42	0.38%	2.84	0.32%
<i>Acer pseudoplatanus</i>	48.48	0.42%	5.94	0.95%	5.75	1.02%	11.88	0.14%	0.9	0.10%
<i>Corynocarpus laevigatus</i>	88.64	0.76%	5.93	0.95%	5.73	1.02%	92.07	1.08%	6.91	0.77%
<i>Ulmus minor</i>	96.19	0.82%	6.25	1.00%	5.72	1.02%	158.31	1.85%	10.78	1.21%
<i>Sophora japonica</i>	73.4	0.63%	5.98	0.96%	5.65	1.01%	78.43	0.92%	8.91	1.00%
<i>Erythrina crista-galli</i>	33.85	0.29%	5.77	0.93%	5.61	1.00%	21.38	0.25%	1.62	0.18%
<i>Populus simonii</i>	51.96	0.45%	5.95	0.95%	5.59	1.00%	76.74	0.90%	5.53	0.62%
<i>Casuarina equisetifolia</i>	223.4	1.91%	6.76	1.08%	5.55	0.99%	188.14	2.20%	20.78	2.33%
<i>Ulmus pumila</i>	97.15	0.83%	5.73	0.92%	5.42	0.97%	71.69	0.84%	4.89	0.55%
<i>Magnolia grandiflora</i>	57.67	0.49%	5.56	0.89%	5.41	0.96%	41.77	0.49%	5.64	0.63%
<i>Bauhinia forficata</i>	79.34	0.68%	5.55	0.89%	5.37	0.96%	25.58	0.30%	1.99	0.22%

