

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



UTILIZACIÓN DE *Daphnia pulex*, ENRIQUECIDA CON *Arthrospira* sp., EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE *Odontesthes bonariensis* Y EL EFECTO EN SU CRECIMIENTO EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Tesis presentada por el:

Bach. RUDY BRANDO YTUZA HANCCO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

Asesor:

Dr. José Santa Cruz Guzmán Rodríguez

Arequipa – Perú

2020

PRESENTACION

Señor Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas

Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

Señores Miembros del Jurado

Cumpliendo con el reglamento de grado correspondiente, presento a vuestra consideración la siguiente tesis:

UTILIZACIÓN DE *Daphnia pulex*, ENRIQUECIDA CON *Arthrospira* sp., EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE *Odontesthes bonariensis* Y EL EFECTO EN SU CRECIMIENTO EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Requisito necesario para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero.

Arequipa, 9 de Septiembre del 2020

Bach. RUDY BRANDO YTUZA HANCCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

La presente Tesis Titulada:

“UTILIZACIÓN DE *Daphnia pulex*, ENRIQUECIDA CON *Arthrospira* sp., EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE *Odontesthes bonariensis* Y EL EFECTO EN SU CRECIMIENTO EN CONDICIONES DE LABORATORIO”

Presentada por el Bachiller:

RUDY BRANDO YTUZA HANCCO

Sustentada el día...9.....de.....SEPTIEMBRE..... del
.....2020..... Aprobada por...UNANIMIDAD... queda conforme para seguir
con el trámite correspondiente.

Firma de miembros del Jurado:

Dr. Juan Mario German Villegas Paredes Presidente

Ms. Daniel Esteban Medina Rivera Secretario

Dr. José Santa Cruz Guzmán Rodríguez Miembro - Asesor

Dedico la presente investigación a DIOS, a mis padres y hermano por ser parte esencial en mi bendecido día a día, y seguir a mi lado recorriendo este parpadeo al que llamamos vida

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por permitirme ver la vida de mejor manera

Al Laboratorio Continental IMARPE – Puno por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones.

A mi co-asesor Mg. Glicerio Amaru Chambilla del Laboratorio Continental IMARPE – Puno, por dedicarme parte de su valioso tiempo durante el desarrollo del presente trabajo.

A mi asesor Dr. José Guzmán Rodríguez por la paciencia, tiempo y los consejos oportunos en el desarrollo de la presente tesis.

Al Blgo. Cesar Gamarra, Ing. Humberto Siguyayro, Blga. Janeth y demás profesionales que me brindaron su apoyo durante la ejecución del presente trabajo en tan prestigiosa institución.

A mi familia, mis padres Demetrio y Casilda, mi hermano Bryan por ser mi ejemplo a seguir y por su apoyo constante en mi formación profesional.

A los miembros del jurado por apoyarme en la absolución de cada inquietud y la completa revisión de la presente tesis.

A Verónica Vega y a mis demás compañeros, muchas gracias por su apoyo y buenos consejos.

A todos los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera que me formaron durante los cinco años de estudio, Muchas gracias.

“Yo te pido que seas fuerte y valiente, que no te desanimes ni tengas miedo, porque yo soy tu Dios, y te ayudaré por dondequiera que vayas.”

Josué 1:9

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. MARCO CONCEPTUAL	4
1.1.1. La alimentación en peces	4
1.1.2. La alimentación en alevines	5
1.1.2.1. Requerimientos nutricionales de alevines	6
1.1.3. Alimento vivo.....	10
1.1.4. Alimento balanceado.....	12
1.1.5. Bioecología del pejerrey.....	14
1.1.5.1. Clasificación sistemática	14
1.1.5.2. Distribución geográfica	15
1.1.5.3. Hábitat	15
1.1.5.4. Alimentación del pejerrey	15
1.1.6. Cultivo de pejerrey	17
1.1.6.1. Parámetros de cultivo	18
1.1.7. Requerimientos nutricionales del pejerrey	18
1.1.8. Bioecología de <i>Daphnia pulex</i>	18
1.1.8.1. Clasificación sistemática	19
1.1.8.2. Hábitat	19
1.1.8.3. Alimentación	19
1.1.8.4. Composición nutricional.....	20
1.1.9. Bioecología de <i>Arthrospira</i> sp.	20
1.1.9.1. Clasificación sistemática	21
1.1.9.2. Características generales.....	21
1.1.9.3. Hábitad.....	22
1.1.9.4. Composición química	22
1.1.9.5. Condiciones de cultivo de <i>Arthrospira</i> sp.	23
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	24
CAPÍTULO II	27
MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1. Lugar de ejecución.....	27
2.2. Materiales y equipos	27
2.2.1. Material biológico	27

2.2.2. Materiales e insumos.....	27
2.2.3. Insumos químicos.....	28
2.2.4. Equipos.....	29
2.3. Métodos.....	30
2.3.1 Determinación de la ración adecuada de <i>Arthrospira</i> sp. en la alimentación de <i>D. pulex</i>	30
2.3.2. Determinación de la composición nutricional de <i>D. pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp.	34
2.3.3. Determinación del efecto de la utilización de <i>D. pulex</i> enriquecida con <i>Arthrospira</i> sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>) utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.....	38
2.4. Diseño experimental.	41
2.4.1. Diseño experimental para determinar la ración adecuada de <i>Arthrospira</i> sp. en la alimentación de <i>D. pulex</i>	41
2.4.2. Diseño experimental para determinar el efecto de la utilización de <i>D. pulex</i> enriquecida con <i>Arthrospira</i> sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>) utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.....	42
2.5. Análisis Estadístico.....	43
2.5.1. Primer análisis estadístico	43
2.5.2. Segundo análisis estadístico	45
CAPÍTULO III.....	46
RESULTADOS.....	46
3.1. Determinación de la ración adecuada de <i>Arthrospira</i> sp. en la alimentación de <i>Daphnia pulex</i>	46
3.2. Composición nutricional de <i>Daphnia pulex</i> enriquecida con <i>Arthrospira</i> sp.....	49
3.3. Determinación del efecto en la utilización de <i>Daphnia pulex</i> enriquecida con <i>Arthrospira</i> sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>), utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.	54
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS.....	84
ANEXO 1.....	85
ANEXO 2.....	89
ANEXO 3.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alevín de <i>Odontesthes bonariensis</i>	14
Figura 2. Alimentación del pejerrey en medio natural.....	16
Figura 3. <i>Daphnia pulex</i>	19
Figura 4. <i>Arthrospira</i> sp.	21
Figura 5. Cultivo de <i>Arthrospira</i> sp.	32
Figura 6. Método de conteo para <i>D. pulex</i> reportado por Coll (1986).....	33
Figura 7. Alimentación de <i>Daphnia pulex</i> con <i>Arthrospira</i> sp.	34
Figura 8. Acondicionamiento de alevines de pejerrey	38
Figura 9. Alimentación del <i>Odontesthes bonariensis</i>	39
Figura 10. Biometría de alevines de <i>O. bonariensis</i>	40
Figura 11. Comparación de química proximal de <i>Arthrospira</i> sp. según varios autores.	50
Figura 12. Composición nutricional (base seca) de <i>D. pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp. a diferentes concentraciones y por el medio natural.....	51
Figura 13. Composición nutricional promedio (base seca) de <i>D. pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp. a diferentes concentraciones y por el medio natural (MN)..	53
Figura 14. Comparación de la química proximal del alimento vivo (<i>D. pulex</i>) para TA, TB y TC en base seca	56
Figura 15. Peso promedio (g) de alevines de pejerrey en relación al tiempo	59
Figura 16. Longitud promedio (g) de alevines de pejerrey en relación al tiempo.....	60
Figura 17. Relación peso (g) y talla (cm) en el crecimiento del <i>Odontesthes bonariensis</i> a partir de los 42 días de nacidos	62
Figura 18. Factor de condición (K) en alevines de <i>O. bonariensis</i> en relación al tiempo	65
Figura 19. Tasa específica de crecimiento - SGR (%/ día) en alevines de <i>O. bonariensis</i> en relación al tiempo.....	67
Figura 20. Porcentaje de sobrevivencia (%) en alevines de <i>O. bonariensis</i> en relación al tiempo	69
Figura 21. Extracción de <i>Daphnia pulex</i> del medio natural (Bahía de Puno).....	102
Figura 22. Medición de parámetros en el cultivo de pejerrey	102
Figura 23. Extracción de mortalidad de pejerrey	103
Figura 24. Limpieza de acuarios de pejerrey.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas del alimento vivo y alimento balanceado en los primeros estadios de alevinaje en peces	13
Tabla 2. Parámetros de la calidad de agua para el cultivo del pejerrey.....	18
Tabla 3. Requerimiento nutricional del pejerrey	18
Tabla 4. Composición química de la <i>Daphnia</i> sp.....	20
Tabla 5. Composición química de la <i>Arthrospira</i> sp.....	23
Tabla 6. Parámetros físico químicos óptimos para el cultivo de <i>Arthrospira</i> sp.....	24
Tabla 7. Medio de cultivo – “La Molina” al 25%	28
Tabla 8. Modelo de escalamiento	30
Tabla 9. Alimentación de <i>Daphnia pulex</i>	42
Tabla 10. Alimentación de alevines de <i>Odontesthes bonariensis</i>	43
Tabla 11. Prueba de ANOVA para evaluar diferencias significativas entre tratamientos (T1, T2, T3 y *T4), vinculado a las raciones de <i>Arthrospira</i> sp. respecto a la composición nutricional (%) de la <i>Daphnia pulex</i>	46
Tabla 12. Prueba de comparación múltiple de Dunnett para evaluar que tratamiento (T1, T2, T3) es mejor que el grupo control (*T4) y en que componentes.....	47
Tabla 13. Química proximal de <i>Arthrospira</i> sp.....	49
Tabla 14. Comparación de la química proximal de la <i>Arthrospira</i> sp. del presente estudio con otros autores	50
Tabla 15. Resultado de la composición nutricional en base seca de <i>D. pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp. a diferentes concentraciones (T1 - 1%; T2 - 1.5%; T3 - 2%)	51
Tabla 16. Resultado promedio de la composición nutricional en base seca de <i>D. pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp. a diferentes concentraciones y <i>D. pulex</i> del medio natural (MN)	52
Tabla 17. Parámetros fisicoquímicos registrados en el cultivo experimental de alevines de <i>Odontesthes bonariensis</i>	54
Tabla 18. Química proximal del alimento vivo (<i>D. pulex</i>) para TA, TB y TC en base seca	55
Tabla 19. Peso promedio (g) de alevines de <i>O. bonariensis</i>	57
Tabla 20. Longitud promedio (cm) de alevines de <i>O. bonariensis</i>	60
Tabla 21. Peso promedio (g) y Longitud estándar (cm) promedio del <i>O. bonariensis</i> ..	61

