



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Veterinarias
Corrientes – Argentina

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MÓDULO DE INTENSIFICACIÓN PRÁCTICO

OPCIÓN: PRODUCCION ANIMAL.

TEMA: “Evaluación de la administración de probióticos en *Piaractus mesopotamicus* sometidos a estrés térmico”.

TUTOR EXTERNO: MV. Lizardo Falcón, Sofía.

TUTOR INTERNO: MV. Mendoza Jorge Arnaldo

RESIDENTE: Blanco, María Alejandra.

E-mail: blancoalejandra2607@gmail.com

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres que siempre estuvieron presente en este largo camino, a mis hermanos, amigos de toda la vida, compañeros y amigos que me dio la facultad

A mis tutores: M.V. Lizardo Falcón, Sofía, MV. Mendoza Jorge Arnaldo.

Al instituto de la ictiología del nordeste por abrirme sus puertas, al Mgtr. González Alfredo, a todos los docentes y personas que dejaron su enseñanza a lo largo de esta carrera.

INDICE

RESÚMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS	5
1. Preparación de mezclas probióticas para los ensayos in vivo.....	5
2. Animales y establecimientos.....	6
3. Unidades experimentales.....	6
4. Ensayo in vivo.....	6
5. Método.....	7
6. Medición de parámetros biométricos.....	8
7. Análisis estadístico.....	9
RESULTADOS.....	10
DISCUSIÓN	13
CONCLUSIÓN	14
BIBLIOGRAFÍA	15

RESUMEN:

La piscicultura ha avanzado de forma exponencial en toda su cadena productiva al poseer una mayor tasa de conversión alimenticia comparada a las producciones tradicionales (bovino, porcino etc), incorporando tecnología, genética, nutrición y mejoras en el manejo productivo de los peces, lo que lleva a tener mayores exigencias tanto en cantidad y calidad del producto. El objetivo del presente trabajo fue evaluar mediante pesaje, conteo, registros y análisis de datos, la eficiencia productiva medida en términos de biomasa y sobrevida de alevines de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados en condiciones de laboratorio y sometidos a estrés térmico con la administración de fórmulas probióticas bacteriana (MIX) y fúngica (LEV), al ser comparados con aquellos a los que no se les ejerció modificaciones en la temperatura del agua. A tal fin, se utilizó ejemplares de 3 meses que fueron distribuidos en 18 peceras de 5 litros, con recambio de agua constante, y alimentados *ad libitum* con balanceado comercial durante 15 días. La sobrevida y la biomasa total producida se determinaron a los 0, 5, 10 y 15 días. Los resultados obtenidos indican que ninguno de los tratamientos afecta de forma significativa ($p < 0,05$) a ninguno de los parámetros biométricos. Los resultados indicaron que, ni la administración de las mezclas probióticas ni el sometimiento a estrés térmico, ejercen alteraciones significativas de la sobrevida y la biomasa de los animales luego de 5 días de ensayo. Al día 10 la biomasa total continuó sin diferencias significativas y en cuanto a la sobrevida, el grupo Control T° (15,56%) mostró valores significativamente inferiores a los demás tratamientos, mientras que los animales de los tratamientos MIX y LEV T° (45,56%) presentaron los mayores valores, diferenciándose significativamente del Control y Control T° pero sin diferencias con los grupos MIX T° y LEV. Finalmente, a los 15 días, la sobrevida del Control (18,89%) y Control T° (11,11%) fue significativamente inferior al resto de los tratamientos. El grupo MIX (42,22%) registró los valores más altos, diferenciándose de MIX T° pero sin diferenciarse de LEV y LEV T°. En esta última biometría los resultados de biomasa del grupo MIX (386,67mg) fueron significativamente mayores a los del grupo Control T° (175,33mg), sin diferencias significativas de los demás tratamientos. Así, luego de 15 días de ensayo, la administración de ambas formulaciones sólo incrementó de forma considerable la sobrevida, tanto de los grupos sometidos a estrés térmico como de los que no lo fueron, sin evidenciarse diferencias entre los resultados de ambas fórmulas.

INTRODUCCIÓN:

Por ser una de las producciones de mayor tasa de conversión alimenticia y lograr un producto de alto valor proteico, la producción piscícola ha aumentado considerablemente en los últimos años (FAO, 2018). Esto se ve potenciado por el estancamiento de la obtención de carne de pescado debido a la pesca extractiva lo que conlleva a una disminución del stock pesquero y a la aumentada preocupación por la devastación de la diversidad marina (FAO, 2018). En este contexto, Argentina se encuentra muy bien posicionada, con una acuicultura incipiente. Produjo aproximadamente 2.592,12 toneladas en 2019 pero presenta un potencial de crecimiento tangible debido a la diversidad de ambientes, recursos naturales, aguas de calidad, disponibilidad de insumos para producción de alimento balanceado y a la existencia de instituciones de enseñanza e investigación que respaldan la producción (FAO, 2018; Panné Huidobro, 2019).