Continued

	C stored Kg/individual		Gross C sequestered Kg/individual		Net C sequestered Kg/individual		Leaf area (m2)/individual		Leaf biomass (Kg)/individual	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Quercus pubescens</i>	105.5	0.90%	5.85	0.94%	5.25	0.94%	50.71	0.59%	3.38	0.38%
<i>Acer negundo</i>	83.79	0.72%	5.92	0.95%	5.18	0.92%	78.94	0.92%	7.23	0.81%
<i>Coriaria myrtifolia</i>	73.3	0.63%	5.2	0.83%	5.02	0.89%	23.89	0.28%	1.78	0.20%
<i>Eucalyptus globulus</i>	505.62	4.33%	12.47	2.00%	5	0.89%	119.82	1.40%	15.46	1.73%
<i>Schinus molle</i>	37.52	0.32%	5.2	0.83%	4.98	0.89%	66.92	0.78%	4.97	0.56%
<i>Olea europaea</i>	92.06	0.79%	5.04	0.81%	4.79	0.85%	41.35	0.48%	3.07	0.34%
<i>Fraxinus ornus</i>	38.66	0.33%	4.94	0.79%	4.77	0.85%	62.81	0.73%	5.06	0.57%
<i>Cedrus atlantica</i>	142.57	1.22%	5.17	0.83%	4.72	0.84%	153.2	1.79%	35.91	4.02%
<i>Pinus pinaster</i>	247.81	2.12%	6.13	0.98%	4.61	0.82%	165.2	1.93%	15.93	1.78%
<i>Cedrus deodara</i>	123.46	1.06%	4.95	0.79%	4.58	0.82%	419.95	4.90%	98.44	11.03%
<i>Eriobotrya japonica</i>	30.54	0.26%	4.71	0.75%	4.58	0.81%	18.48	0.22%	1.34	0.15%
<i>Quercus ilex</i>	67.03	0.57%	4.7	0.75%	4.38	0.78%	31.86	0.37%	2.92	0.33%
<i>Yucca guatemalensis</i>	77.63	0.67%	4.53	0.73%	4.35	0.77%	5.3	0.06%	0.41	0.05%
<i>Catalpa bignonioides</i>	20.28	0.17%	4.32	0.69%	4.23	0.75%	28.48	0.33%	1.53	0.17%
<i>Acacia retinodes</i>	52.35	0.45%	4.33	0.69%	4.21	0.75%	35.77	0.42%	8.66	0.97%
<i>Calocedrus decurrens</i>	134.25	1.15%	4.57	0.73%	4.2	0.75%	139.56	1.63%	32.7	3.66%
<i>Parkinsonia aculeata</i>	23.8	0.20%	3.99	0.64%	3.97	0.71%	90.05	1.05%	6.69	0.75%
<i>Euonymus japonica</i>	50.83	0.44%	4.08	0.65%	3.9	0.69%	45.57	0.53%	3.4	0.38%
<i>Citrus aurantium</i>	39.38	0.34%	4.16	0.67%	3.9	0.69%	17.7	0.21%	2.4	0.27%
<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>nigra</i>	14.85	0.13%	3.94	0.63%	3.87	0.69%	21.38	0.25%	1.57	0.18%
<i>Maclura pomifera</i>	16.08	0.14%	3.78	0.61%	3.71	0.66%	14.25	0.17%	1.5	0.17%
<i>Firmiana simplex</i>	77.54	0.66%	4.7	0.75%	3.57	0.63%	66.42	0.78%	4.93	0.55%
<i>Fraxinus angustifolia</i>	16.96	0.15%	3.52	0.56%	3.5	0.62%	39.42	0.46%	3.17	0.35%
<i>Cercis siliquastrum</i>	46.24	0.40%	3.87	0.62%	3.46	0.62%	50.73	0.59%	3.25	0.36%
<i>Ligustrum lucidum</i>	39.99	0.34%	3.6	0.58%	3.42	0.61%	29.96	0.35%	2.72	0.31%
<i>Acacia dealbata</i>	18.53	0.16%	3.44	0.55%	3.42	0.61%	52.26	0.61%	12.64	1.42%
<i>Brugmansia</i> Spp.	13.59	0.12%	3.42	0.55%	3.35	0.60%	11.88	0.14%	0.81	0.09%
<i>Wisteria sinensis</i>	31.27	0.27%	3.25	0.52%	3.18	0.57%	37.13	0.43%	2.74	0.31%
<i>Ligustrum vulgare</i>	31.3	0.27%	3.15	0.50%	3.07	0.55%	43.48	0.51%	3.86	0.43%
<i>Ficus elastica</i>	16.83	0.14%	3.28	0.53%	3.04	0.54%	24.02	0.28%	1.8	0.20%
<i>Pittosporum tobira</i>	20.83	0.18%	3.1	0.50%	3.01	0.54%	25.54	0.30%	1.9	0.21%
<i>Nerium oleander</i>	25.76	0.22%	3.07	0.49%	2.98	0.53%	20.71	0.24%	3.08	0.34%
<i>Mespilus germanica</i>	16.63	0.14%	2.92	0.47%	2.86	0.51%	44.12	0.52%	3.27	0.37%
<i>Pyracantha angustifolia</i>	9.1	0.08%	2.76	0.44%	2.71	0.48%	9.5	0.11%	0.78	0.09%
<i>Ficus carica</i>	36.84	0.32%	2.78	0.45%	2.69	0.48%	39.35	0.46%	2.93	0.33%
<i>Pistacia lentiscus</i>	24.92	0.21%	2.68	0.43%	2.61	0.46%	24.45	0.29%	2.52	0.28%
<i>Punica granatum</i>	21.22	0.18%	2.57	0.41%	2.52	0.45%	29.45	0.34%	2.14	0.24%
<i>Ginkgo biloba</i>	20.69	0.18%	2.56	0.41%	2.51	0.45%	12.79	0.15%	0.51	0.06%
<i>Abies alba</i>	65.27	0.56%	3.05	0.49%	2.48	0.44%	37.71	0.44%	5.33	0.60%
<i>Pinus pinea</i>	70.04	0.60%	2.95	0.47%	2.47	0.44%	82.54	0.96%	7.96	0.89%
<i>Alnus glutinosa</i>	7.52	0.06%	2.48	0.40%	2.43	0.43%	12.79	0.15%	0.95	0.11%
<i>Prunus dulcis</i>	15.54	0.13%	2.41	0.39%	2.34	0.42%	140.14	1.64%	14.18	1.59%
<i>Laurus nobilis</i>	35.4	0.30%	2.66	0.43%	2.3	0.41%	32.78	0.38%	2.43	0.27%
<i>Prunus domestica</i>	14.82	0.13%	2.31	0.37%	2.25	0.40%	74.85	0.87%	5.81	0.65%
<i>Arbutus unedo</i>	21.47	0.18%	2.3	0.37%	2.23	0.40%	22.75	0.27%	1.69	0.19%
<i>Cistus albidus</i>	17.37	0.15%	2.23	0.36%	2.2	0.39%	28.13	0.33%	2.05	0.23%
<i>Quercus suber</i>	19.07	0.16%	2.21	0.35%	2.15	0.38%	12.29	0.14%	2.19	0.24%

Continued

ECOLOGICAL SERVICES OF URBAN FOREST IN BARCELONA (LYDIA CHAPARRO; JAUME TERRADAS 2009)

