

INNOACUI Bienestar en Rodaballo



Dr. Santiago Cabaleiro

cabaleiro@cetga.org



APROMAR
Asociación Empresarial de Acuicultura de España

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

El objetivo de esta tarea dentro del proyecto INNOACUI, es evaluar el efecto de la concentración de oxígeno en el cultivo de rodaballo, en cuanto al efecto medido en forma de :

- Crecimiento
- Índice de conversión
- Robustez
- Parámetros analíticos relacionado con el estrés
- Parámetros bioquímicos.

La medición de estos parámetros son los propuestos en este proyecto como indicadores de bienestar en la crianza del rodaballo.



INNOACUI Bienestar en Rodaballo

MATERIAL Y MÉTODO PRUEBA DE CRECIMIENTO

Número de tanques = 6

Superficie tanque = 9 m²

Caudal = 40l/Kg de rodaballo hora

Regímenes de oxígeno a la salida del tanque:

- 7 mg O₂/l
- 10 mg O₂/l
- 12 mg O₂/l

Numero de peces por tanque: 1260

Alimentación: ad libitum, 3 veces al día

Salinidad: 36 ‰

Fotoperiodo: 16:8



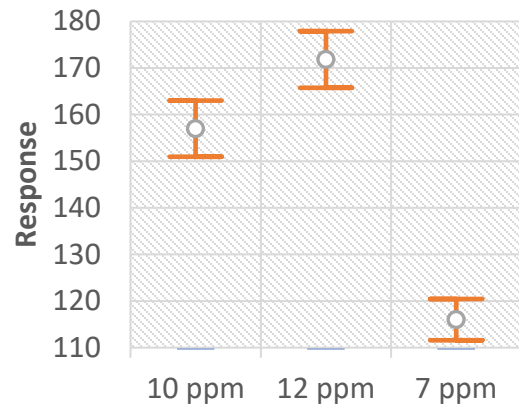
Figura 1. Medición de oxígeno

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

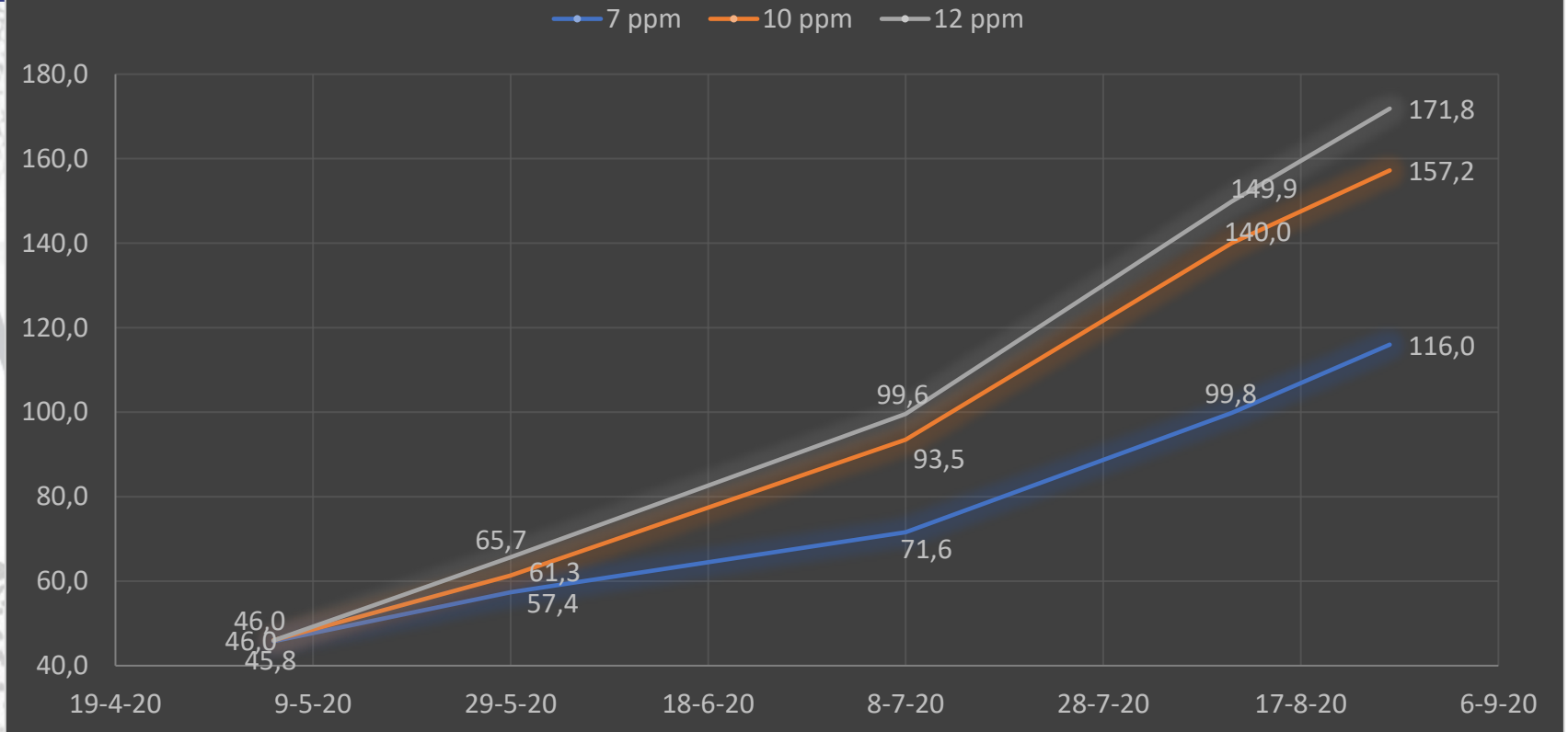
➤ PESO MEDIO (g)