Tabla 22. Factor de condición (K) promedio de alevines <i>O. bonariensis</i>	64
Tabla 23. Tasa específica de crecimiento – SGR (%/día) promedio de alevines <i>O. bonariensis</i>	66
Tabla 24. Porcentaje (%) de sobrevivencia promedio en alevines de <i>O. bonariensis</i>	68
Tabla 25. Cantidad (g) de <i>Arthrospira</i> sp.....	70
Tabla 26. Costo de producción - <i>Arthrospira</i> sp.	71
Tabla 27. Costo de producción - <i>Daphnia pulex</i>	71
Tabla 28. Prueba de ANOVA para evaluar diferencias significativas entre las raciones de <i>Arthrospira</i> sp. respecto a la composición nutricional de <i>Daphnia pulex</i>	85
Tabla 29. Prueba de comparación múltiple de Dunnett para evaluar que tratamiento (T1, T2, T3) es mejor que el grupo control (*T4)	85
Tabla 30. Cultivo de <i>Daphnia pulex</i>	86
Tabla 31. Parámetros físico - químicos del cultivo de <i>Daphnia pulex</i>	87
Tabla 32. Resultado de la composición nutricional en base seca de <i>Daphnia pulex</i> alimentada con <i>Arthrospira</i> sp. a diferentes concentraciones (T1 - 1%; T2 - 1.5%; T3 - 2%).....	88
Tabla 33. Alimento vivo para alevinos de <i>Odontesthes bonariensis</i>	89
Tabla 34. Cantidad y ración teórica de <i>Daphnia pulex</i> por alevín de <i>Odontesthes</i> <i>bonariensis</i> según el contenido estomacal	92
Tabla 35. Parámetros fisicoquímicos registrados en el cultivo experimental de alevines de <i>O. bonariensis</i>	93
Tabla 36. Peso (g) de alevines de <i>O. bonariensis</i>	94
Tabla 37. Longitud (cm) de alevines de <i>O. bonariensis</i>	95
Tabla 38. Factor de condición (K) en alevines de <i>O. bonariensis</i>	96
Tabla 39. Tasa específica de crecimiento (SGR) en alevines de <i>O. bonariensis</i>	97
Tabla 40. Sobrevivencia diaria en alevines <i>Odontesthes bonariensis</i>	98
Tabla 41. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en el peso de alevinos de <i>O. bonariensis</i> en la 5. ^a semana de evaluación	99
Tabla 42. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en peso (g) respecto al tratamiento control – 5. ^a semana	99
Tabla 43. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en la talla de alevinos de <i>O. bonariensis</i> en la 7. ^a semana de evaluación.....	100
Tabla 44. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en la talla (cm) respecto al tratamiento control – 7. ^a semana.....	100

Tabla 45. ANOVA para determinar la falta de diferencia estadística significativa en el factor de condición (K) de alevinos de <i>O. bonariensis</i> durante el periodo de evaluación – 7. ^a semana	100
Tabla 46. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en la tasa específica de crecimiento (SGR) de alevinos de <i>O. bonariensis</i> en la 5. ^a semana de evaluación.....	100
Tabla 47. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en la tasa específica de crecimiento (SGR) respecto al tratamiento control - 5. ^a semana	101
Tabla 48. ANOVA para determinar la diferencia estadística significativa en el % de sobrevivencia de alevinos de <i>O. bonariensis</i> durante el periodo de evaluación – 7. ^a semana.....	101

RESUMEN

Durante 49 días, alevines de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey de lago o argentino”, fueron alimentados con *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., a fin de evaluar su efecto en el crecimiento de los alevinos, el trabajo experimental se llevó a cabo en los laboratorios de acuicultura y cultivos auxiliares del Instituto del Mar del Perú, sede Puno. Utilizándose un diseño experimental completamente randomizado (DCR), que tuvo tres tratamientos y tres repeticiones, todos los parámetros fueron homogéneos para los tratamientos, teniendo las variables independientes y dependientes, plenamente definidas; obteniéndose los siguientes resultados: la ración de *Arthrospira* sp. más eficiente en el enriquecimiento de la *D. pulex*, fue la de 2% de su biomasa (T3); que tuvo una composición química proximal de 62.19 % de proteína, 20.95 % grasa, 7.29 % minerales y 9,58 % de carbohidratos. Finalmente, el efecto de la alimentación de los alevines de pejerrey con *Daphnia pulex*. enriquecida al 2 %, fue positivo al tenerse un incremento de peso (0,0777 g) y de talla (2.476 cm), así como un costo de producción menor (2.24 soles por mg de peso ganado) respecto a los tratamientos comparados, durante los 49 días de evaluación.

Palabras clave: *Arthrospira* sp., enriquecimiento, *Daphnia pulex*, Alimentación, *Odontesthes bonariensis*, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura, está llamada a satisfacer la demanda de alimento para la humanidad en los siguientes años, debido a que la pesca y otros sistemas de producción en alimentos ya alcanzaron la máxima posibilidad de hacerlo, por lo que una de las mayores preocupaciones de los acuicultores es buscar nuevas especies para incluirlas en el desarrollo de la actividad, así como mejorar el manejo de los recursos hídricos e hidrobiológicos y en consecuencia los sistemas de producción, para volver sostenible la actividad acuícola.

En este sentido, en el lago Titicaca, se tiene al pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) como una especie que viene siendo sobre explotada, motivo por el cual el IMARPE y otras instituciones del sur, ven a este como un recurso potencial para la acuicultura; pero, a pesar de tener muchos éxitos en los estudios, como demuestra su manejo en cautiverio, se han presentado aún algunos problemas que imposibilitan su uso pleno, uno de estos es el inicio de alimentación en cautiverio que conlleve a un buen desarrollo del organismo.