	C stored		Gross C		Net C		Leaf area		Leaf biomass	
	Kg/individual		Kg/individual		Kg/individual		(m2)/individual		(Kg)/individual	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Tilia euchlora</i>	99.1	0.85%	5.15	0.83%	2.15	0.38%	201.45	2.35%	9.38	1.05%
<i>Koeleruteria paniculata</i>	8.72	0.07%	2.12	0.34%	2.07	0.37%	20.21	0.24%	1.62	0.18%
<i>Thuja occidentalis</i>	25.65	0.22%	2.07	0.33%	1.97	0.35%	90.26	1.05%	17.39	1.95%
<i>Ulmus glabra</i>	14.66	0.13%	1.94	0.31%	1.9	0.34%	34.87	0.41%	2.38	0.27%
<i>Quercus coccifera</i>	15.14	0.13%	1.94	0.31%	1.87	0.33%	20.53	0.24%	1.89	0.21%
<i>Ailanthus altissima</i>	25.08	0.21%	2.01	0.32%	1.78	0.32%	30.96	0.36%	2.3	0.26%
<i>Phillyrea latifolia</i>	14.39	0.12%	1.81	0.29%	1.78	0.32%	27.39	0.32%	1.22	0.14%
<i>Rhamnus alaternus</i>	13.37	0.11%	1.81	0.29%	1.77	0.31%	29.94	0.35%	1.33	0.15%
<i>Citrus limon</i>	5.43	0.05%	1.83	0.29%	1.77	0.31%	3.56	0.04%	0.53	0.06%
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	11.53	0.10%	1.74	0.28%	1.69	0.30%	23.62	0.28%	1.75	0.20%
<i>Pinus halepensis</i>	54.69	0.47%	2.37	0.38%	1.67	0.30%	53.66	0.63%	5.17	0.58%
<i>Erica arborea</i>	12.55	0.11%	1.68	0.27%	1.65	0.29%	9.46	0.11%	0.7	0.08%
<i>Cupressus macrocarpa</i>	25.35	0.22%	1.7	0.27%	1.6	0.29%	24.58	0.29%	5.76	0.64%
<i>Prunus avium</i>	10.3	0.09%	1.6	0.26%	1.57	0.28%	28.27	0.33%	2.19	0.25%
<i>Crataegus laevigata</i>	4.61	0.04%	1.54	0.25%	1.52	0.27%	14.25	0.17%	1.02	0.11%
<i>Pyrus communis</i>	8.02	0.07%	1.47	0.24%	1.46	0.26%	6.4	0.07%	0.49	0.05%
<i>Ficus benjamina</i>	4.3	0.04%	1.46	0.23%	1.44	0.26%	3.16	0.04%	0.21	0.02%
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	7.7	0.07%	1.43	0.23%	1.43	0.25%	5.12	0.06%	0.56	0.06%
<i>Buxus sempervirens</i>	4.33	0.04%	1.37	0.22%	1.36	0.24%	8.32	0.10%	0.6	0.07%
<i>Rhamnus sp.</i>	7.51	0.06%	1.34	0.21%	1.31	0.23%	14.19	0.17%	0.64	0.07%
<i>Rosmarinus officinalis</i>	6.24	0.05%	1.18	0.19%	1.15	0.21%	9.22	0.11%	2.3	0.26%
<i>Pinus radiata</i>	13.34	0.11%	1.17	0.19%	1.11	0.20%	17.68	0.21%	1.74	0.19%
<i>Prunus americana</i>	7.04	0.06%	1.11	0.18%	0.98	0.17%	21.46	0.25%	1.62	0.18%
<i>Spartium junceum</i>	6.2	0.05%	0.99	0.16%	0.97	0.17%	10.38	0.12%	3.02	0.34%
<i>Viburnum tinus</i>	3.94	0.03%	0.93	0.15%	0.92	0.16%	17.3	0.20%	1.26	0.14%
<i>Albizia julibrissin</i>	3.12	0.03%	0.89	0.14%	0.87	0.16%	22.45	0.26%	0.97	0.11%
<i>Ligustrum japonicum</i>	5.32	0.05%	0.87	0.14%	0.84	0.15%	61.38	0.72%	5.58	0.62%
<i>Bougainvillea glabra</i>	2.94	0.03%	0.82	0.13%	0.81	0.14%	3.41	0.04%	0.26	0.03%
<i>Juniperus phoenicea</i>	12.53	0.11%	1.01	0.16%	0.81	0.14%	4.61	0.05%	1.22	0.14%
<i>Schinus polygamus</i>	2.83	0.02%	0.83	0.13%	0.81	0.14%	2.3	0.03%	0.12	0.01%
<i>Juglans nigra</i>	2.76	0.02%	0.81	0.13%	0.78	0.14%	7.13	0.08%	0.55	0.06%
<i>Taxus baccata</i>	2.55	0.02%	0.68	0.11%	0.66	0.12%	18.04	0.21%	2.06	0.23%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	6.52	0.06%	0.64	0.10%	0.6	0.11%	15.48	0.18%	4.31	0.48%
<i>Crataegus monogyna</i>	2.9	0.02%	0.62	0.10%	0.58	0.10%	0	0.00%	0.12	0.01%
<i>Juniperus communis</i>	8.98	0.08%	0.83	0.13%	0.56	0.10%	19.32	0.23%	5.33	0.60%
<i>Magnolia macrophylla</i>	0.55	0.00%	0.5	0.08%	0.5	0.09%	35.63	0.42%	2.45	0.27%
<i>Bupleurum fruticosum</i>	0.71	0.01%	0.39	0.06%	0.39	0.07%	2.3	0.03%	0.53	0.06%
<i>Washingtonia filifera</i>	30.23	0.26%	0.36	0.06%	0.28	0.05%	125.32	1.46%	19.34	2.17%
<i>Washingtonia robusta</i>	13.37	0.11%	0.28	0.05%	0.23	0.04%	30.86	0.36%	4.75	0.53%
<i>Phoenix canariensis</i>	17.45	0.15%	0.24	0.04%	0.19	0.03%	92.01	1.07%	15.43	1.73%
<i>Phoenix reclinata</i>	17.75	0.15%	0.2	0.03%	0.18	0.03%	104.86	1.22%	17.44	1.95%
<i>Chamaerops humilis</i>	4.72	0.04%	0.11	0.02%	0.1	0.02%	24.71	0.29%	4.14	0.46%
<i>Yucca aloifolia</i>	5.27	0.05%	0.1	0.02%	0.09	0.02%	25.69	0.30%	4.31	0.48%
<i>Butia capitata</i>	0.75	0.01%	0.03	0.00%	0.02	0.00%	7.78	0.09%	1.32	0.15%
<i>Musa x paradisiaca</i>	0.21	0.00%	0.02	0.00%	0.02	0.00%	2.38	0.03%	0.21	0.02%
<i>Cordyline sp.</i>	0.31	0.00%	0.02	0.00%	0.02	0.00%	4.47	0.05%	0.35	0.04%
<i>Cupressus sempervirens</i>	124.13	1.06%	3.35	0.54%	-1.47	-0.26%	75.31	0.88%	17.65	1.98%
<i>Populus nigra</i>	71.71	0.61%	4.3	0.69%	-2.1	-0.37%	36.83	0.43%	2.66	0.30%