	Peso Inicial	24 días	64 días	97 días	113 días
7 ppm	45,8	57,4	71,6	99,8	116,0
10 ppm	46,0	61,4	93,5	140,0	157,2
12 ppm	46,0	65,7	99,6	149,9	171,8
Tª	15,2	15,7	15,1	15,1	15,4

Means plot (95% CI)



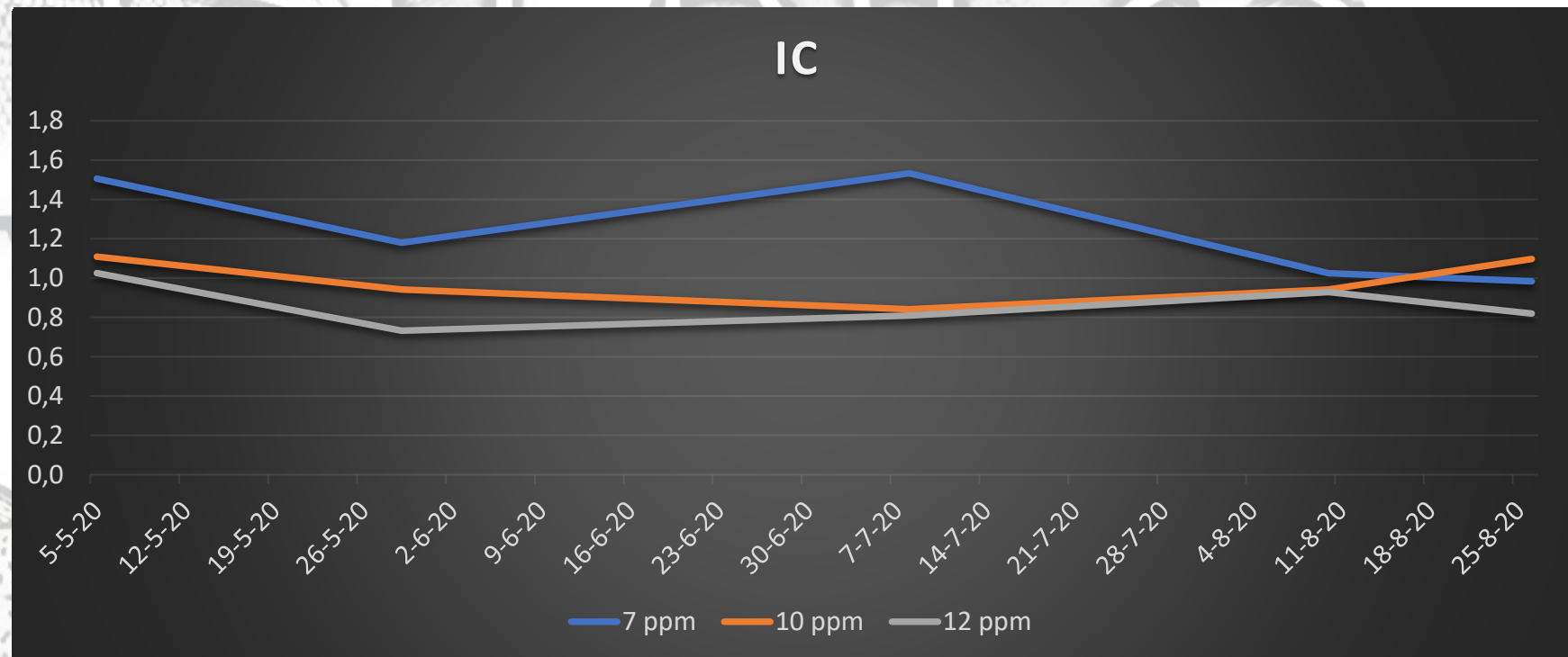
PRUEBA CRECIMIENTO - OXÍGENO SALIDA



INNOACUI Bienestar en Rodaballo

➤ ÍNDICE DE CONVERSIÓN (g)

	Peso Inicial	24 días	64 días	97 días	113 días
7 ppm	1,5	1,2	1,5	1,0	1,0
10 ppm	1,1	0,9	0,8	0,9	1,1
12 ppm	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8
Tª	15,2	15,7	15,1	15,1	15,4



INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARAMETROS BIOQUÍMICOS EN SUERO

Se ha realizado la determinación del contenido en suero de glucosa, urea, creatinina, transaminasa GPT/ALT, proteínas totales, albúmina, lactato deshidrogenasa (LDH)

PARÁMETROS ANALIZADOS POR LA UCA

Metabolitos plasmáticos

Glucosa, lactato, triglicéridos, proteínas

Metabolitos hepáticos y musculares

Glucosa, Glucogeno, triglicéridos, lactato

PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ESTRES E INMUNOCOMPETENCIA

inmunoglobulina total, estallido respiratorio en leucocitos sanguíneos, así como varias actividades inmunes humorales (lisozima, complemento, actividad bactericida), cortisol.