El Pacú (*Piaractus mesopotamicus*), un pez nativo de la cuenca templado-cálida y subtropical del noreste argentino, permitió incrementar los volúmenes de producción en la región. Su alta adaptación a los sistemas de producción, su alimentación omnívora y su rápido crecimiento permitieron que, en la actualidad, sea una de las dos especies más producidas en el país junto con la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) (FAO, 2018; Panné Huidobro, 2019).

Con el fin de poder incrementar la producción y estimular a nuevos productores, es indispensable asegurar una alta sobrevivencia de los ejemplares en las diferentes etapas del ciclo de vida. Existen diversos factores importantes a tener en cuenta para incrementar la supervivencia de larvas, alevines, juveniles y ejemplares maduros sexualmente. En cualquiera de estas etapas el estrés que pueden sufrir los animales es uno de los factores más importantes que pueden llevar a la aparición de enfermedades o la anorexia y la posterior disminución del peso medio y la sobrevivencia. Situaciones estresantes pueden ser, entre otras: *I) cambios de medio ambiente* como el pasaje de animales de condiciones de laboratorio a cultivo en estanques a cielo abierto, o bien de una pecera o estanque, a otro con condiciones diferentes; *II) alteraciones repentinas de los parámetros de calidad de agua* como variaciones en los niveles de oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura, etc.; *III) alta concentración de individuos por volumen y/o superficie*, cuando se supera el número óptimo de animales por litro o metro cuadrado generando

acumulación de desechos nitrogenados y disminución de la concentración de oxígeno; *IV) manipulación de los animales* para técnicas de control, reproducción, administración de medicamentos, etc.; *V) deficiencia alimentaria* ya sea por una disminución en la ración óptima o por el uso de alimentos deficientes en todos o alguno de los requerimientos nutricionales de los animales. Es importante destacar que estas situaciones pueden ocurrir de forma aislada, conjunta o bien que una de ellas desencadene la aparición de las demás (FAO, 2018).

Existen diferentes alternativas para evitar que la aparición de alguna de estas situaciones induzca alteraciones en los diferentes parámetros biométricos. El uso de antibióticos, ya sea como promotores de crecimiento o bien para el tratamiento y prevención de enfermedades es uno de los más frecuentes a pesar de estar desaconsejado por la posible generación de resistencia antimicrobiana en la microbiota de los animales (FDA, 1998; Hernández Serrano, 2005). La administración, de forma conjunta con el alimento, de aumentadores de defensa como por ejemplo los manano-oligosacáridos (MOS) (Genc y col., 2007) u oligonucleótidos extraídos de diferentes levaduras también han demostrado disminuir el estrés e incrementar los parámetros biométricos de peces sometidos a diferentes situaciones estresantes (Li y col., 2005).

También se ha propuesto como alternativa el uso de microorganismos probióticos por su capacidad de generar efectos benéficos sobre los animales acuáticos, su alimento y medio ambiente. Las bacterias, ácido lácticas y las del género *Bacillus*, son el principal grupo microbiano que componen la mayor parte de los productos conteniendo microorganismos (Casula y Cutting, 2002; Ljungh y Wadström, 2006; Cutting, 2011; Harzallah y Belhadj, 2013). Sin embargo, en los últimos años también se ha incrementado el interés en el uso de hongos para la formulación de alimentos funcionales. Esto se debió no sólo a su capacidad de producir esporas resistentes a los procesos productivos y al tiempo de almacenamiento, sino también a las características químicas de su pared celular y su elevada capacidad de producir enzimas y metabolitos de interés (Perera y Li, 2011; Giavasis, 2014). Los hongos levaduriformes fueron ampliamente estudiados como probióticos por su elevada capacidad de producir sustancias antimicrobianas y la propiedad inmunomoduladora de su pared celular (Hatoum y col., 2012; Navarrete y Tovar-Ramírez, 2014).

ANTECEDENTES DEL TEMA Y EXPERIENCIA PREVIA EN RELACIÓN AL MISMO

Desde hace más de una década el Instituto de Ictiología del Nordeste (INICNE), en cooperación con la Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias y el Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET), se encuentra trabajando en el aislamiento, identificación, selección y evaluación *in vivo* de microorganismos probióticos para su uso en acuicultura de especies nativas de nuestra región. Dicho trabajo conjunto permitió la obtención de dos fórmulas probióticas, una bacteriana y otra fúngica. La fórmula bacteriana se encuentra en trámites de patentamiento mientras que la fúngica se encuentra en etapas avanzadas de evaluación. Ambas fórmulas mostraron resultados prometedores en cuanto al incremento de los parámetros biométricos bajo condiciones normales de cultivo. Sin embargo, numerosos trabajos establecen que el efecto benéfico de estos microorganismos es mayor cuando los animales se encuentran sometidos a condiciones de estrés, como el ocasionado por alteraciones en la temperatura del agua o estrés térmico.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

La administración de las fórmulas probióticas bacteriana (MIX) y fúngica (LEV) incrementan los valores de biomasa y de sobrevivencia de los ejemplares de *P. mesopotamicus* cultivados en condiciones de laboratorio y sometidos a estrés térmico al ser comparados con aquellos a los que no se les ejerció modificaciones en la temperatura del agua.

