


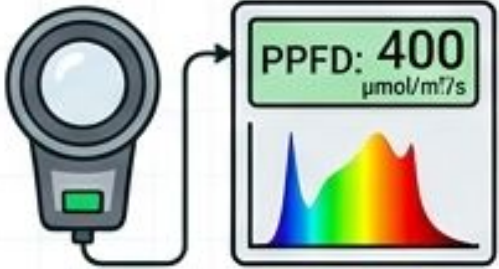




Práctica alternativa: Fotosíntesis

MC. Carlos Montejo Dávila

Hoy trabajaremos con una versión optimizada de la práctica de fotosíntesis, enfocada en control experimental y análisis real de variables.

De la observación pasiva a la cuantificación controlada

Práctica Tradicional	Práctica Optimizada
<p>Enfoque: Demostrativo</p> 	<p>Enfoque: Analítico y factorial</p> 
<p>Variable: Subjetiva (Luz vs. Sombra)</p> 	<p>Variable: Controlada y medida (PPFD en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)</p> 
<p>Limitación: Variabilidad biológica alta y no reproducible.</p> 	<p>Ventaja: Sistema reproducible que permite aislar y medir el impacto exacto de cada factor limitante.</p> 

El enfoque ya no es solo observar si la planta crece, sino comparar con consistencia matemática y medir por qué ocurre.

Ejes del diseño experimental

Modulación Lumínica.

Analizar la respuesta biológica bajo distintas intensidades de luz cuantificadas (PPFD).

Control de Sustrato.

Comparar el efecto de diferentes volúmenes de medio inorgánico (1.5 mL vs 3.0 mL).

Meta Principal:
Evaluar la fotosíntesis en función estricta de condiciones controladas.

Registro Cuantitativo.

Evaluar la tasa de fotosíntesis mediante el registro de datos experimentales observables.

[FASE: INVENTARIO]

Instrumentación y reactivos preparados



Cajas Petri
(60×15 mm)



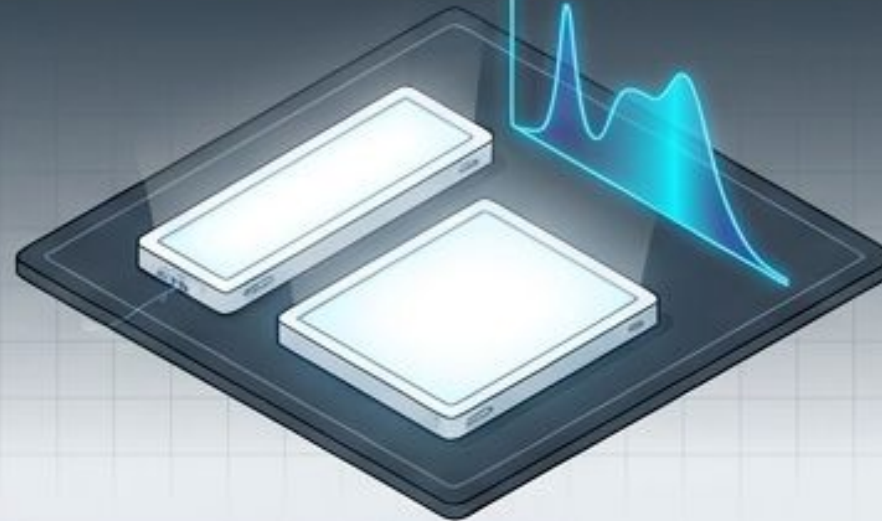
Agar estandarizado con medio
inorgánico (ya preparado a 55°C)



Inóculo de alga
(Filamentosa)



Pipetas y material
de transferencia



Fuentes de luz blanca fría
(Espectro PAR)











Sensor de medición PFD
(Smartphone + App calibrada)

Todo el material logístico está resuelto. Nuestro enfoque será 100% el proceso experimental.