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARAMETROS BIOQUÍMICOS EN SUERO

Se ha realizado la determinación del contenido en suero de glucosa, urea, creatinina, transaminasa GPT/ALT, proteínas totales, albúmina, lactato deshidrogenasa (LDH)

		Glucosa mg/dL	Urea mg/dL	Creatinina mg/dL	Transaminasas (GPT/ALT) U/L	Proteína Total g/dL	Albúmina g/dL	Lactato deshidrogenasa (LDH) U/L	Cortisol ng/mL
7 ppm	Valor medio	33,150 ± 8,267	28,600 ± 6,253	0,307 ± 0,130	4,200 ± 1,673	2,895 ± 0,465	0,910 ± 0,137	1,050 ± 0,510	54,150 ± 51,827
	Valor máximo	49,000	41,000	0,550	7,000	4,290	1,300	2,000	170,000
	Valor mínimo	19,00	10,00	0,13	1,00	2,08	0,70	0,00	7,00
10 ppm	Valor medio	32,100 ± 13,595	18,550 ± 6,022	0,366 ± 0,228	3,450 ± 1,669	2,954 ± 0,443	0,935 ± 0,118	0,950 ± 0,510	27,095 ± 27,541
	Valor máximo	55,000	31,000	0,960	6,000	4,020	1,200	2,000	108,000
	Valor mínimo	3,00	10,00	0,22	1,00	2,46	0,80	0,00	7,10
12 ppm	Valor medio	30,150 ± 4,356	14,400 ± 4,260	0,322 ± 0,124	4,450 ± 1,731	2,8065 ± 0,267	0,900 ± 0,086	1,100 ± 0,308	21,390 ± 21,234
	Valor máximo	37,000	23,000	0,650	8,000	3,270	1,000	2,000	67,700
	Valor mínimo	22,00	7,00	0,21	1,00	2,20	0,70	1,00	7,10