El suministro de alimento vivo da mejores resultados en las primeras etapas de vida de peces y crustáceos (alevines y larvas), que son las más problemáticas antes de pasar a alimentación de tipo inerte, dando como resultado mayores niveles de supervivencia y desarrollo de los organismos en cultivo. Sin embargo, las larvas deben aprender a capturar, engullir y asimilar el alimento; por este motivo en esta etapa de desarrollo deben ser alimentadas con una dieta especial de partículas pequeñas, fácilmente digeribles, en forma constante, abundante y con alto valor nutritivo, pues el incompleto desarrollo de su tracto digestivo limita su capacidad de aprovechar satisfactoriamente los nutrientes de la dieta, utilizando las enzimas de las presas, constituidas principalmente por zooplancton que facilitan el proceso de digestión y estimulan la producción de las enzimas endógenas (Atencio & Prieto, 2008).

Los nauplios de *Artemia* son la principal fuente de alimento vivo utilizado en la acuicultura, debido a que diversos estudios han demostrado su efectividad en el buen desarrollo y sobrevivencia de larvas de peces y crustáceos. Sin embargo el elevado costo y el tamaño que poseen ha llevado a los investigadores, como es el caso del

presente estudio, a probar otras alternativas que posean igual o mejores efectos en crecimiento y sobrevivencia de los alevinos, para ello es de gran importancia conocer la composición química de los mismos, pues el utilizar un recurso pobre en nutrientes esenciales puede causar el desarrollo anormal y muerte masiva de las especies en cultivo (Torretera & Tacon, 1989).

Ante esta problemática, se ha visto que autores, como Muthu (1982) propagan el uso de alimento vivo para el inicio de la alimentación, citando a organismos como la *Braquionus* sp., copépodos, cladóceros entre otros, como alternativa a ser probadas, en este sentido se tiene información que la *Daphnia pulex*, crustáceo que sirve de alimento al *O. bonariensis* en su vida natural, incluso se dice que sería preferencial (Ringuelet, 1942).

Motivo por el cual se propuso evaluar el efecto de la *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. (*Spirulina*), en la alimentación de alevines de *O. bonariensis*, a efecto de mejorar su calidad nutricional, planteando los siguientes objetivos:

Objetivos

- Determinar la ración adecuada de *Arthrospira* sp. en la alimentación de *Daphnia pulex*.
- Determinar la composición nutricional de *Daphnia pulex* alimentada con *Arthrospira* sp.
- Determinar el efecto de la utilización de *Daphnia pulex*, enriquecida con *Arthrospira* sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL

1.1.1. La alimentación en peces

Se define alimentación como el proceso por el cual se captura e ingiere material de origen biológico (alimento) necesario para el funcionamiento de los organismos vivos. Estos compuestos contienen cantidades variables de agua, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y otros compuestos, incluyendo los que imparten aroma, sabor y color (Badui, 1988). Mientras que la nutrición se define como el proceso por el que los organismos utilizan el alimento para la obtención de la energía para el crecimiento, mantenimiento y reparación de los tejidos (RA CEFN, 2001).

Como se sabe, los peces necesitan energía para cumplir diferentes procesos, tales como: crecer, moverse, reproducirse, realizar funciones digestivas, construir y regenerar sus tejidos. Por ello como fuente de energía utilizan a las proteínas para crecer y las grasas, fibra e hidratos de carbono para otros procesos complementarios (López, 2015).

Por otro lado, las exigencias energéticas varían con la especie, la edad, el tipo de trabajo (bien sea para mantenimiento, crecimiento o reproducción) y el clima, ya que los peces de clima frío, exigen mayor energía que los de aguas tropicales (López, 2015). Sin embargo, el nivel energético en la dieta también debe ser controlado, debido a que altos niveles de energía pueden reducir el consumo de alimento y la ingesta de nutrientes necesarios para obtener un buen crecimiento, y por ende un excelente rendimiento. Así mismo, bajos niveles de energía en la dieta también pueden causar que el alimento consumido (destacando a la proteína) deba ser usado como fuente de energía para satisfacer los requerimientos energéticos en el metabolismo basal de los peces, en lugar de ser usada para el crecimiento (Ozorio *et al*, 2006).

Por lo tanto, los nutrientes encabezados por la proteína dietaria y los niveles de energía deben estar en un balance adecuado para optimizar la producción piscícola

(Gutiérrez *et al*, 2010). Pues una inadecuada relación de energía en la dieta conduce a un aumento de los costos de producción y al deterioro de la calidad del agua por el desperdicio de alimento (Lee y Kim, 2005).

1.1.2. La alimentación en alevines

La etapa de alevinaje de los peces inicia con la reabsorción del saco vitelino hasta aproximadamente los 3 cm de longitud, en ese momento el alevín está casi completamente formado; aunque todavía no presenta todas las características morfológicas finales de un juvenil (Civera *et al*, 2016).

Los alevines tempranos comienzan a consumir alimentos naturales, que normalmente consisten primero en el plancton más pequeño, por ejemplo: algas microscópicas y rotíferos. A medida que aumenta el tamaño de su boca, los alevines comen plancton cada vez mayor tales como: cladóceros y larvas/crisálidas de insectos; cambiando sus preferencias alimenticias hasta parecerse más y más a las de los peces adultos (Coche & Muir, 1996).

Desde este punto de vista, el alevín se enfrenta a la necesidad de capturar su alimento con rapidez, lo que se dificulta al no tener su sistema locomotriz completamente formado. Puesto que durante este periodo, el desarrollo del canal alimentario abarca cambios morfológicos, fisiológicos e histológicos que están sincronizados por procesos genéticos y ambientales (Del Valle, 2015).

En este sentido, la alimentación exógena es crítica, debido a algunas limitaciones como el tamaño de la boca y el incompleto desarrollo de las glándulas digestivas, impidiendo asimilar normalmente los alimentos artificiales; pero no limitando su capacidad para poder perseguir, capturar, tragar y digerir el alimento vivo (Del Valle, 2015).

1.1.2.1. Requerimientos nutricionales de alevines

Los nutrientes requeridos por los alevines a través del alimento precisan de una cantidad necesaria para la fuente de energía metabolizable, usada en el crecimiento o reparación de tejidos y en el mantenimiento general de las funciones corporales. Los principales requerimientos son los siguientes (Del Valle, 2015).

a) Proteínas, péptidos y aminoácidos libres.

Las proteínas son compuestos cuaternarios conformados por C, H, O, N pueden contener fósforo y azufre; dichos macro elementos pueden tener estructuras muy complejas, pero a su vez cumplen funciones muy importantes tales como: energética, estructural, biocatalizadores, transporte, hormonal, inmunológico, mecánico y de homeostasis. Siendo la función energética y estructural una de las más importantes para los seres vivos durante el crecimiento (Cho *et al*, 2005).

De este modo las proteínas se constituyen por unidades moleculares nitrogenadas, denominadas aminoácidos, los que se dividen en no esenciales y esenciales como: arginina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilamina, treonina, valina triptófano, etc. Siendo estas adquiridas a través del consumo de alimento directo, es decir los peces no las pueden sintetizar (López, 2015).

La proteína es un nutriente importante que afecta el rendimiento piscícola (Gutiérrez *et al*, 2010); debido a que las proteínas son el principal constituyente de tejidos y órganos durante la fase larvaria, por el acelerado crecimiento que presentan durante esta etapa, lo que se traduce en mayores requerimientos de aminoácidos para la producción de proteínas que conformarán los tejidos durante el crecimiento y que suplirán además la energía requerida para el metabolismo. Es por ello, que en la formulación de alimentos para alevines se utilizan niveles elevados de proteínas, entre 55 - 60% (Lazo, 2000).

Por lo tanto, la inclusión de aminoácidos libres y de péptidos de bajo peso molecular en las dietas, podrían facilitar la digestión y absorción de proteínas en las larvas de peces (García, 2000), utilizándolas para la síntesis de músculo y no para el metabolismo energético, rentabilizando así la dieta (Ozorio *et al*, 2006). Pues es uno de los componentes más costosos (Cho *et al*, 2005).

b) Lípidos y ácidos grasos

Los lípidos son moléculas orgánicas ternarias formadas por C, H, O, aunque pueden estar presentes el fósforo, nitrógeno y azufre; tienen como componentes esenciales el alcohol y los ácidos grasos. Algunas de sus funciones principales son: estructural, de reserva, informática, reserva de agua, producción de calor, función catalítica y función protectora. Entre las más importantes se encuentra la función estructural; participando en la formación de lipoproteínas, configurando membranas resistentes dentro de la célula, además la función de reserva de energía convierte los lípidos en forma de grasa a kilocalorías (Del Valle, 2015).

