

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

Tabla S1: ODS relacionados con el trabajo.

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.	X			
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.		X		
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.		X		
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

El uso de los fertilizantes nitrogenados en la agricultura es una actividad extendida que permite el aumento del rendimiento de los cultivos, al ser una fuente de N fundamental en la estructura de biomoléculas esenciales como las proteínas o el ADN (Tegeeder y Masclaux-Daubresse, 2018; Stein y Klotz, 2016). Esencialmente administrado en forma de nitratos, esta forma del N tiene una alta capacidad de lixiviarse en condiciones aerobias (Muratore *et al.*, 2021), razón por la cual más de la mitad del N aportado mediante los fertilizantes no es absorbido por la planta, propiciando la contaminación de tanto aguas superficiales como subterráneas (Cordis, 2010). Una vez que los nitratos alcanzan los acuíferos, estos pueden mantenerse contaminados durante décadas llegando a superar los límites establecidos por la OMS, 50 mg/L (OMS, 2016), la cual se considera peligrosa para el consumo humano, especialmente para los niños. Entre sus posibles

repercusiones en la salud humana a largo plazo se encuentra la metahemoglobinemia, deficiencia de vitamina A o la posible carcinogenicidad (OMS, 2016; Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades [ATSDR], 2015; Servicio Geológico de los Estados Unidos [USGS], 2018). En España, existen diversos acuíferos contaminados, predominantemente subterráneos (MITECO, s.f), que superan los límites y por tanto dificultan el acceso al agua potable de diversas poblaciones.

Aunque los humanos no son los únicos perjudicados debido al deterioro de la calidad del agua, la fauna y flora de los ecosistemas afectados también sufren las consecuencias de los efectos del abuso de los fertilizantes nitrogenados. Los hábitats alimentados por estas aguas, sobre todo los acuáticos, son los principales afectados por los nitratos vertidos, siendo uno de los problemas más relevantes la eutrofización de las aguas superficiales. Uno de los ejemplos más destacados en España es el Mar Menor (MITECO, s. f.). El crecimiento descontrolado de plantas acuáticas y algas conlleva una reducción de la entrada de luz en el agua lo que dificulta la fotosíntesis y, por tanto, reduce la cantidad de oxígeno disuelto, lo que puede conllevar una alta mortalidad de la fauna marina debido a las condiciones de hipoxia. La eutrofización reduce la diversidad de animales y plantas debido a la muerte de peces e invertebrados, alterando el equilibrio de los ecosistemas, degradándolos y repercutiendo a su vez en la fauna y flora terrestre (MITECO, s. f.; USGS, 2018).

Pese a que la administración de N a las plantas es necesaria para la agricultura, se requieren de medidas que mitiguen la contaminación de las aguas. Una posible solución se encuentra en la mejora del NUE de los cultivos, aumentando la capacidad de las plantas para adquirir este elemento del suelo, lo que podría disminuir las altas concentraciones que se necesitan actualmente sin que la producción de alimentos se viese resentida. Para ello, es imperativo el estudio y entendimiento del metabolismo del N, en especial de sus mecanismos de transporte y distribución a los distintos órganos, así como de los transportadores involucrados y como afecta la disponibilidad de N y sus señalizadores a su actividad.

La agenda 2030 está constituida por una serie de objetivos de desarrollo sostenible cuya finalidad radica en la protección de nuestro planeta y la conservación de sus recursos para generaciones venideras, además de garantizar una calidad de vida digna para todas las personas en el mundo (Naciones Unidas [NU], 2015). Este trabajo se relaciona fundamentalmente con el **ODS 6**: Agua limpia y saneamiento, y el **ODS 12**: Producción y consumo responsable, y en menor medida con los **ODS 14 y 15**, Vida submarina y Vida de ecosistemas terrestres, respectivamente. Concretamente con las metas; **6.3**, *“De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”*; **6.6**, *“De aquí a 2020, proteger y*

restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”; **12.4**, “De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.”; **14.1**, “De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes”;

7.2. ANEXO II. Concentración y calidad del ARN

Las concentraciones y calidades del ARN extraído están expuestos en la tabla S2. Las ratios de absorbancia 260/280 y 260/230 reflejan la posible contaminación de la muestra por carbohidratos, proteínas, fenoles o guanidina.

Tabla S2: Concentraciones y calidades del RNA. Tabla de elaboración propia.

Muestra	Concentracion RNA ng/ul	Ratio 260/280	Ratio 260/230
T1 hoja inmadura 1	311,81	2,217	1,984
T1 hoja inmadura 2	873,82	2,208	2,077
T1 hoja inmadura 3	163,85	2,184	1,869
T2 hoja inmadura 1	207,81	2,196	1,845
T2 hoja inmadura 2	209,25	2,179	1,885
T2 hoja inmadura 3	220,57	2,184	1,843
T3 hoja inmadura 1	304,85	2,239	2,247
T3 hoja inmadura 2	143,77	2,027	2,069
T3 hoja inmadura 3	65,15	1,951	2,078
T4 hoja inmadura 1	401,7	2,187	1,962
T4 hoja inmadura 2	226,81	2,027	2,108
T4 hoja inmadura 3	298,57	2,203	2,278
T1 hoja joven 1	446,63	2,219	2,313
T1 hoja joven 2	341,59	2,223	2,303
T1 hoja joven 3	238,51	2,106	1,639
T2 hoja joven 1	145,15	2,12	2,017
T2 hoja joven 2	203,51	2,125	2,173
T2 hoja joven 3	136,47	1,987	2,289