Matriz de co-limitación: 16 unidades experimentales

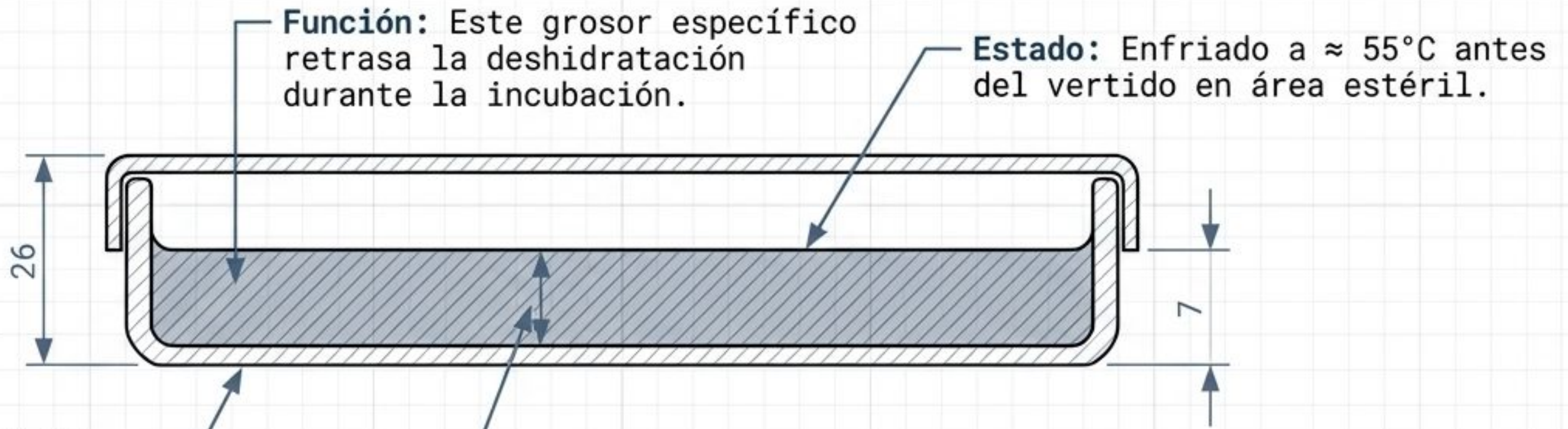
X-Axis

		X-Axis			
		Alta Luz (VAR 1)	Luz Media (VAR 2)	Luz Baja (VAR 3)	Oscuridad Absoluta (CTRL Negativo)
Y-Axis Nutrientes (PISUMMA/200mL)	Nivel Base (1.5 mL) -> 8 Cajas				
	Nivel Alto (3.0 mL) -> 8 Cajas				

Este diseño (2x4) permite aislar los efectos individuales de la luz y el nitrógeno/fósforo, revelando interacciones que un diseño de un solo factor jamás detectaría.

PREPARACIÓN

Estandarización de la matriz de soporte



El paso crítico logístico ya está resuelto: el soporte inorgánico garantiza que el único motor de crecimiento sea la actividad fotosintética.

[[PROTOCOLO: FASE 2/3]]