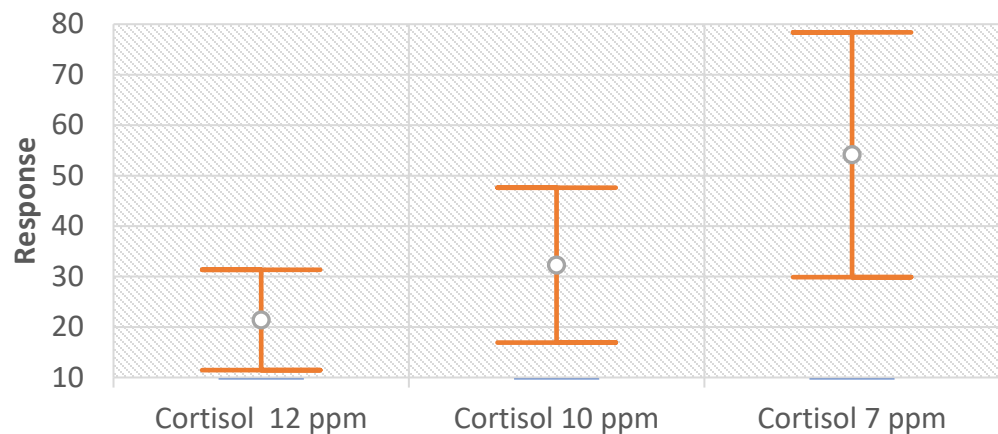
INNOACUI Bienestar en Rodaballo

CORTISOL

TEST ANOVA DE UNA VIA SI ES SIGNIFICATIVO

Fisher LSD			
Group vs. Group (Contrast)	Difference	T.Statistic	p-value
Cortisol 12 ppm vs Cortisol 10 ppm	-10,8600	0,9165	0,3631
Cortisol 12 ppm vs Cortisol 7 ppm	-32,7600	2,7646	0,0076
Cortisol 10 ppm vs Cortisol 7 ppm	-21,9000	1,8482	0,0696

Means plot (95% CI)

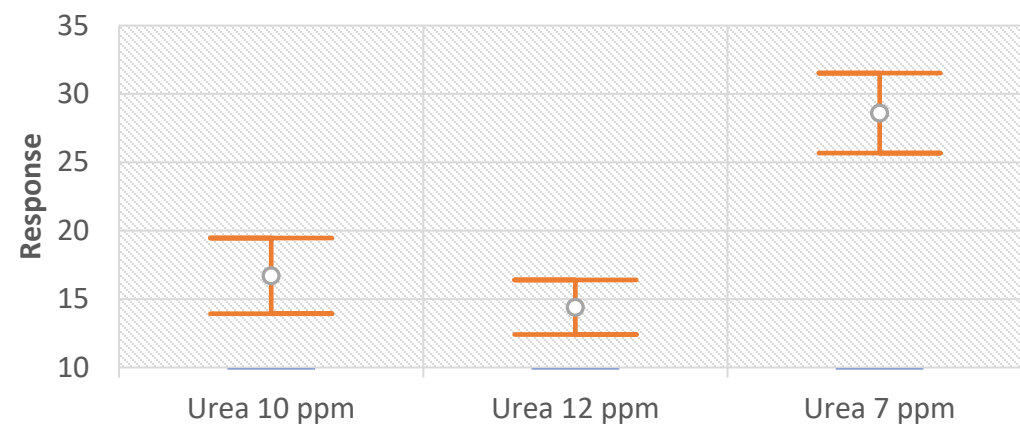


UREA

TEST ANOVA DE UNA VIA SI ES SIGNIFICATIVO

Fisher LSD			
Group vs. Group (Contrast)	Difference	Test Statistic	p-value
Urea 10 ppm vs Urea 12 ppm	2,3000	1,3120	0,1946
Urea 10 ppm vs Urea 7 ppm	-11,9000	6,7880	6,1752E-9
Urea 12 ppm vs Urea 7 ppm	-14,2000	8,1000	3,7081E-11