T3 hoja joven 1	444,19	2,204	2,254
T3 hoja joven 2	411,15	2,215	2,291
T3 hoja joven 3	337,55	1,864	2,09
T4 hoja joven 1	259,31	2,22	2,277
T4 hoja joven 2	246,75	2,19	2,313
T4 hoja joven 3	144,51	2,093	2,022
T1 hoja madura 1	265,93	2,201	1,965
T1 hoja madura 2	149,01	2,109	1,964
T1 hoja madura 3	306,73	2,211	2,226
T2 hoja madura 1	139,89	2,057	1,936
T2 hoja madura 2	172,21	1,991	1,773
T2 hoja madura 3	139,05	2,036	1,863
T3 hoja madura 1	306,93	2,124	2,162
T3 hoja madura 2	165,81	2,198	2,24
T3 hoja madura 3	259,29	2,18	2,107
T4 hoja madura 1	136,77	1,849	1,602
T4 hoja madura 2	57,27	2,07	2,177
T4 hoja madura 3	132,29	2,138	2,053

7.3. ANEXO III. Primers utilizados para cuantificar las permeasas AAP2, AAP4 y APP6, y el gen housekeeping GADPH

>AAP2

Código: Solyc06g060110.2

strand = plus, start = 1636, end = 1691, size = 56 bp

>AAP4

Código: Solyc04g077050.2

strand = plus, start = 1618, end = 1684, size = 67 bp

>AAP6

Código: Solyc07g066010.2

strand = plus, start = 1561, end = 1652, size = 92 bp

>GADPH

Código: Solyc05g014470

strand = plus, start = 379, end = 509, size = 131 bp

7.4. ANEXO V. Correlaciones Pearson Producto-Momento de la biomasa y los parámetros fotosintéticos

Tabla S3: Correlaciones momento producto de Pearson entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es un valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P abajo de 0,05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero. Tabla de elaboración propia.

Correlaciones

	NDVI	NBI	Chl	Flv	Anth	Fv/Fm	Biomasa
NDVI		0,8345 (12)	0,9346 (12)	-0,3445 (12)	-0,8935 (12)	0,6551 (12)	0,8510 (12)
		0,0007	0,0000	0,2728	0,0001	0,0208	0,0004
NBI	0,8345 (12)		0,9323 (12)	-0,7502 (12)	-0,8454 (12)	0,7295 (12)	0,8374 (12)
		0,0007	0,0000	0,0049	0,0005	0,0071	0,0007
Chl	0,9346 (12)	0,9323 (12)		-0,4648 (12)	-0,9416 (12)	0,7559 (12)	0,8566 (12)
		0,0000	0,0000	0,1279	0,0000	0,0044	0,0004
Flv	-0,3445 (12)	-0,7502 (12)	-0,4648 (12)		0,3859 (12)	-0,4488 (12)	-0,4836 (12)
		0,0049	0,1279		0,2153	0,1434	0,1112
Anth	-0,8935 (12)	-0,8454 (12)	-0,9416 (12)	0,3859 (12)		-0,8592 (12)	-0,7753 (12)
		0,0001	0,0005	0,0000	0,2153	0,0003	0,0031
Fv/Fm	0,6551 (12)	0,7295 (12)	0,7559 (12)	-0,4488 (12)	-0,8592 (12)		0,5679 (12)
		0,0208	0,0071	0,0044	0,1434	0,0003	0,0541
Biomasa	0,8510 (12)	0,8374 (12)	0,8566 (12)	-0,4836 (12)	-0,7753 (12)	0,5679 (12)	
		0,0004	0,0007	0,0004	0,1112	0,0031	

Correlación
(Tamaño de Muestra)
Valor-P

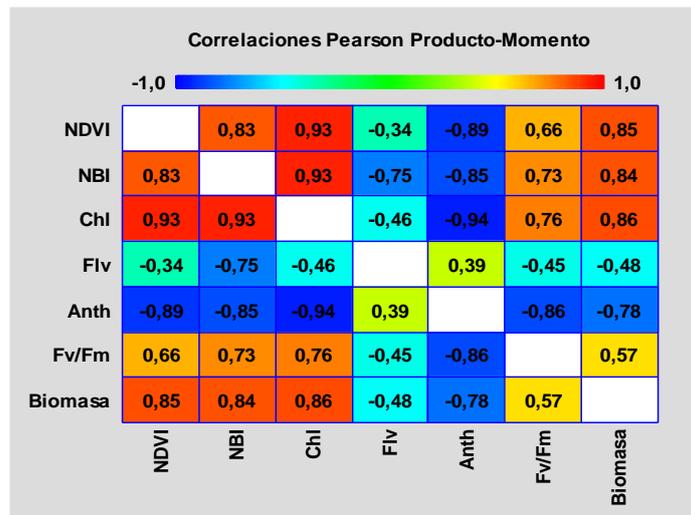


Figura S1: Coeficientes de correlación estimados de Pearson producto-momento. Se colorea para resaltar las magnitudes de las correlaciones, cuyo rango va de -1 (azul), correlación negativa, a +1 (rojo), correlación positiva. Figura de elaboración