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el efecto de la administración de dos fórmulas probióticas sobre los valores de biomasa y sobrevivencia de ejemplares de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a estrés térmico.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Estudiar el efecto de la administración de la mezcla probiótica bacteriana (MIX) sobre los valores de biomasa y sobrevivencia de los ejemplares de pacú en condiciones normales de cultivo en laboratorio.

- Evaluar el efecto de la administración de la mezcla probiótica fúngica (LEV) sobre los valores de biomasa y sobrevivencia de los ejemplares de pacú en condiciones normales de cultivo en laboratorio.
- Determinar si el estrés térmico ocasiona disminuciones en los valores de biomasa y sobrevivencia de ejemplares de pacú cultivados en condiciones de laboratorio.
- Establecer si la administración de las fórmulas probióticas en estudio mejora la biomasa y sobrevivencia de ejemplares de pacú cultivados en condiciones de laboratorio y sometidos a estrés térmico.

MATERIALES Y MÉTODOS

- 1) Preparación de mezclas probióticas para los ensayos in vivo:** Las cepas de bacterias lácticas (*Enterococcus faecium* CRL1937, CRL1938, CRL1940 y CRL 1941 y *Pediococcus acidilactici* CRL1939), *Bacillus subtilis* (A252, A253 y A254) y levaduras (*Candida tropicalis* BR3M2 y CPBL1B, *Candida lambrica* SL1) se inocularon al 1% en medio LAPTg (En g/L Extracto de levadura: 10; peptona de carne: 15; tripteína: 10; glucosa: 10; tween 80: 1; pH = 7,2), Caldo Nutritivo (En g/L Pluipeptona 5; extracto de carne 3; Ph= 7) y Caldo Sabouraud (En g/L Peptona de carne 10; dextrosa 40, cloranfenicol 0.005; pH= 5,6), respectivamente se incubaron a 37 °C durante 24 horas, se centrifugaron y resuspendieron hasta llegar a la concentración deseada. Por su parte, la cepa de moho (*Aureobasidium* sp. CPPR3M) se inoculo, por desprendimiento a partir de una colonia activa, en Caldo Sabouraud adicionado con Tween 80 0,1% y se incubo a temperatura ambiente durante 7 días, centrifugó y resuspendió hasta que llegó a la concentración deseada. Las suspensiones se combinaron a fin de obtener las fórmulas con las concentraciones de microorganismos detalladas en las **tablas 1 y 2**.

Tabla1. Microorganismos, cepas y concentraciones que componen la mezcla LEV.

Microorganismo	Cepa	Dosis (UFC/L)
<i>Candida lambrica</i>	SL1	6×10^4
<i>Aureobasidium sp</i>	CPPR3M	6×10^4
<i>Candida tropicalis</i>	CPBL1B	6×10^8
<i>Candida tropicalis</i>	BR3M2	6×10^6

Tabla 2. Microorganismos, cepas y concentraciones que componen la mezcla MIX.

Microorganismo	Cepa	Dosis (UFC/L)
<i>Enterococcus faecium</i>	CRL1937	6×10^7
<i>E. faecium</i>	CRL1938	6×10^7
<i>Pediococcus acidilactici</i>	CRL1939	6×10^4
<i>E. faecium</i>	CRL1940	6×10^4
<i>E. faecium</i>	CRL1941	6×10^4
<i>Bacillus subtilis</i>	A252	6×10^7
<i>B. subtilis</i>	A253	6×10^7
<i>B. subtilis</i>	A254	6×10^7

- 2) Animales y establecimientos:** El trabajo se desarrolló en el Instituto de Ictiología del Nordeste de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2139, Corrientes con 540 alevines de *P. mesopotamicus* (pacú), dividido en 18 unidades experimentales. (Imagen N° 1 y 2)



Imagen 1: Selección de alevines



Imagen 2: Peceras de 5 L con los 30 alevines.

- 3) Unidades experimentales:** Cada unidad experimental consistió en una pecera de 5 litros (L) con recambio de agua constante en la que se colocaron 30 animales. Los animales fueron alimentados *ad libitum* durante siete días, para su adaptación a las condiciones de ensayo, con balanceado comercial de granulometría adecuada. Luego del periodo de adaptación, los días 0, 5, 10, y 15 se contaron y se pesaron los animales a fin de obtener los datos de sobrevivencia y peso unificado por replica (peso total) de cada uno de los tratamientos. También se midieron los parámetros de calidad de agua, como pH, temperatura con un medidor Adwa modelo Ad12 y el O₂ disuelto con el oxímetro Lutron modelo PDO-519. Algunos grupos se sometieron al aumento de temperatura que se realizaron una vez al día, tomando la temperatura del agua e incrementándola 5 °C por una única vez.
- 4) Ensayo *in vivo*:** Los tratamientos fueron seleccionados aleatoriamente, por triplicado, con y sin elevación de temperatura para los grupos Control, Mix y Lev respectivamente. (Imagen N° 3).