Means plot (95% CI)



INNOACUI Bienestar en Rodaballo

COMPLEMENTO

TEST ANOVA DE UNA VIA SI ES SIGNIFICATIVO

Análisis de Varianza (Una Vía) - COMPLEMENTO							
Resumen							
Grupos	Tamaño muestral	Suma	Media	Varianza			
7 ppm	20	1.841,52	92,076	170.675,7718			
10 ppm	3	223,95	74,65	16.753,5837			
12 ppm	2	156,29	78,145	12.224,3741			
Total	25		88,8704	91,8762			
ANOVA							
Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	1.042,2452	521,1226	9,8597	0,0009	3,4434	0,4148
Dentro de Grupos	22	1.162,7845	52,8538				
Total	24	2.205,0297					
Hartley Fmax	5,2953	Grados de Libertad	3	19			
Cochran C	0,6698	Grados de Libertad	3	19			
Bartlett Chi-square	1,3803	Grados de Libertad	2	nivel p	0,5015		
Comparaciones entre grupos (Factor 1 - Factor #1)							
Fisher LSD							
Grupo vs Grupo	Diferencia	Estadísticas de la Prueba	nivel p	¿Aceptado?			
7ppm vs 10 ppm	17,426	3,8714	0,0007	aceptado			
7ppm vs 12ppm	13,931	2,5838	0,0163	aceptado			
10ppm vs 12ppm	-3,495	0,5266	0,6033	rechazado			

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ESTRES E INMUNOCOMPETENCIA

inmunoglobulina total, estallido respiratorio en leucocitos sanguíneos, así como varias actividades inmunes humorales (lisozima, complemento, actividad bactericida), cortisol.

Parámetros inmunes	Hematocrito	Ig total	Lisozima	Complemento	NBT Sangre	NBT Riñón	Act. Bact AER	Act. Bact PHOT
	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
7 ppm	(↓)	(↑)		↑				
10 ppm								
12 ppm			(↑)		(↑)	(↓)	(↓)	(↓)