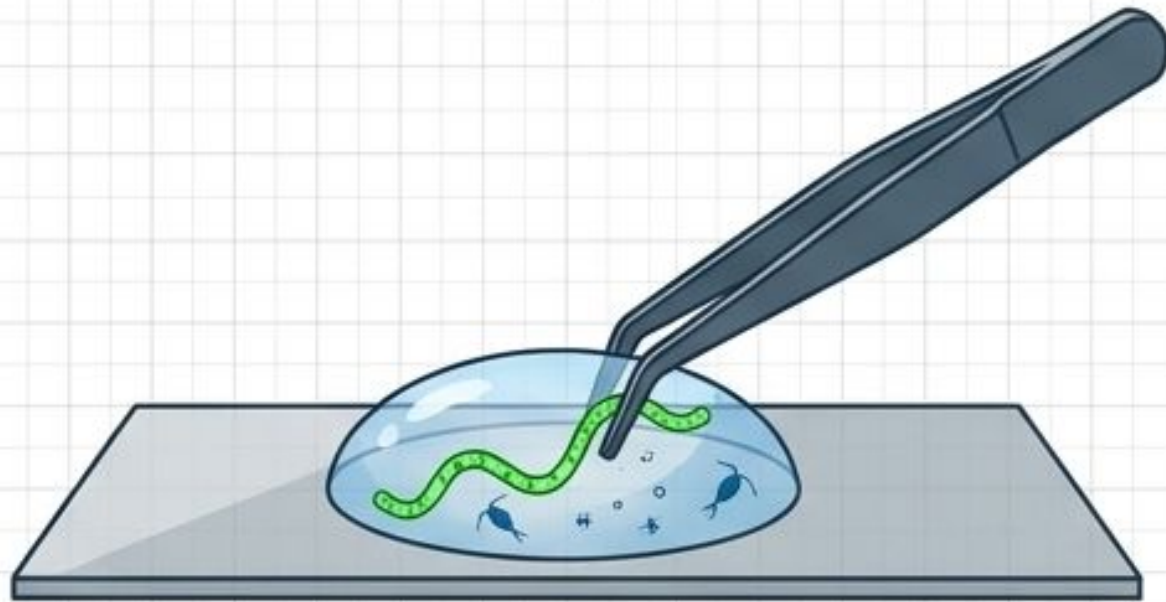
INOCULACIÓN

PREPARACIÓN

FASE 3

Aislamiento y siembra puntual

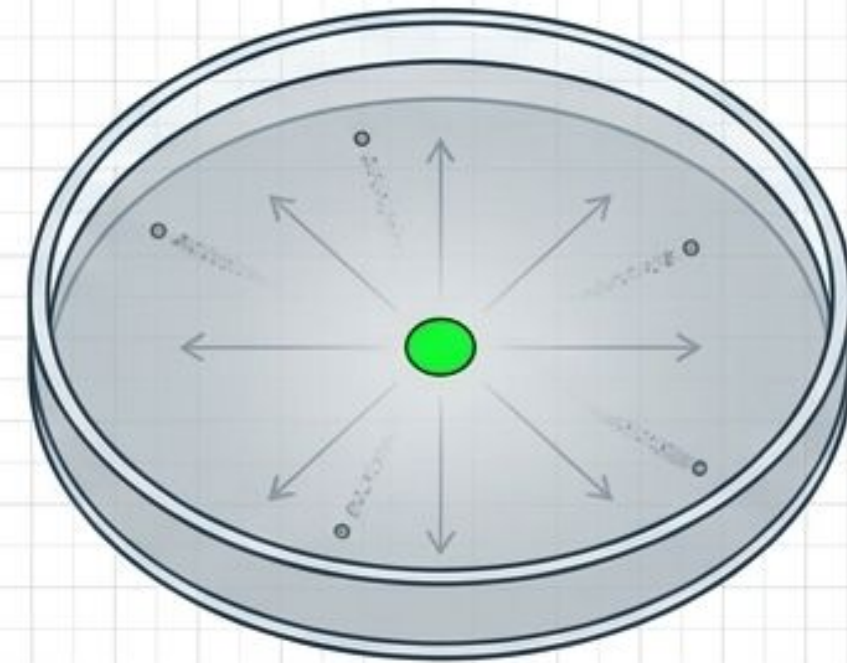
El Lavado Mecánico



Dato: Agitación suave en agua destilada estéril (2-3 veces).

Razón: Elimina zooplancton adherido (copépodos, rotíferos). Control de variables confundentes heterótroficas.

Inoculación Central



Dato: Crecimiento radial esperado.

Razón: Los heterótrofos residuales quedan atrapados en el origen y mueren por inanición (24-48h) en el medio inorgánico.