Lazo (2000), indica que los ácidos grasos se dividen en saturados e insaturados, en este último se encuentran los esenciales, que al igual que en las proteínas, el recurso ictico no las puede sintetizar; por lo tanto, necesita consumirla directamente del alimento, sobresaliendo de entre ellas el ácido linoléico y linolénico.

Los lípidos son muy relevantes en la fisiología de los peces, estando presentes en funciones como: fuente de energía dietética, manutención y funcionamiento de las estructuras de biomembrana, regulación de la fluidez de las membranas celulares, precursor de prostaglandinas, vitaminas liposolubles y transporte de pigmentos carotenoides, y hormonas, entre otras (Robaina & Izquierdo, 2000).

Del mismo modo, los ácidos grasos cumplen un rol esencial, tal como lo señala la PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids), a razón de los estudios de requerimientos nutricionales en alevines, destacando la serie n-3 y n-6,

ácido Docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3), ácido Eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y ácido Araquidónico (20:4 n-6) (Buchet *et al.*, 2000). Además Lazo (2000), realza la presencia del ácido linoléico y linolénico como fundamentales en los peces, aclarando que los alevines de aguas frías requieren mayor concentración del ácido linolénico que de linoléico.

c) Carbohidratos.

Los carbohidratos con compuestos ternarios formados básicamente por C.H.O, aunque glúcidos complejos pueden presentar N y/o S. Entre las principales funciones se encuentra la de proporcionar energía, también son compuestos estructurales y participan en el reconocimiento celular mediante la formación de glucocálix, además se puede almacenar a través del glucógeno (Del Valle, 2015).

Los hidratos de carbono al ser adsorbidos por los peces son utilizados como fuente de energía, y es almacenado en forma de glucógeno o grasa; En este sentido, los alevines muestran mayor preferencia de los carbohidratos que los adultos. Tanto así que se han logrado incluir en las dietas algunas formas muy digeribles de carbohidratos, en cantidades que van del 10 – 20% de la dieta sin llegar a afectar el crecimiento ni la supervivencia de manera significativa (Lazo, 2000). Se recomienda pues que la fracción de carbohidratos presentes en una micro dieta formulada no sobrepase el 12% (Cahu & Zambonino 2001).

d) Minerales

Las sales minerales son moléculas inorgánicas presentes en todos los seres vivos por lo general se encuentran en forma de precipitados o disueltas, en esta última se encuentran las aniónicas comprendidas por cloruros, abundantes en la sustancia extracelular, fosfatos, carbonatos, bicarbonatos y nitratos, así mismo las catiónicas, que son las más abundantes en la materia viva, dentro de ellas está el sodio (más abundante fuera de la célula), calcio, magnesio, hierro y potasio (más abundante dentro de la célula).
Funciones: Colaborar en la homeostasis o equilibrio del medio interno, mantener el grado de salinidad en los organismos, regular la actividad

enzimática, regular la presión osmótica y el volumen celular, generar potenciales eléctricos, regulación del pH (Coaquira & Alejos, 2009).

Las sales precipitadas son insolubles en la materia viva, y se encuentran en estado sólido en cada organismo en forma de cristales de una o varias especies minerales, entre los más importantes se encuentran los silicatos, carbonatos y fosfatos, estos últimos de calcio y magnesio. Funciones: forman parte de la materia calcárea de los crustáceos diatomeas etc., forman el esqueleto interno de los vertebrados, el carbonato también forma parte de los otolitos (partículas de magnetita) en los peces, esenciales para mantener el equilibrio interno y orientarse en sus desplazamientos (Coaquira & Alejos, 2009).

Los minerales en los peces son esenciales para el metabolismo y el crecimiento. Los peces tienen la capacidad de absorber parte de los minerales requeridos directamente del agua a través de las branquias o incluso a través de toda la superficie corporal. Este proceso es importante para la osmorregulación en los peces de agua dulce, pero también para su nutrición (Lazo, 2000).

e) Vitaminas

Son sustancias orgánicas necesarias en pequeñas cantidades para el mantenimiento de funciones metabólicas normales, estas no pueden ser metabolizadas, ni producir energía y calorías como otros macro elementos, pero si intervienen en las reacciones bioquímicas provocando la liberación de energía. Funciones: algunas integran sistemas enzimáticos, forman parte de las coenzimas o actúan como ellas, cumplen papeles similares al de algunas hormonas y participan en numerosas vías metabólicas y procesos fisiológicos (Coaquira & Alejos, 2009).

Se conoce muy poco sobre los requerimientos de vitaminas en alevinos de peces; sin embargo, se puede decir que son elementos necesarios para su salud, vida y crecimiento, además el requerimiento de vitaminas varía con la edad.

En este sentido la mayoría de las investigaciones se han enfocado en las vitaminas C y E, aunque existen algunos estudios sobre la vitamina A, asociándose con efectos sobre la pigmentación y deformidades de las larvas. En la práctica, los niveles de estas vitaminas se suministran en cantidades muy superiores a las requeridas con la finalidad de compensar la pérdida de estos compuestos durante los procesos de fabricación de dietas (Lazo, 2000).

Por ejemplo, en el caso de la vitamina C, se recomienda incluir de 2 a 3% del peso seco de la dieta, ya que las pérdidas pueden ser del orden del 20 al 80%. En relación con los minerales, la mayoría son absorbidos directamente del medio, siendo probablemente el más importante el fósforo (Lazo, 2000).

1.1.3. Alimento vivo

El tipo de alimento a suministrar a los alevinos condicionará de manera notable el éxito o fracaso del cultivo llevado a cabo. Los dos tipos de dietas comúnmente utilizadas en acuicultura son el alimento vivo y el alimento inerte (Civera *et al.*, 2016).

Por este motivo, se han planteado hipótesis en numerosos trabajos, alegando que el alimento vivo es mejor digerido que las dietas inertes durante la etapa de alevinaje; debido principalmente a una batería extra de enzimas que haría que este tipo de alimento se digiera, generando un proceso de autólisis. Este alimento vivo se divide en fitoplancton y zooplancton y su utilización está relacionada a la edad y al tamaño de la boca de los alevines (Lazo, 2000).

a) Aumento vivo – fitoplancton

El fitoplancton está constituido por una gran cantidad de microalgas que abarcan generalmente organismos autótrofos. Estas especies aportan un gran contenido nutricional para peces crustáceos y moluscos, además de ofrecer facilidades de manejo en sistemas de cultivo tanto en laboratorio como en producción a gran escala, desarrollándose de manera vigorosa con fines comerciales. Entre las más comunes y usadas para el cultivo en cautiverio, se encuentran algunas clorofíceas (Perez, 1982).

- **Microalgas (2-20 µm)**

Las microalgas, se utilizan principalmente en sistemas de cultivo para alevines de especies omnívoras y herbívoras, como primer alimento por su tamaño de partícula situado por lo general entre los 2 y 20 µm; además, se cree que la adición de estas microalgas aportarían enzimas y otras sustancias que facilitarían la digestión del alimento suministrado (Lazo *et al*, 2000).

Entre las micro algas más empleadas para la alimentación de los alevinos en los sistemas de cultivos, se encuentran: La *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis sp.*, *Isochrysis galvana*, *Monochrysis lutheri*, *Nannochloris sp*, etc, por su gran potencial para formar cultivos con abundante biomasa, tamaño celular ideal, e importante valor nutricional y digestibilidad (Muller, 2000).

b) Alimento vivo – zooplancton

El zooplancton está constituido fundamentalmente por protozoarios (flagelados, ciliados, rotíferos), crustáceos (copépodos), etc. formando la parte más notable del plancton en la alimentación de muchos peces de interés piscícola (Perez, 1982).

- **Rotíferos (50-250 µm)**

Generalmente son usados como el primer alimento para alevines de peces marinos que de agua dulce (Fukusho, 1989), porque el tamaño de la boca (100-400 µm) no les permite capturar presas mayores. Los rotíferos se cultivan a base de microalgas o con levadura de pan, y realizando su enriquecimiento a base de emulsiones lipídicas comerciales, asegurando así un incremento en el nivel de ácidos grasos altamente polinsaturados de la serie n-3 (Léger *et al*, 1989).