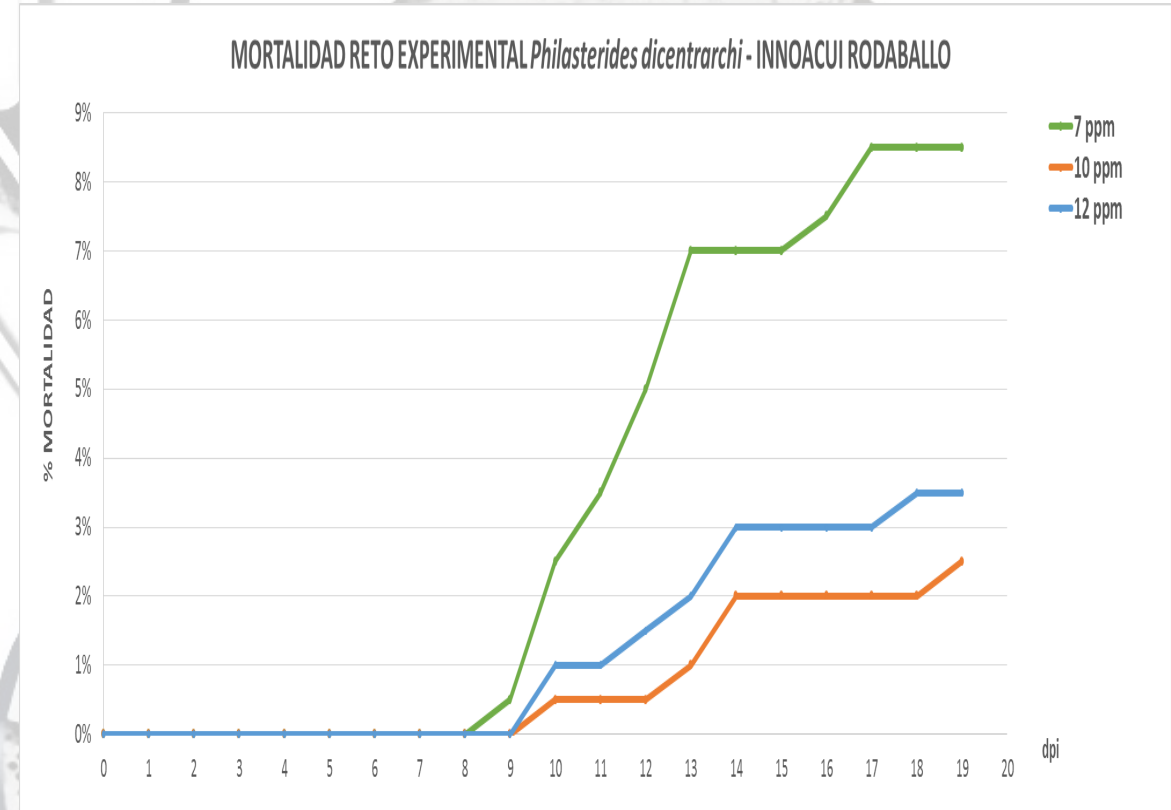
Parámetros bioquímicos en suero	Glucosa	Urea	Creatinina	Transaminasas	Proteína Total	Albúmina	LDH	Cortisol
	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
7 ppm	(↑)	↑			(↑)			↑
10 ppm				↑				
12 ppm								

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

RETO EXPERIMENTAL

Se llevó a cabo un reto experimental con peces de los distintos grupos frente al parásito histiófago *Philasterides dicentrarchi*, monitorizando diariamente la mortalidad en cada grupo.

A la vista de los resultados obtenidos se observa que la mortalidad resultó superior en el grupo cultivado a 7ppm O₂ (8,5% mortalidad), con respecto a los grupos cultivados a 10ppm (2,5% mortalidad) o 12 ppm (3,5% mortalidad).



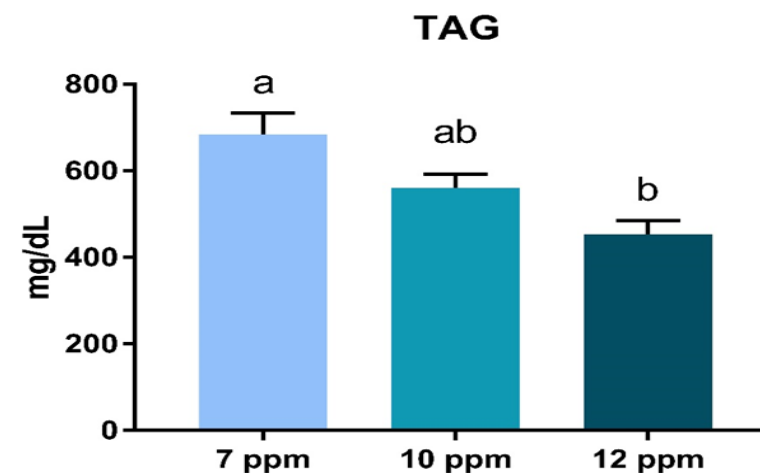
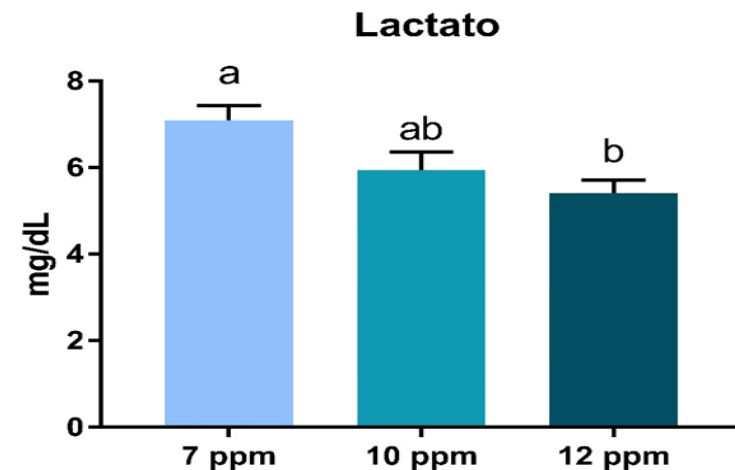
INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARÁMETROS ANALIZADOS POR LA UCA