Imagen n° 3: Selección aleatoria de los tratamientos.

- a) Tratamiento MIX T°: animales sometidos a un aumento de temperatura una vez por día durante 15 días y alimentados dos veces al día con balanceado más el probiótico MIX.
 - b) Tratamiento LEV T°: animales sometidos a un aumento de temperatura una vez por día durante 15 días y alimentados dos veces al día con balanceado más el probiótico LEV.
 - c) Tratamiento Control T°: animales sometidos a un aumento de temperatura una vez por día durante 15 días y alimentados dos veces al día con balanceado, sin adición de probióticos.
 - d) Tratamiento MIX: animales no sometidos a estrés térmico y alimentados dos veces al día con balanceado y adicionado con el probiótico MIX durante 15 días.
 - e) Tratamiento LEV: animales no sometidos a estrés térmico y alimentados dos veces al día con balanceado y adicionado con el probiótico LEV durante 15 días.
 - f) Tratamiento C: animales no sometidos a estrés térmico y alimentados dos veces al día con balanceado, sin adición de probióticos durante 15 días.
- 5) Método:** La alimentación de los diferentes grupos con el balanceado granulado *ad libitum* a todas las peceras y el agregado de Mix o Lev a los grupos correspondientes se realizó por medio de pipeta graduada y etiquetadas, a razón de 3 ml por pecera 2 veces al día, mañana y tarde (**Imagen N° 4 y 5**).



Imagen n° 4: Frasco con Lev, Mix, pipetas



Imagen n° 5: Administración de los tratamientos y alimento.

La elevación de temperatura se llevó a cabo una vez al día, midiendo previamente la temperatura de la pecera (**Imagen N° 6**), posteriormente se procedió a retirar la pecera con los animales y se elevó la temperatura mediante el agregado de agua caliente en el recipiente contenedor (**Imagen N° 7**); finalmente, se agregó la pecera y se volvió a medir la temperatura del agua hasta llegar al valor deseado ($+5^{\circ}\text{C}$ sobre temperatura inicial). Además, se evaluó los parámetros de calidad de agua como pH, temperatura y O_2 disuelto.



Imagen n° 6: Medición de parámetros



Imagen n° 7: Agregado de agua caliente para elevar la T°

6) Medición parámetros biométricos

- ❖ En primer lugar, se realizó el pasaje de los alevines desde las peceras a un recipiente más pequeño con agua para su conteo.
- ❖ Seguidamente se procedió a pesar en grupo (peso total), previamente a esto, los animales fueron pasados por un filtro, con el fin de reducir el contenido de agua de la superficie corporal de los mismos (**Imagen N° 8**).
- ❖ Por último, se realizó el pesaje, previa tara de la balanza electrónica de la marca Radwag modelo AS 220/C/2 (**Imagen N° 9**).



Imagen n° 8: pasaje de alevines por el tamiz



Imagen n° 9: pesaje en la balanza.

- 7) **Análisis estadístico:** Una vez contados y pesados, los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por ANOVA y los test pos hoc correspondientes, utilizando el programa Infostat versión 2012. (Di Rienzo *et al.*, 2012)

RESULTADOS:

En el día 5 se observa que en los grupos Control y Control T° hubo una sobrevida de 55 y 45 % respectivamente. En tanto los tratamientos Mix y Mix T° fue de 65 y 62% y los que fueron tratados con Lev y Lev T° de 60 y 58 %, no presentando diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos.

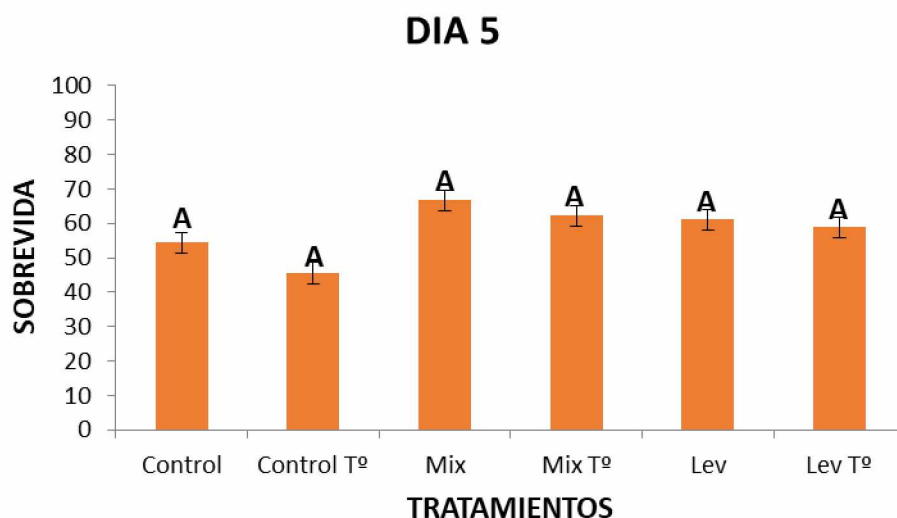


Gráfico N° 1- Resultado día 5. Sobrevida de alevinos de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

En la segunda medición de parámetros (día 10) los mayores promedios correspondieron a los tratamientos Mix y Lev T°, por otra parte, el valor promedio más bajo se observó en el tratamiento Control T°. Además, todos los tratamientos se diferenciaron significativamente del Control T°.