- **Crustáceos (200-500 µm)**

La *Artemia* sp. representa en la escala trófica de los alevines la etapa sucesiva al rotífero; además constituye el nexo con la alimentación a base de dieta inerte. No es necesario mantener un cultivo auxiliar para esta fase, ya que se almacena durante bastante tiempo en forma de quistes (Sorgeloos *et al*, 2001).

Los copépodos son el alimento natural de la mayoría de los alevines de peces y comprenden un gran número de especies. De todas esas especies las utilizadas son los copépodos calanoideos y algunos harpacoideos (*Tigriopus japonicus*, *Tisbe furcata*, *Acartia sp.* y *Euterpina acutifrons*), los mismos que están siendo cultivados (Schipp *et al*, 1999).

Las ventajas que presentan estos organismos comparados con los rotíferos y la *Artemia* es que contienen todos los nutrientes esenciales que las larvas requieren. Solo se debe tener cuidado con la selección de la especie de copépodo, ya que una selección errónea conllevaría a disminuir la posibilidad de su captura por parte de la larva (Civera *et al*, 2016).

1.1.4. Alimento balanceado

a) Alimento peletizado

El alimento peletizado debe ser durable y estable en el agua, además de poseer algunas características físicas. Como: El tamaño correcto para que sea fácilmente aceptada por peces de diferentes tamaños, ser de textura deseable. Evitando así que el alimento no consumido, contamine el agua y genere estrés por bajos niveles de oxígeno, alto nitrógeno y desechos orgánicos, con serias consecuencias sobre el crecimiento y la salud del pez (Bureau, 1999).

b) Alimento extruído

Los pellets extruidos son más resistentes a la desintegración, debido a que la cocción de los almidones forma una importante estructura propia que les da gran rigidez. Esto reduce las partículas en el alimento y aumenta la estabilidad en el agua, llegando más Kg de alimento al estómago de los peces y protegiendo más la calidad del agua; Además, por ser los alimentos extruidos

más ligeros, hay más pellets por Kg de alimento, lo que permite alimentar a más peces durante un mismo periodo de tiempo (Silveira, 1993).

La dieta básica puede formularse desde un punto de vista práctico, pudiéndose afirmar que el mejor pienso para peces es aquel que contiene mayor cantidad de proteína de origen animal; un pienso de baja calidad debe contener un 28-35 % y uno de alta calidad un 45-50%. El contenido proteico total de la mayoría de los piensos se logra por adición de proteína de origen vegetal (Orna, 2010).

Tabla 1. Ventajas y desventajas del alimento vivo y alimento balanceado en los primeros estadios de alevinaje en peces

Alimento vivo	Alimento balanceado
Ventajas	
Las enzimas presentes contribuyen a que los peces tengan una mejor digestión del alimento	-
Las enzimas exógenas, compensan la deficiencia digestiva en los alevines	-
Nivel proteico suficiente durante los primeros estadios	Alto nivel de proteína
Acelera la diferenciación de las estructuras morfológicas y de órganos internos	La tasa de crecimiento se incrementa cuando el pez empieza a consumir alimento balanceado
Conservan su valor hasta ser consumidos por los organismos acuáticos	Disponibilidad
Desventajas	
Es de uso temporal, hasta que los peces requieran alimento inerte.	El desarrollo de las larvas se ve retrasado por el tamaño del pellet (No lo consume)
-	La eficiencia en el proceso de transformación de energía y materia se reduce
-	Su coloración corporal disminuye
-	Pérdida de su valor nutritivo a partir del almacenaje hasta el suministro en los acuarios
Costo relativamente alto (Artemia)	Alto costo

Fuente: Orna (2010)

1.1.5. Bioecología del pejerrey

El pejerrey argentino, también conocido como flecha de plata, matungo, peixe rey, cigarrillo, cornal, cornalito, pertenece a la familia Atherinidae, la que está integrada por más de 20 especies que se distribuyen tanto en ambientes marinos como en agua dulce (Rojas, 2010).

Su cuerpo es alargado, fusiforme, medio comprimido con marcada curva ventral y con una faja plateada longitudinal lateral siempre presente. Posee escamas cicloideas, medianas o pequeñas, cabeza cónica y alargada, boca terminal protractil y pequeña. Presenta línea lateral doble y muy irregular. Presentan color plateado con irisaciones levemente azuladas. Cuatro branquias con un surco detrás de la cuarta y pseudobranquias presentes. Posee dos aletas dorsales bien separadas, la anterior con 3 a 8 espinas delgadas y flexibles y la posterior membranosa. Aletas ventrales pequeñas, aleta anal con una espina débil y aleta caudal en horqueta (Rojas, 2010).

1.1.5.1. Clasificación sistemática

Según Rojas (2010), el pejerrey argentino se clasifica de la siguiente manera:

Clase:	Actinopterygii
Orden:	Atherinoidei
Familia:	Atherinopsidae
Subfamilia:	Atherinidae
Género:	Odontesthes
Especie:	<i>O. bonariensis</i>
Nombre común:	Pejerrey argentino



Figura 1. Alevín de *Odontesthes bonariensis* (Propia, 2019)

1.1.5.2. Distribución geográfica

Es originario de Argentina, Uruguay y sur del Brasil, en las cuencas del Río de la Plata, río Paraná, hasta la ciudad de Corrientes (Argentina), el río Uruguay inferior y la cuenca del río Salado, habita también las lagunas de la provincia de Buenos Aires como la laguna de Chascomus y varias lagunas Pampeanas. Se diseminó también al altiplano boliviano, la sierra peruana, la zona central de Chile y se ha encontrado en el embalse de Yacyreta (Paraguay) (Rojas, 2010).

En el territorio peruano el pejerrey es abundante en el lago Titicaca cerca a la desembocadura de los ríos Ramis, Huancané, e Ilave en la parte peruana y Suches en la boliviana, (ALT. & PNUD, 2001).

También ha sido introducido en Italia en lagunas cercanas a Roma, Japón e Israel para ser probado como pez de cultivo en estanques, actualmente se cultiva intensivamente (Reartes, 1995).

1.1.5.3. Hábitat

El pejerrey vive preferentemente en lagunas, pero ingresa a los sistemas fluviales, frecuenta la zona pelágica en las lagunas (Navarrete, s.f.), o en sistemas lénticos templados con rangos de temperaturas mínimos entre 7 y 9 °C y máximos de 23 y 27 °C (Vila & Soto, 1986).

1.1.5.4. Alimentación del pejerrey

La alimentación es planctívora con predilección por zooplancton (cladóceros y copépodos) por lo menos hasta el cuarto año de edad y a partir de entonces se observa un cambio hacia la piscívora y canibalismo (Reartes, 1995).

Los estudios de alimentación natural de esta especie demuestran que los principales ítems consumidos son: zooplancton, insectos acuáticos y peces. Cuando es juvenil consume preferentemente microcrustáceos tales como cladóceros y copépodos. Cuando miden 100 mm de longitud total su dieta cambia a insectos acuáticos, principalmente *Chironomidae*, los

que captura cuando emergen desde el fondo; Hymenoptera, Coleóptera y otros insectos terrestres que caen al agua complementan su dieta. A tallas mayores consume preferentemente otros peces, incluyendo ejemplares pequeños de su propia especie (Vila & Soto, 1986).