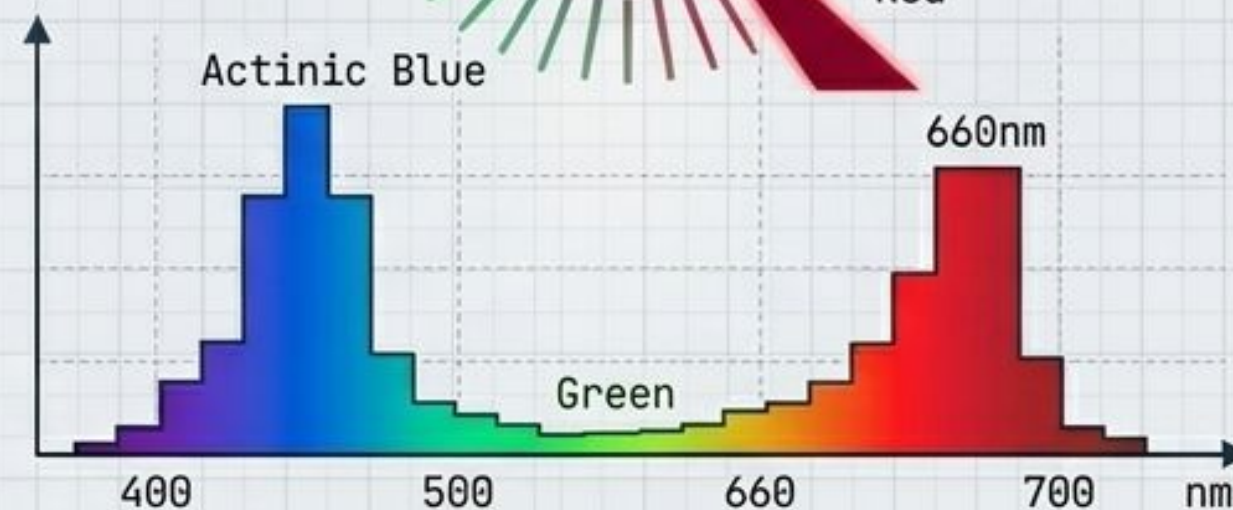
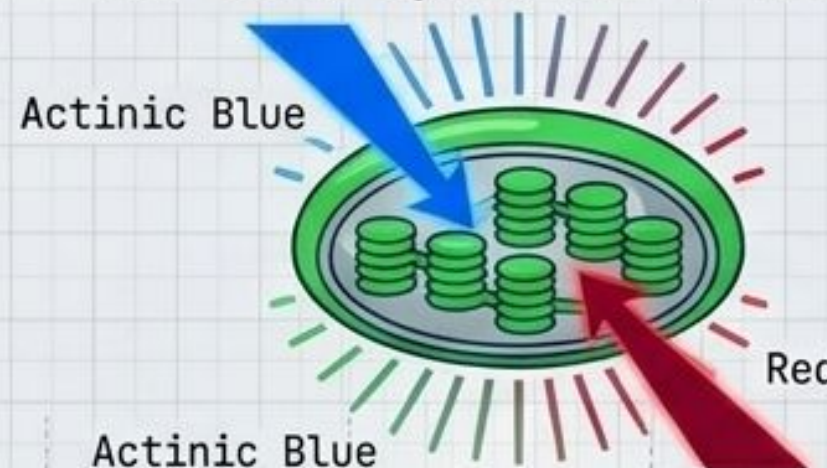
La variable clave no es la luz, son los fotones