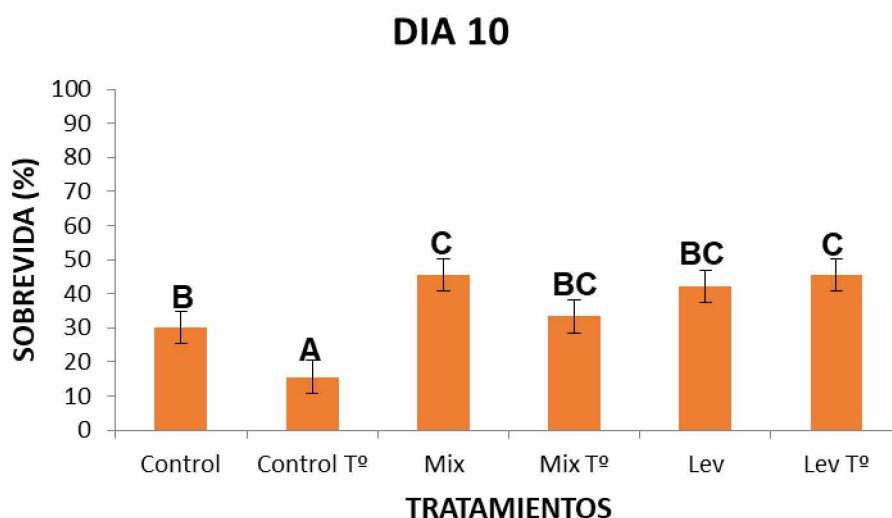


Gráfico N° 2- Resultados del día 10. Sobrevida de alevinos de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

En el día 15, la sobrevivencia de todos los tratamientos a los que se les administró los probióticos, independientemente si fueron o no sometidos a estrés, se diferenciaron significativamente de los grupos Controles, obteniéndose el mejor resultado en el tratamiento Mix con un 42%. En tanto, los grupos Control y Control T° alcanzaron los valores promedios más bajos de 18 y 13 % respectivamente (Grafico nº4).

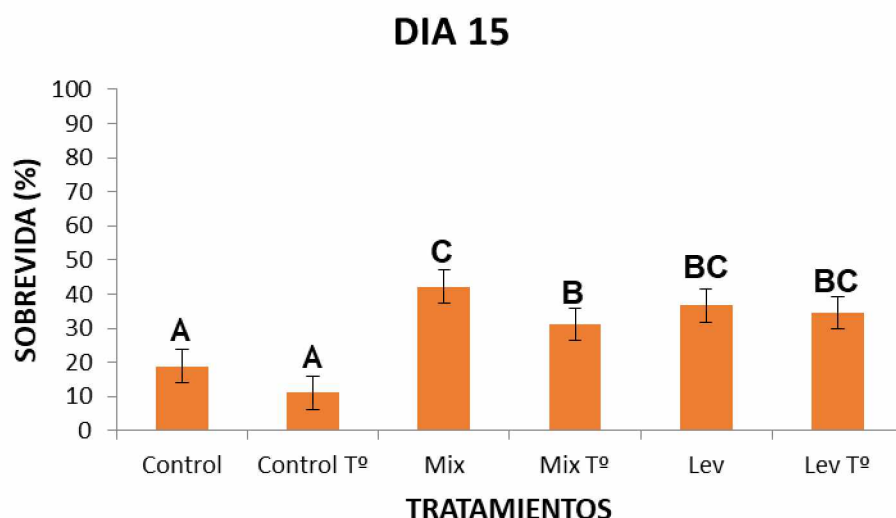


Gráfico Nº 3-Resultado del día 15. Sobrevivencia de alevinos de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y alimento balanceado más mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

Biomasa:

Los resultados de biomasa producida en las biometrías del día 5, presentan una mínima disminución en los grupos Control, Lev y Lev T°, pero sin mostrar en los valores una diferencia significativa entre los mismos.