Valores analizados de los metabolitos en plasma

Niveles de triglicéridos (TAG), lactato, glucosa y proteínas en plasma (mg/dL)

	Grupo	Promedio	ANOVA una vía	
			F	p-valor
TAG	7 ppm	684,90 ± 49,71	9,039	0,0010
	10 ppm	561,10 ± 31,66		
	12 ppm	453,60 ± 31,74		
Lactato	7 ppm	7,09 ± 0,34	5,815	0,0079
	10 ppm	5,91 ± 0,42		
	12 ppm	5,41 ± 0,30		
Glucosa	7 ppm	52,32 ± 3,46	2,874	0,0738
	10 ppm	41,75 ± 2,96		
	12 ppm	45,79 ± 2,99		
Proteínas	7 ppm	31,59 ± 2,38	0,3515	0,7068
	10 ppm	33,76 ± 2,29		
	12 ppm	31,94 ± 0,85		

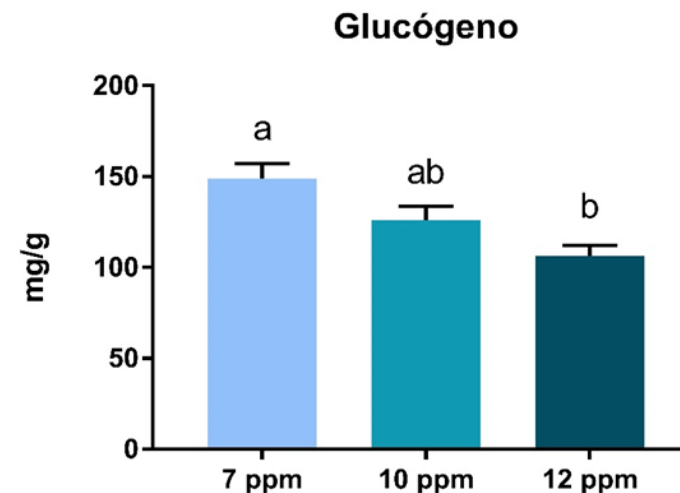


INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARÁMETROS ANALIZADOS POR LA UCA

Valores analizados de los metabolitos en Hígado
(TAG), lactato, glucosa y glucógeno

	Grupo	Promedio	ANOVA una vía	
			F	p-valor
TAG	7 ppm	65,98 ± 3,28	1,997	0,1553
	10 ppm	58,58 ± 5,87		
	12 ppm	53,95 ± 3,18		
Lactato	7 ppm	4,17 ± 0,54	2,141	0,1371
	10 ppm	4,89 ± 0,57		
	12 ppm	5,68 ± 0,42		
Glucosa	7 ppm	69,69 ± 1,27	1,334	0,2802
	10 ppm	67,25 ± 1,38		
	12 ppm	70,44 ± 1,66		
Glucógeno	7 ppm	148,70 ± 8,58	8.318	0,0015
	10 ppm	126,10 ± 7,45		
	12 ppm	106,4 ± 5,69		