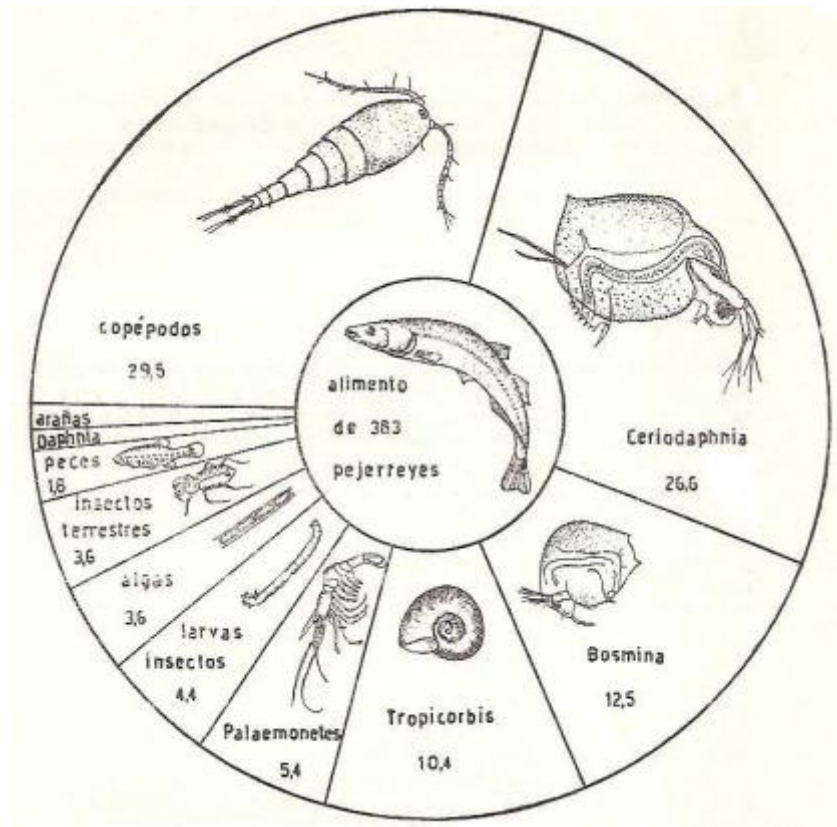


Figura 2. Alimentación del Pejerrey en medio natural

Fuente: Extraído de Luchini (2019)

Vera *et al.* (1989), califica al pejerrey como eurífago (régimen de alimentación muy variado), con acentuada tendencia carnívora e ictiófaga (ver figura 2), según análisis del tubo digestivo realizado en la bahía de Puno del Lago Titicaca. En la zona pelágica del lago, el alimento está constituido casi íntegramente por zooplancton (*Daphnia* y *Boeckella*). En ambientes lóticos de la región, la dieta del pejerrey se basa casi exclusivamente en insectos acuáticos, a nivel de larvas y pupas principalmente Chironomidae como también Notonectidae y Corixidae.

1.1.6. Cultivo de pejerrey

El cultivo se divide en diferentes etapas:

1) Producción de huevos: a partir de desoves naturales de reproductores en cautiverio, estos se producen desde fines de julio hasta principios de abril del siguiente año. Diariamente se recolectan los huevos del fondo de los tanques mediante rastrillos de plástico, luego se llevan al laboratorio para su lavado, separación manual, cuantificación, determinación del porcentaje de fertilización y posterior incubación (Berasain *et al*, 2019).

2) Producción de larvas: las larvas son criadas durante 30 o 45 días en dos tipos de sistemas de cultivo: A) bajo techo en tanques de 2 m de profundidad en una densidad de 6.000 a 7.000 individuos/m con circulación de agua y alimentación con nauplios de *Artemia*, zooplancton y alimento inerte. B) cultivo en sistema de “agua verde”, en tanques externos con fitoplancton y zooplancton, en una densidad de 5.000 individuos/m con recambios parciales de agua y alimentación basada en nauplios de *Artemia*, zooplancton y alimento inerte (Berasain *et al.*, 2019).

3) Producción de juveniles: a partir de individuos de 45 días de edad, se realiza en tanques de 20 y 80 m, con circulación continúa de agua o en piletas de 100 m con recambio parcial de agua. Las densidades de siembra son entre 200 y 300 individuos / m y la alimentación se basa en zooplancton y alimento inerte. El mayor porcentaje de los juveniles se crían hasta los 60 o 90 días de vida para su posterior siembra, el resto se cría hasta los 120 o 180 días de edad. Entre los 6 meses y el año de vida la densidad es de 90 o 100 individuos/m y solo se suministra alimento inerte (Berasain *et al*, 2019).

1.1.6.1. Parámetros de cultivo

Los parámetros de cultivo de pejerrey se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Parámetros de la calidad de agua para el cultivo del pejerrey

Parámetro	Valor
Oxígeno (mg/l)	5.97
Temperatura (°C)	17.00
pH	8.50
Salinidad (‰)	1.00

Fuente: Amaru (2018)

1.1.7. Requerimientos nutricionales del pejerrey

Particularmente en el caso del pejerrey no existe una formulación específica de alimento artificial para maximizar las tasas de conversión y para criar los estadios más tempranos de la especie solo se provee alimento vivo cultivado artificialmente (García, 2014).

Según un estudio realizado por Gómez *et al.* (2011), una dieta que cubre los requerimientos nutricionales del pejerrey es la que se muestra a continuación en la tabla 3:

Tabla 3. Requerimiento nutricional del pejerrey

Nutriente	Cantidad (%)
Proteína	36.4
Lípidos	10.2
Cenizas	24.5
Energía (Kj/g)	13.0

Fuente: Gómez *et al.* (2011)

1.1.8. Bioecología de *Daphnia pulex*

La *D. pulex* también conocido como pulga de agua, son diminutos crustáceos. Existen varios tamaños, desde casi imperceptibles, hasta los que miden 3 mm; tienen dos pares de antenas y patas adaptadas para nadar y agarrarse. Las segundas antenas agrandadas sirven de órganos locomotores. Representan un alimento para muchos peces en estado de libertad (Navarro & Rodríguez, 2012).

1.1.8.1. Clasificación sistemática

La *Daphnia pulex* es un eslabón fundamental en la cadena alimenticia, considerándose como consumidores de primer orden, y cuya familia taxonómica es la que se muestra a continuación, por Jimenez (2019):

Phylum: Artrópoda
Clase: Crustácea
Subclase: Brachiopoda
Orden: Cladóceras
Familia: Daphnidae
Género: *Daphnia*
Especie: *Daphnia pulex*



Figura 3. *Daphnia pulex* (Propia, 2019)

1.1.8.2. Hábitat

Son organismos ampliamente distribuidos en lagos, reservorios artificiales, charcos temporales y aguas de desecho. Poseen huevos de resistencia llamados efipios con una envoltura quitinosa que el aire y los animales pueden distribuir. Son abundantes en ambientes con alta concentración de materia orgánica en donde proliferan bacterias, levaduras y microalgas (Torreñera & Tacon, 1989).

1.1.8.3. Alimentación

La *Daphnia* se alimenta de bacterias, hongos, protozoarios y desechos orgánicos. El alimento es filtrado y concentrado mediante la acción de conjuntos de sedas situados en los apéndices torácicos, el tamaño promedio de las partículas ingeridas se sitúa entre 1 y 60 μ m que aumenta con el incremento en la talla del cladócero (Reartes, 1995).

Las características de los cladóceros que los hacen aptos para su empleo en acuicultura derivan de sus múltiples ventajas: pequeño tamaño y ciclo de vida relativamente corto dado que maduran y se reproducen en pocos días, de manera que se cuenta en un tiempo reducido con un número importante de individuos. Debido a que su reproducción puede ser limitada a la producción de hembras por partenogénesis, es posible mantener cultivos con constancia génica. A las anteriores características debemos agregar su valor nutritivo: alrededor de 60% de contenido proteico constituido por proteínas de elevada calidad biológica (Reartes, 1995).

1.1.8.4. Composición nutricional

Según Watanabe *et al.* (1983) la composición química de la *Daphnia* sp. es la que se muestra en la tabla 4:

Tabla 4. Composición química de la *Daphnia* sp.

Nutriente	Cantidad
Humedad (%)	89.30
Proteínas (%)	7.50
Lípidos (%)	1.40
Ceniza (%)	0.70
Ca mg/g	0.21
Mg mg/g	0.12
P mg/g	1.46
Na mg/g	0.74
K mg/g	0.72
Fe g/g	72.20
Zn g/g	12.80
Mn g/m	13.20
Cu g/g	1.10

Fuente: Watanabe *et al.*, (1983)

1.1.9. Bioecología de *Arthrospira* sp.

Dentro de las microalgas más estudiadas en biotecnología se encuentran las Cyanobacterias; microorganismos procariotas con características fisiológicas y morfológicas específicas que les permiten adaptarse a cambios ambientales extremos (Helbling *et al.*, 2006). La *Arthrospira* es un alga unicelular, cosmopolita, perteneciente al grupo de las cianobacterias. Actualmente se cultiva en algunos países, como alimento para consumo humano y animal, así como para la obtención de aditivos utilizados en la industria farmacéutica y alimentaria, lográndose una producción anual de más de 3000 toneladas cúbicas a nivel mundial (Belay, 2002).