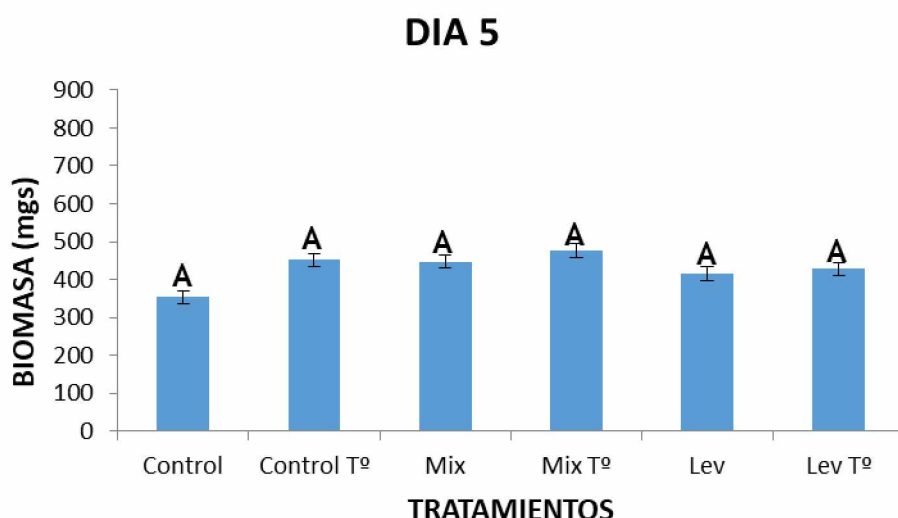


Gráfico Nº 4. Resultados del día 5- Biomasa de alevinos de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y alimento balanceado más mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

significativas.

Al día 10 la biomasa continuó sin diferenciarse significativamente, el mayor valor promedio se evidenció en el tratamiento Mix (300,67 mgs), en tanto que, el menor resultado se observó en el grupo Control T° (199,33 mgs)

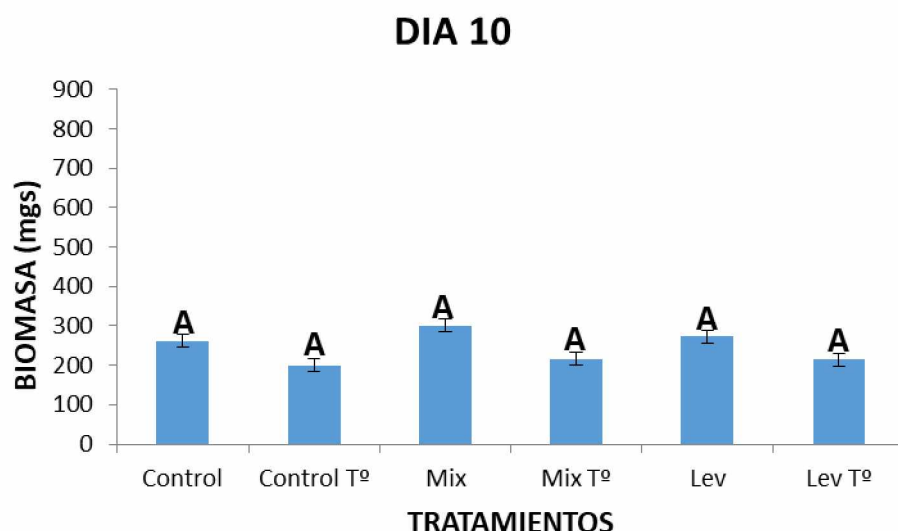


Gráfico N° 4. Resultados del día 10- Biomasa de alevines de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y alimento balanceado más mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

En la biometría final, los resultados de biomasa del grupo Mix (386,67mg) fue el mayor, diferenciándose significativamente sólo del tratamiento Control T° (175,33mg), que mostró los valores más bajos.

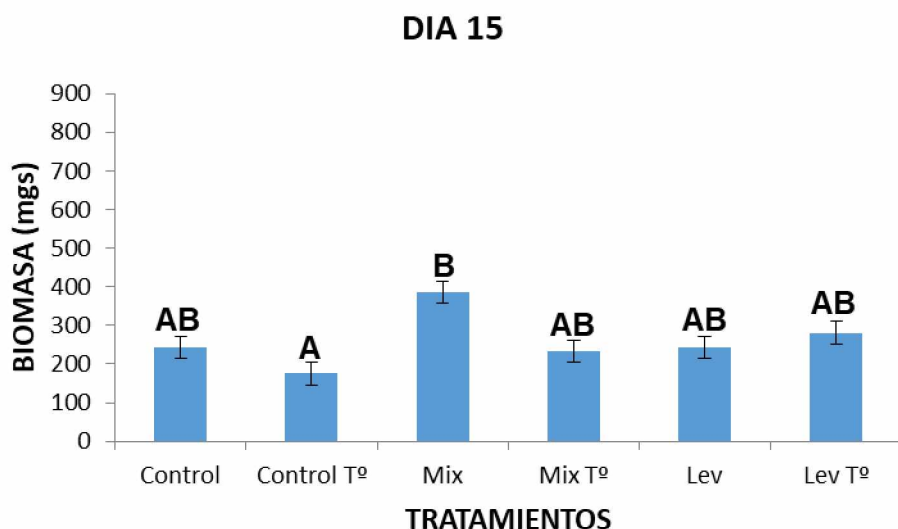


Gráfico N° 4. Resultados del día 15- Biomasa de alevines de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a los diferentes tratamientos, alimentados con balaceado solo (Control), con alimento balanceado más la mezcla de cepas bacterianas (Mix) y alimento balanceado más mezclas de cepas de hongos (Lev) con incremento de la temperatura para los distintos tratamientos (Control T°), (Mix T°) y (Lev T°). Letras distintas indican diferencias significativas.