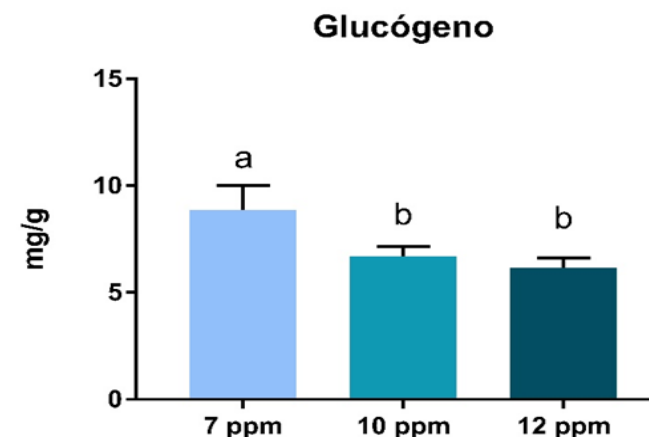
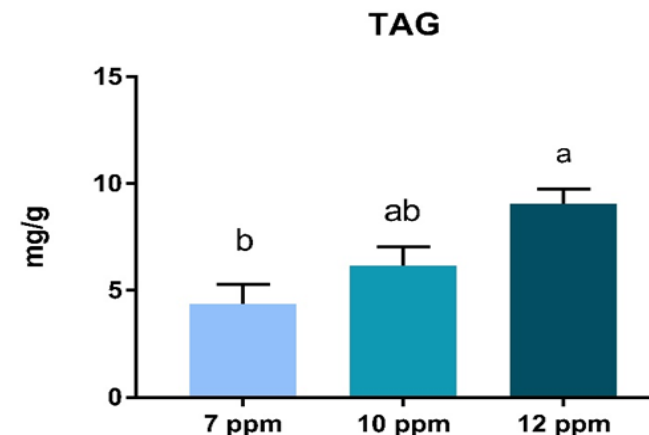
Niveles de glucógeno en hígado (mg/g) para los diferentes tratamientos grupos experimentales. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos (ANOVA una vía).

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

PARÁMETROS ANALIZADOS POR LA UCA

Valores analizados de los metabolitos en MÚSCULO
(TAG), lactato, glucosa y glucógeno

	Grupo	Promedio	ANOVA una vía	
			F	p-valor
TAG	7 ppm	4,39 ± 0,89	8,018	0,0018
	10 ppm	6,16 ± 0,89		
	12 ppm	9,063 ± 0,69		
Lactato	7 ppm	25,26 ± 1,22	0,1245	0,8834
	10 ppm	25,67 ± 1,87		
	12 ppm	26,29 ± 1,24		
Glucosa	7 ppm	10,21 ± 0,18	1,433	0,2561
	10 ppm	9,69 ± 0,21		
	12 ppm	9,65 ± 0,36		
Glucógeno	7 ppm	8,86 ± 1,17	3,393	0,0485
	10 ppm	6,69 ± 1,50		
	12 ppm	6,16 ± 0,48		



Niveles de triglicéridos (TAG) y glucógeno en músculo (mg/g) para los diferentes tratamientos grupos experimentales.

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos (ANOVA una vía).

INNOACUI Bienestar en Rodaballo

CONCLUSIONES

- Los datos experimentales de crecimiento indican que el rodaballo crece significativamente más cuanto mayor es la saturación de oxígeno a la salida del taque de cultivo.
- El cortisol, un clásico parámetro plasmático de estrés, es significativamente más elevado a menor saturación de oxígeno.
- El desafío frente a *Philastarides dicentrarchi*, muestra que los peces cultivados a alta saturación de oxígeno (medido este como oxígeno mg O₂ / l a la salida del tanque) presentan una menor mortalidad y ,consecuentemente, una mayor robustez.
- Estos indicadores (cortisol y robustez frente a *Philastarides dicentrarchi*) se pueden utilizar para evaluar el bienestar del rodaballo en cultivo, y podrían usarse para mejorar la productividad acuícola. No obstante, nuestros resultados deberían reevaluarse mediante otros análisis que ratifiquen estos datos incorporando más casuísticas y otras variables no valoradas en este proyecto.