1.1.9.1. Clasificación sistemática

Según Algaebase (2013), *Arthrospira* sp. se clasifica de la siguiente forma:

Dominio:	Prokaryota
Reino:	Bacteria
Phylum:	Cyanobacteria
Clase:	Cyanophyceae
Orden:	Oscillatoriales
Familia:	Phormidiaceae
Género:	<i>Arthrospira</i>
Especie:	<i>Arthrospira</i> sp.



Figura 4. *Arthrospira* sp. (Propio, 2019)

1.1.9.2. Características generales

Se trata de un alga azul, incluida dentro de la clase de las denominadas Cyanophyceas o Cyanobacterias, de carácter multicelular, cuyas células cilíndricas tienen un ancho de 3 a 12 mil micrones, alcanzando a veces hasta 16. Sus filamentos presentan un esquema en forma de hélice abierta y llegan a medir entre 100 y 200 mil micrones. Las condiciones de esta hélice y sus medidas dependerán de las condiciones ambientales y del crecimiento del alga. (Ramírez & Olvera, 2006).

Son organismos unicelulares y fotoautótrofos. La pared celular es multiestratificada y contiene peptidoglucano y está envuelta en una cápsula compuesta por mucopolisacáridos, característica que le confiere a esta microalga un alto grado de digestibilidad (88-92%) (Benoit, 2013). La reproducción se efectúa por fisión binaria transversal. El alargamiento del tricoma o filamento se debe a las numerosas divisiones transversales

de sus células. La multiplicación se produce solamente por fragmentación del filamento y es de naturaleza intracelular, destruyendo la célula intercalar existente dentro de los mismos filamentos (Ramírez & Olvera, 2006).

1.1.9.3. Hábitad

La *Arthrospira* sp. es un alga cosmopolita, que vive fundamentalmente en aguas estancadas y sulfurosas. Se desarrolla en ambientes con elevada concentración salina (2 a 270 g de sal por litro de agua), bicarbonatadas, con pH elevado (superior a 9) y temperaturas templadas (25 a 35 °C), con buena disponibilidad de luz. (Arenas & Cortella, 1996).

1.1.9.4. Composición química

El valor de la *Arthrospira* sp., radica en la gran cantidad de nutrientes (macros y micros) que contiene, así como también algunas de sus propiedades, tales como aumentar los niveles de energía, mejorar el apetito y ofrecer protección como antioxidante (Ramírez & Olvera, 2006).

El contenido de proteínas en *Spirulina* oscila entre 50 y 70 % de su peso seco (Hernandez, 2016). Las proteínas de *Arthrospira* sp. poseen todos los aminoácidos esenciales. Al contrario de otros microorganismos, la *Arthrospira* sp. no posee pared celulósica, sino una cubierta de mureína, relativamente frágil (Tiboni y Cefferri, 1985). Los carbohidratos constituyen del 15 al 25% de la materia seca. Los glúcidos simples únicamente están presentes en pequeñas cantidades y estos son glucosa, fructosa y sacarosa; también se encuentran polioles como glicerol, manitol y sorbitol. La concentración de lípidos totales es entre 5.6 y 7% del peso seco. El β - caroteno representa el 80 % de los carotenoides totales; el resto está compuesto principalmente de fucoxantina y de criptoxantina (Belay, 2002).

Así en resumen se muestra a continuación la composición química de la *Arthrospira* sp. :

Tabla 5. Composición química de la *Arthrospira* sp.

Nutriente	Cantidad (%)
Proteínas	65.16
Carbohidratos	8.98
Grasas	7.17
Minerales	7.00
Humedad	4.05
Colesterol	0.00
Fibras	0.43
Calorías (kcal/100g)	361.09

Fuente: Ramírez & Olvera, (2006)

1.1.9.5. Condiciones de cultivo de *Arthrospira* sp.

El crecimiento de cianobacterias en ambientes acuáticos está controlado por una variedad de factores ambientales y para su cultivo, son necesarias las condiciones adecuadas de nutrientes, temperatura, pH e iluminación (Couteau, 1996).

La temperatura del medio de cultivo es el factor más importante, que incidirá directamente en la rapidez del crecimiento y la calidad de la microalga. Por debajo de 20°C el crecimiento es prácticamente nulo, siendo la temperatura óptima para el desarrollo alrededor de 37°C, sin embargo, *Arthrospira* sp. es un alga termófila capaz de soportar temperaturas tan bajas como la de congelación del agua, y tan altas como 50 °C (Castro y Navarro, 2009).

La iluminación es indispensable para el crecimiento, pero no debe mantenerse en forma continuada las 24 horas del día. Una exagerada iluminación es perjudicial y malogra la fotosíntesis. Para cultivos de 1 a 2 litros, la intensidad de luz o luminancia, puede ajustarse entre 2000 a 2500 lux (Castro y Navarro, 2009). El medio en el cual viven suele contener una muy alta concentración de sales minerales (mayor que la del agua de mar), siendo la salinidad óptima de 18–22 UPS. Además, el cultivo debe contar con un pH fuertemente alcalino, de aproximadamente

9,5, aunque suele alcanzar extremos de 10,5 - 11, según el equilibrio establecido entre la absorción y fijación del CO₂ de la solución (Strembel, 2004).

Otro aspecto importante es la agitación, el cual se puede lograr mediante inyección de aire filtrado aplicado a cada cultivo individualmente, utilizando como fuerza motriz un equipo “blower”. La agitación del cultivo es un punto clave en el desarrollo óptimo de estos, ya que permite que los nutrientes se encuentren distribuidos homogéneamente en la solución, y además, impide que las microalgas decanten, manteniéndolas en suspensión de modo tal que todas reciban la misma cantidad de luz (Benoit, 2013).

Tabla 6. Parámetros físico químicos óptimos para el cultivo de *Arthrospira* sp.

Parámetros físico – químicos	
Temperatura (°C)	20 – 37
Salinidad (ups)	18 – 22
pH	9.0 – 11
Iluminación (Lux)	2000 - 2500

Fuente: Castro y Navarro, (2009)

1.2. MARCO REFERENCIAL

Ocampo *et al.* (1980), asegura que el suministro de alimento vivo da mejores resultados en las primeras etapas de vida de peces y crustáceos (alevines y larvas), que son las más difíciles antes de pasar a alimentación de tipo inerte, dando como consecuencia mayores niveles de supervivencia, desarrollo y madurez sexual de los organismos en cultivo.

Días *et al.* (1988), enfatizan el uso de microorganismos como primer alimento en las primeras etapas de vida de los peces ya que aumenta las tasas de sobrevivencia y reducen los costos de alimentación.

Kubitza (1998), relata que el zooplancton (protozoarios, rotíferos, nauplios e adultos de cladóceros, copépodos y nauplios de *Artemia salina*, entre otros organismos) es el primer alimento externo para las pós-larvas de la mayoría de los peces.

Entre los organismos zooplanctónicos, los cladóceros se destacan no sólo por su reproducción partenogenética y ciclo corto de vida, sino también por su capacidad de producción en períodos cortos de tiempo (Hardy & Castro, 2000); además, por ser una fuente importante de aminoácidos, lípidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y enzimas (peptidasas, proteinasas, lipasas y amilasas) que sirven como exoenzimas en el intestino de las larvas de los peces. De igual manera presentan otras ventajas en larvicultura, no afectan la calidad del agua y sus características se mantienen por largos períodos. Dentro de los cladóceros se destacan los géneros *Daphnia* y *Moina*, los cuales son de gran importancia en la piscicultura (Prieto *et al*, 2006).

Es de gran importancia el conocer la composición química de los alimentos vivos, pues el utilizar un recurso pobre en nutrientes esenciales puede causar el desarrollo anormal y muerte masiva de las especies en cultivo (Torretera & Tacon, 1989).

Según Ringuelet *et al.* (1980) y López *et al.* (2008), el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), es un pez eurihalino, que en su etapa juvenil acentúa una tendencia carnívora ligada al zooplancton (*Daphnia* y *Boeckella*) y en ambientes lénticos (lago Titicaca), la dieta del pejerrey se basa casi exclusivamente en insectos acuáticos (Vera *et al*, 1989).