DISCUSION:

En muchos trabajos se han utilizado productos comerciales conteniendo microorganismos probióticos para mejorar el crecimiento de peces y otras especies acuáticas, en forma exitosa. Así, por ejemplo, esporas de *Bacillus toyoi* y otros *Bacillus sp.* cuando se utiliza como aditivo en piensos para aumentar la tasa de crecimiento del pez cola amarilla (*Seriola quinquiradiata*) (Kozasa 1986), *Scophthalmus maximus* (Gatesoupe 1991 y 1994), róbalo común, (*Centropomus undecimalis*) (Irianto y Austin 2002) y *Penaeus monodon* (Vaseeharan y Ramasamy 2003). Las preparaciones comerciales de *Streptococcus faecium* una mezcla de bacterias y levaduras *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae* y *S. cerevisiae* var. *Boulardii* (Tovar y col. 2002) mejoró el crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia de *Cyprinus carpio* (Bogut y col. 1998) y *Catla catla* (Mohanty y col. 1996). Los resultados indicaron que en Alevines de *Oreochromis niloticus* sometidos a dietas con un probiótico como suplemento exhibió un mayor crecimiento que aquellos alimentados con la dieta de control (Lara-Flores y col.2003). En cuanto al manejo del estrés en estudios realizados con camarones los cuales son muy sensibles a los factores ambientales estresantes, la mayoría de ellos se cultivan en estanques abiertos ubicados a lo largo de la costa que son muy susceptibles a imprevistos cambios o fluctuaciones de temperatura (Pusceddu y col.2011) también se llevó a cabo un trabajo sobre el efecto de la utilización de tres distintos probióticos en la alimentación de Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) sometida a diferentes condiciones de estrés, obteniendo los mejores resultados en crecimiento y supervivencia con el hongo *Saccharomyces cerevisiae* (Lara-Flores y col. 1999). En los grupos tratados con probióticos, el efecto del estrés también fue más bajo que los controles, lo que indica el beneficio potencial en la reducción del mismo en camarones (Arpanahi y col., 2014). Los diferentes trabajos han demostrado, que los probióticos favorecen al crecimiento y mejoran la tolerancia al estrés causado por diferentes factores. Sin embargo, no se encontró ningún trabajo de adición de probióticos en alevines de pacú (*P. mesopotamicus*) sometidos a estrés.

CONCLUSIÓN:

La producción piscícola está en constante crecimiento lo que lleva inevitablemente a la búsqueda y utilización de nuevas herramientas que mejoren las producciones intensivas.

La inclusión de probióticos bacterianos (MIX) y fúngicos (LEV) al alimento, tuvo efectos positivos en mediciones de aumento de biomasa y sobrevida teniendo en cuenta el factor de estrés térmico, permitiendo valores superiores de ambos parámetros con respecto a los animales que fueron alimentados sólo con balaceado y sometidos a estrés térmico. A pesar de no haber cambios significativos entre grupo tratamientos y control, los valores promedios de sobrevida que son mayores al doble del control sometido a estrés justificaría la utilización de estos probióticos a nivel productivo.

En cuanto a los objetivos planteados en este trabajo, se demostró que la administración de la mezcla probiótica bacteriana (MIX) sobre ejemplares de pacú en condiciones estándar de cultivo en laboratorio, evidenció valores de biomasa y sobrevida superiores con respecto al grupo Control.

El efecto de la administración de la mezcla probiótica fúngica (LEV) sobre los ejemplares de pacú en condiciones estándar de cultivo en laboratorio, también demostró valores de biomasa y sobrevida superiores al grupo Control.

Los ejemplares de pacú, cultivados y sometidos a condiciones de estrés térmico y que no se les administró ninguna de las mezclas probióticas durante el ensayo, presentaron diferencias tanto de los valores promedio de biomasa como de sobrevida, siendo favorecido el grupo Control al cual no se elevó la temperatura del agua, con una biomasa de 286,11 mgs y una sobrevida de 34% sobre el Control T° (sometido a estrés térmico), con una disminución de 275,33 mgs y 24% respectivamente.

Por último, la administración de las fórmulas probióticas a los alevines de pacú, sometidos a estrés térmico, determinaron mayores valores promedios tanto de biomasa como de sobrevida, cuyo resultado promedio para la biomasa fue de 309 mgs en el grupo MIX T° y 307mgs para LEV T°, y una sobrevida con valores de 42 % para MIX T° y de 46% para LEV T°, con respecto al grupo Control T° que presento una biomasa en promedio de 275,33 mgs y una sobrevida de 24% bajo las mismas condiciones.