El Ojo Humano / Lux

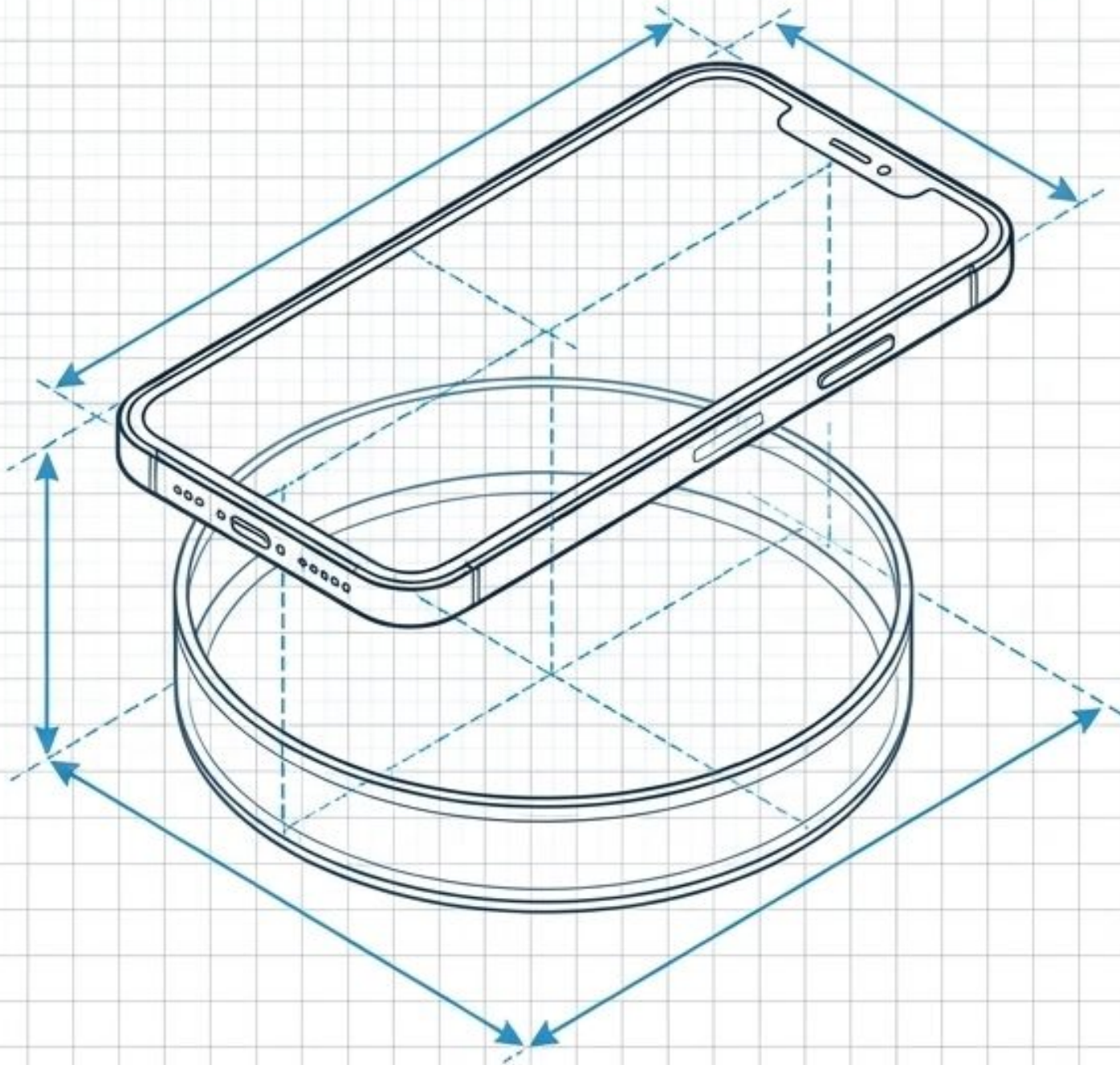


Mide iluminancia. Favorece tonos verdes/amarillos.
Veredicto: Subjetivo. Irrelevante para el alga.

El Cloroplasto / PPF



Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos
(400–700 nm).
Veredicto: Cuantifica los fotones que el Fotosistema II realmente absorbe. Medido en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.