ECOLOGICAL SERVICES OF URBAN FOREST IN BARCELONA (LYDIA CHAPARRO; JAUME TERRADAS 2009)

Neteja parcial juliol 2025: extracció de sediments sense buidar la làmina

Parc i Jardins / BCASA decideix **extreure els sediments del fons** manualment, sense buidar la làmina. Això ocorre entre el dies 14 i 18 de juliol del 2025 (cinc dies de treball amb 3 operaris).



JETS SEMI-SUBMERGITS EN UN DELS LATERALS DE LA LÀMINA.



SEDIMENTS DEL FONS DE LA LÀMINA, I L'EINA UTILITZADA



TRES OPERARIS DE BCASA EXTREUEN SEDIMENTS DURANT 5 DIES, ENTRE EL 14 I 18 DE JULIOL



BOSSES I BOSSES DE SEDIMENT, DURANT 5 DIES



A la fi d'octubre, es buida la làmina d'aigua per a la seva neteja completa: després dels 5 dies de neteja manual al Juliol, encara quedava o s'havia generat molt de sediment en el fons:





QUEDAVA ENCARA UN MUNT DE SEDIMENT EN EL FONS DESPRÉS DE LA NETEJA DE JULIOL

La microalga *Chlorella* fa un bon treball de segrest de CO₂



UTILITZANT MAQUINÀRIA PESANT I MANEGUES

III. Libèl·lules (Espiadimonis)

La làmina d'aigua està plena^(*) d'espiadimonis, i formen una cadena tròfica amb els ànecs, els aneguets i altres ocells dels Jardins.

^(*) Desgraciadament, l'Ajuntament de Barcelona / BCASA va buidar la làmina a la fi d'octubre, i la va deixar buida sense aigua durant tres dies seguits, amb el que possiblement han aniquilat (fins l'any que ve) la major part de la presència d'aquesta espècie d'Odonats als Jardins.

S'ha de veure el vídeo de YouTube, ja que no dispo del equip fotogràfic adient per capturar en vol amb foto fixa aquestes bestioles:

<https://youtu.be/ErS0K3J2kSI?si>