BIBLIOGRAFÍAS:

- Arpanahi, D.A., Hojatollah, J., Mehdi, S. y Kanani, H.G. (2014) The effect of *Bacillus* probiotics on the growth performance, survival rate and stress resistance of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. Postlarvae, Journal of Fisheries Science & Technology. 1: 38-50.
- Bogut, I., Milakovic, Z., Brkic, S. y Zimmer, R. (1998) Influencia de los probióticos (*Streptococcus faecium* M74) sobre el crecimiento y contenido de microflora en el intestino de la carpa (*Cyprinus carpio*). Checo Journal of Animal Science. 43: 231-235.
- Casula, G. y Cutting, S.M. (2002) *Bacillus* Probiotics: Spore Germination in the Gastrointestinal Tract. Applied Environmental Microbiology. 68(5),2344-2352.
- Cutting, S.M. (2011) *Bacillus* probiotics. Food Microbiology. 28: 214-220.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2012). InfoStat, versión 2012, Grupo InfoStat, FCA - UNC, Argentina
- FAO (2018) Visión general del sector acuícola nacional – Argentina. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Texto de Panné Huidobro, S. En: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* (en línea). Disponible en http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_argentina/es.
- Food and Drug Administration (FDA) (1998) Aquaculture Drugs. En: Fish and Fishery Products Hazards and Control Guide, 2^a ed. FDA: Washington, DC., pp 115-132.
- Gatesoupe, F.J. (1991) *Bacillus* sp Una nueva herramienta contra la infección bacteriana en larvas de rodaballo, *Scophthalmus maximus*. Aquatic Living Research. 10: 239-246.
- Gatesoupe, F.J. (1994) Las bacterias del ácido láctico encuentran la resistencia del rodaballo larvas, *Scophthalmus maximus* contra *Vibrio* patógeno. Aquatic Research. 7: 277-282.
- Genc, M.A., Yilmaz, E., Genc, E. y Aktas, M. (2007) Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides (MOS) on Growth, Body Composition, and Intestine and Liver Histology of the Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. 59(1): 10-16.
- Giavasis, I. (2014) Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. Currents Opinions in Biotechnology. 26: 162-173.
- Harzallah, D. y Belhadj, H. (2013) Lactic Acid Bacteria as Probiotics: Characteristics, Selection Criteria and Role in Immunomodulation of Human GI Muccosal Barrier. En: Lactic Acid Bacteria – R & D for Food, Health and Livestock Purposes. Ed: Kongo M. Intech, pp: 197-216.
- Hatoum, R., Labrie, S. y Fliss, I. (2012) Antimicrobial and Probiotic Properties of Yeasts: From Fundamental to Novel Applications. Frontiers in Microbiology. 3: 421.
- Hernández Serrano, P. (2005) Responsible use of antibiotics in aquaculture (Technical Paper No. 469). Food & Agriculture Org.
- Irianto, A. y Austin, B. (2002) Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Diseases. 25: 633-642.
- Kozasa, M. (1986) Toyocerin (*Bacillus toyoi*) como promotor de crecimiento para animales. Microbiología Alimentación y Nutrición. 4: 121-125

- Lara Flores, M. (1999) Efecto de la utilización de probióticos en la alimentación de la Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) sometida a diferentes condiciones de estrés; Tesis de Maestría; Centro de investigación y estudios avanzados del I.P.N.; México.
- Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M.A., Guzman-Mendez, B.E. y Lopez-Madrid, W. (2003) Uso de la bacteria *Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como promotores del crecimiento en la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acuicultura*. 216: 193-201.
- Li, P., Lewis, D.H. y Gatlin, D.M. (2005) Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Fish & Shellfish Immunology*. 16(5): 561-569.
- Ljungh, A. y Wadström, T. (2006) Lactic acid bacteria as probiotics. *Current Issues in Intestinal Microbiology*. 7(2): 73-89.
- Mohanty, S.N., Swain, S.K. y Tripathi, S.D. (1996) Cría de catla (*Catla catla* Ham.) se reproducen en dietas formuladas. *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 11: 253-258.
- Navarrete, P. y Tovar Ramírez, D. (2014) Use of yeasts as probiotics in fish aquaculture. *Sustainable aquaculture techniques*, 1.
- Panné Huidobro, S. (2019). Producción de acuicultura destinada al consumo humano en Argentina durante el año 2019. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Perera, P.K. y Li, Y. (2011) Mushrooms as a functional food mediator in Preventing and ameliorating diabetes. *Functional Food Health and Disease*. 4: 161-171.
- Pusceddu, A., Patrona, L.D. y Beliaeff, B. (2011) Trophic status of earthen ponds used for semi-intensive shrimp (*Litopenaeus stylirostris*, Stimpson 1874) farming in New Caledonia (Pacific Ocean). *Marine Environmental Research*. 72: 160-171.
- Tovar, D., Zambonino, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J. Vazquez- Juárez, R. y Lèsel, R. (2002) Effect of dietary live Yeasts on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. *Acuicultura*. 234(1-4): 415-427.
- Vaseeharan, B., y Ramasamy P. (2003) Control de *Vibrio* spp. patógenos por *Bacillus subtilis* BT23, un posible tratamiento probiótico para el tigre negro (camarones), *Penaeus monodon*. *Applied Microbiology*. 36: 83-87.