- 1. Posición del Sensor:** Colocar el difusor del teléfono directamente sobre el plano del agar (sin tapa).
- 2. App Calibrada:** Usar Photone (iOS/Android) configurada para rango PAR.
- 3. Lectura:** Registrar el valor ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) antes de inocular.

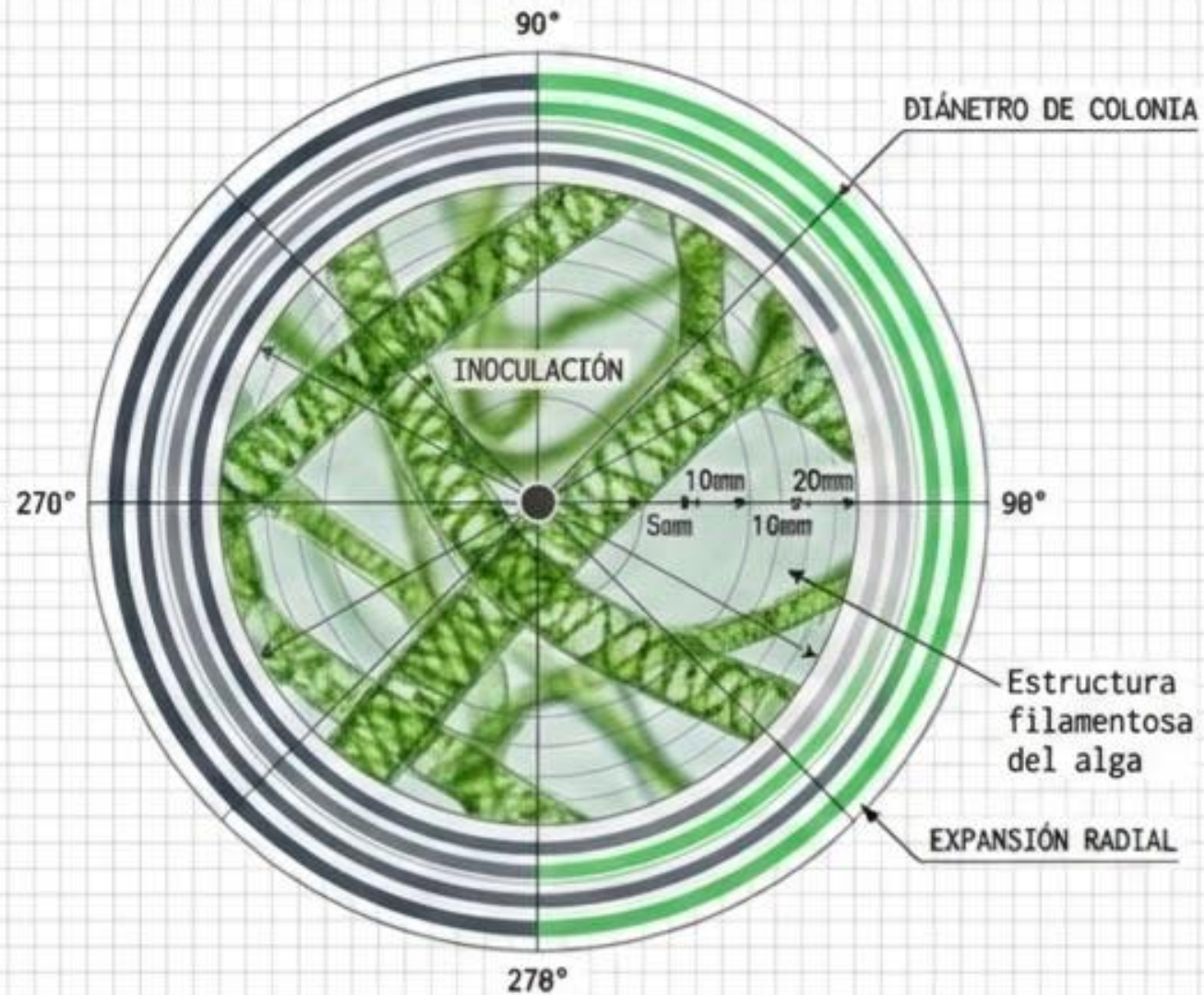
Datos de Referencia:

- Punto de compensación algal:
 $\approx 5-20$
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Saturación fotosintética:
 $\approx 100-300$
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Sol directo (Referencia):
 $\approx 1,500$
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

[ANÁLISIS: OBSERVACIÓN]

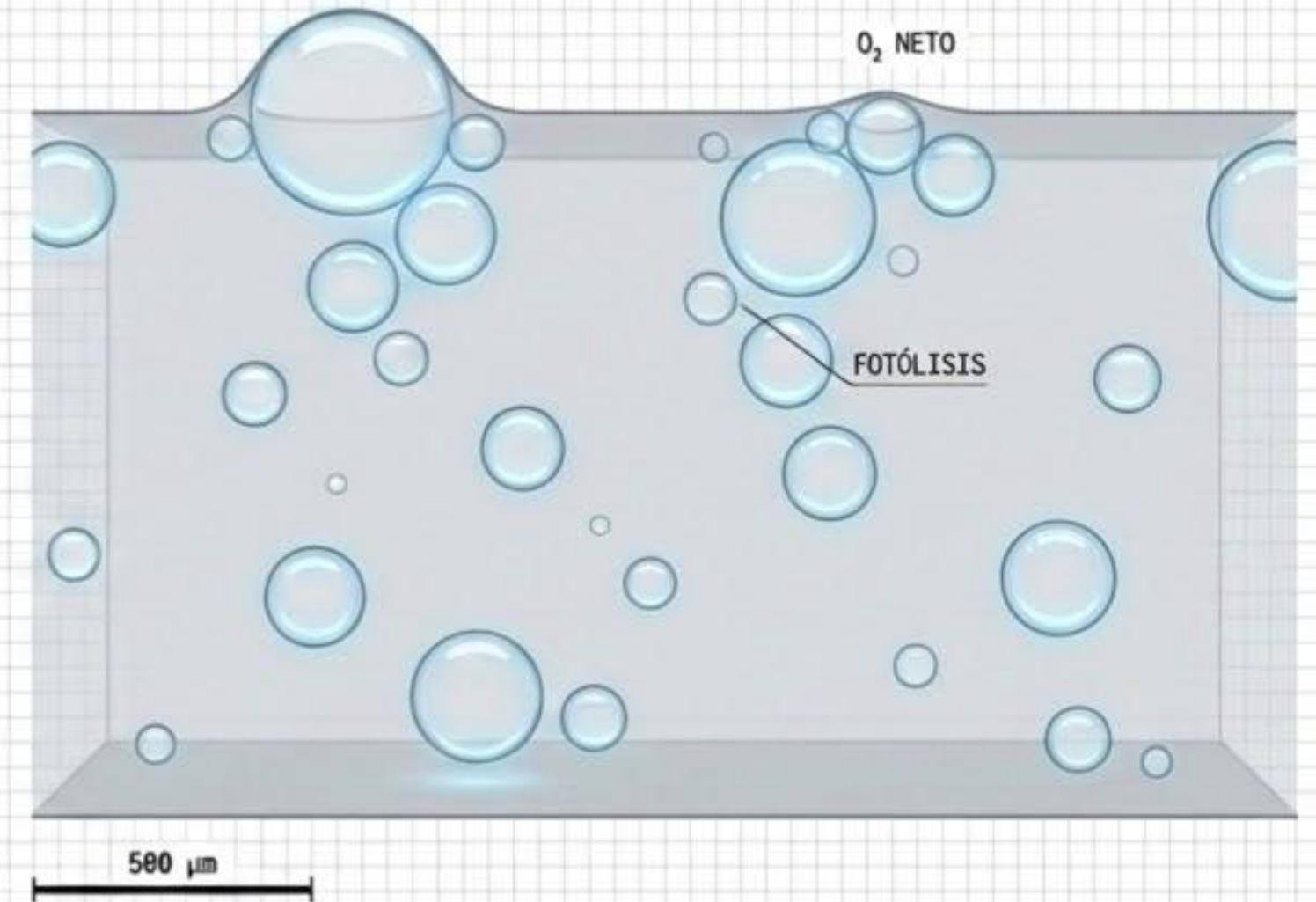
Evidencia física del metabolismo

Morfología y Biomasa



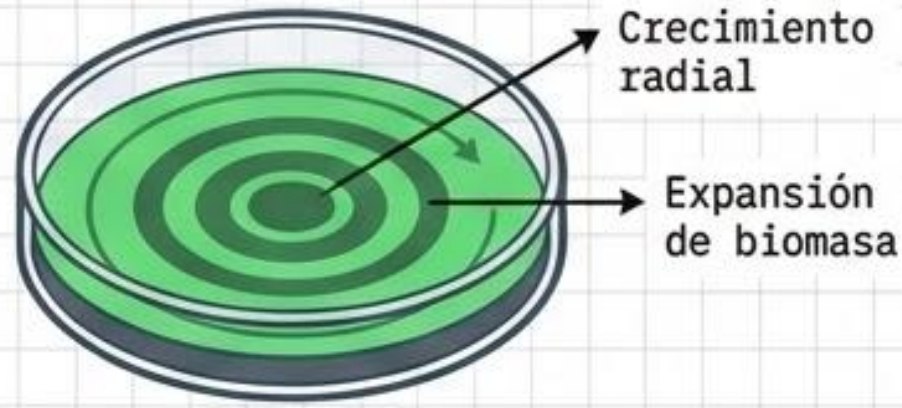
Métrica: Diámetro de la colonia y plasticidad fenotípica (cambios de color, turgencia).
Significado: Aclimatación lumínica y asimilación de nutrientes.

Registro de Oxígeno



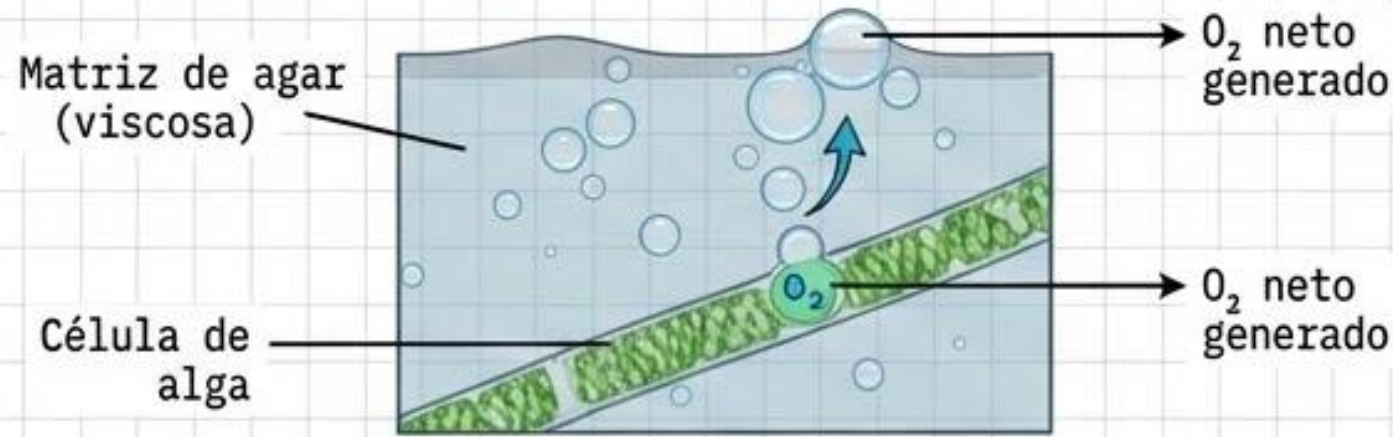
Métrica: Conteo macroscópico diario de burbujas atrapadas.
Significado: Tasa de liberación de O₂ neto, evidencia directa de la fotólisis del agua.

De lo observable a lo molecular



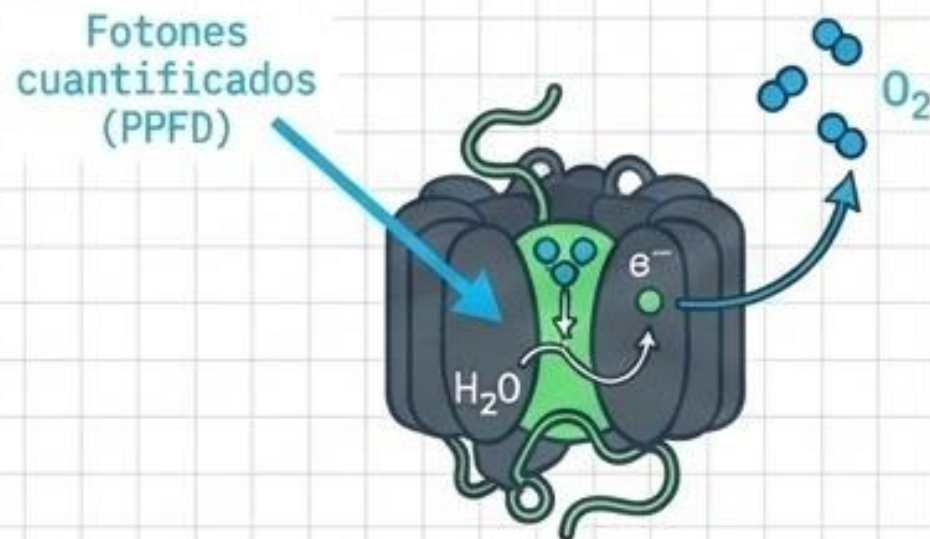
Macro (Fenotipo)

Crecimiento radial en la placa.
Insight: El alga transforma energía lumínica en **biomasa estructurada** gracias a la co-limitación de recursos (**Nutrientes x Luz**).



Meso-Micro (Transición)

Mecanismo de Liberación de O_2 en Agar.
Insight: Las burbujas cuantificadas (ref. <ref>) son la evidencia directa del **O_2 neto** acumulado. Este gas es el producto final de la **fotólisis del agua**, superando la tasa de **respiración celular** y quedando atrapado por la viscosidad de la **matriz de agar**, permitiendo su conteo directo.



Micro (Bioquímica)

Fotosistema II y Fotólisis.
Insight: Los fotones cuantificados (PPFD) **fracturan H_2O** , **inyectando electrones** al sistema y **liberando el O_2** que contamos arriba.

Referencias y Literatura Base

Raven, P. H., Evert, R. F., y Eichhorn, S. E. (2013). *Biología de las plantas*.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., y Murphy, A. (2015). *Fisiología y desarrollo vegetal*.

Buchanan, B. B., Gruissem, W., y Jones, R. L. (Eds.). (2015). *Biochemistry and molecular biology of plants* (2nd ed.).

Falkowski, P. G., y Raven, J. A. (2007). *Aquatic photosynthesis* (2nd ed.).

Brennan, L., y Owende, P. (2010). *Biofuels from microalgae—a review of technologies for production, processing, and extraction of biofuels and co-products*.