Atencio-García *et al.* (2003), encontraron que en el manejo de la primera alimentación de yamú (*Brycon amazonicus*) el consumo de zooplancton de mayor tamaño permite mejores tasas de crecimiento.

Prieto *et al.* (2013), en su estudio sobre la alimentación de larvas de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*) concluye que el uso de zooplancton producido bajo condiciones controladas permite una alta sobrevivencia, adecuado desempeño y resistencia de las larvas, perfilándose como alternativa viable en la primera alimentación de bagre blanco.

Según Radunz Neto (1999), la utilización de alimento vivo como zooplancton y nauplios de *Artemia* para postlarvas de carpas (*Cyprinus carpio*) mantenidas en condiciones controladas, permitió obtener una supervivencia elevada (90%) y un

crecimiento satisfactorio, alcanzando un peso de 50 mg en 2 semanas y 400 mg después de 4 semanas.

Navarro *et al.* (2012) y Rojas *et al.* (1999), indican que la *Daphnia* sp. es un micro crustáceo filtrador con una longitud que varía entre los 0,2 y 5,0 mm. Debido a ello, Reartes (1995) afirma que consume partículas entre 0.5 y 60 μm , estas partículas pueden ser micro algas, detritus o levadura. Por otro lado, Thalia *et al.* (2003) y Cruz (2011), indican que el valor nutritivo de la *D. pulex* depende directamente del alimento que consume, debido a ello su crecimiento está ligado a la disponibilidad de alimento y a la temperatura, es decir que puede llegar a convertirse en adulto en un tiempo aproximado de 2 semanas, y reproducirse a los 10 días de llegado a la etapa adulta.

Rojas (1999), evaluó el efecto del jugo de hojas verdes de rábano (*Raphanus sativus*) y espinaca (*Spinacia oleracea*) como medios de cultivo en la producción de *Daphnia pulex*, obteniendo un mayor crecimiento poblacional con el jugo de espinaca. Lo cual demuestra que el desarrollo de la *Daphnia* depende directamente de su medio de cultivo, que a su vez le sirve de alimento.

Ramírez & Olvera (2006), indican que la *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.) es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, habitante de lagos alcalinos. El valor de *Arthrospira* sp. radica precisamente en la gran variedad de macronutrientes y micronutrientes que contiene, proteína de 50 a 70 %, ácidos grasos de 3 a 6,5%, minerales 7%, carbohidratos del 15 a 20% y pigmentos 6%, base en peso seco. Además posee una pared celular delgada y formada por mucopolímeros y polímeros y no posee celulosa lo que facilita su digestión en comparación de las algas verdes.

Rueda (1996), determinó el efecto nutricional de tres microalgas: *Nannochloris* sp., *Nannochloropsis* sp., *Chlorella* sp. y *Spirulina* sp. deshidrata a diferentes dosis de alimentación en el rotífero *Brachionus plicatilis*. Los resultados obtenidos demostraron que el alto nivel de proteína que posee la *Spirulina* sp. permitió que el *B. plicatilis* aumentara su nivel proteico a 69,7%, en comparación a las demás, con una dosis de 0,6g/l.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de Ejecución

Los bioensayos se realizaron en las instalaciones del área de acuicultura del Laboratorio Continental IMARPE – Puno, ubicado en la Avenida Circunvalación 1911, Barrio San Martín, ciudad de Puno, Región Puno.

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. Material Biológico

La *D. pulex* fue colectada de la bahía interior del lago Titicaca. La cepa de la *Arthrospira* sp. fue proporcionada por el laboratorio de Biología Acuática de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, la cual fue desarrollada en el laboratorio de cultivos auxiliares del IMARPE. La microalga *Chlorella* sp. y los alevines de pejerrey de 42 días de edad con un peso y longitud promedio de: 1.2422 cm y 0.0128 g, fueron proporcionados por el laboratorio de cultivos auxiliares y el laboratorio de acuicultura del IMARPE - Puno.

2.2.2. Materiales e Insumos

a. Cultivo de *Arthrospira* sp.

- Botellas de polietileno de 7 litros
- Baldes de agua de 20 litros
- Cámara de Sedgwick-Rafter
- Matraz 500 ml
- Matraz 1000 ml
- Lámparas fluorescentes 30W
- Llaves de paso
- Manguera siliconada 5 mm de diámetro
- Micropipeta de 1ml
- Pipeta de 10 ml
- Placas Petri
- Probeta de 50 ml
- Termómetro de mercurio de 1- 30 °C con una precisión de 0.1 °C

b. Enriquecimiento de *D. pulex*

- Envases cilíndricos de 50 L de capacidad.
- Llaves de paso
- Manguera siliconada 5 y 7 mm de diámetro
- Malla zooplanctónica de 300 µm
- Malla Fitoplanctónica de 10 µm
- Tamizadores para zooplancton de 75 µm, 150 µm, 500 µm, 750 µm

c. Cultivo de alevines de pejerrey

- Envases paralelepípedos con bordes circulares de 19 L de capacidad
- Envases cilíndricos de 16 L de capacidad
- Ictiómetro de 30 cm.
- Manguera siliconada de 5 y 7 mm de diámetro
- Llaves de paso

2.2.3. Insumos químicos

a. Medio de cultivo para *Arthrospira* sp.

Tabla 7. Medio de cultivo – “La Molina” al 25%

Solución	Insumo	Fórmula	Formulación g / l	
			<i>La Molina</i> (25%)	Modificado
A	Superfosfato triple	-	35.00	39.00
	Nitrato de potasio	KNO ₃	110.00	110.00
	Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	70.00	70.00
B	Sulfato de magnesio	MgSO ₄	44.00	44.00
	Fetrilón combi	-	2.50	2.50
	Ácido bórico	H ₃ BO ₃	0.24	0.24
Bicarbonato de sodio		NaHCO ₃	8.00	16.00

Fuente: Rodriguez-Delfin *et al.* (2001)

Se incrementó la cantidad de superfosfato triple a 39 g / l y se obtuvo mejores resultados en el crecimiento poblacional y se elevó la cantidad de Bicarbonato de sodio de 8 a 16 g para mantener la alcalinidad por un mayor número de días.

b. Determinación de química proximal en *D. pulex*

- Ácido sulfúrico concentrado
- Agua oxigenada 50%
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio al 50%
- Ácido bórico 4%
- Rojo de metilo
- Ácido clorhídrico 0.1 N
- Alcohol etílico o Hexano

2.2.4. Equipos

a. Cultivo de *Arthrospira* sp.

- Balanza analítica, marca Pionner-Ohaus Max. Capacidad: 210 g
- Bomba de 1 W
- Estereoscopio
- Microscopio compuesto, marca Olympus CX41 – Modelo trinocular
- Multiparámetro marca YSI profesional *plus*.

b. Enriquecimiento de *D. pulex*

- Balanza analítica, marca Pionner-Ohaus Max. Capacidad: 210 g
- 3 Bombas de 1 W
- Estereoscopio
- Estufa marca MMMGroup – Venticell
- Microscopio compuesto, marca Olympus CX41 – Modelo trinocular
- Multiparámetro marca YSI profesional *plus*.
- Oxímetro marca Toledo seve IIGO pro
- Termostato Marca Sunsun de 18 a 34 °C

c. Determinación de química proximal en *D. pulex*

- Equipo Soxhlet marca IVA – 125 ml, modelo. GL-210
- Equipo Kjeldahl, marca. ICESA, modelo: KDN - 08C
- Estufa marca MMMGroup – Venticell
- Mufla marca NABERTHER GmbH 30-3000 °C

d. Cultivo de alevines de pejerrey

- Balanza analítica, marca Pionner-Ohaus Max. Capacidad: 210 g
- Blower Sweet Wáter 1.5 Hp.
- Multiparámetro marca YSI profesional *plus*.
- Oxímetro marca Toledo seveIIIGO pro
- Termostato Marca Sunsun de 18 a 34 °C

2.3. Métodos

2.3.1 Determinación de la ración adecuada de *Arthrospira* sp. en la alimentación de *D. pulex*

a. Cultivo de *Arthrospira* sp.

Para el cultivo de *Arthrospira*, se utilizó el medio de cultivo “La Molina” reportado por Rodríguez-Delfin *et al.* (2001).

El cultivo se desarrolló como sigue:

Primero: Se preparó el medio de cultivo “La Molina” al 25 % (modificado) en 1000 ml de agua destilada y agregó la solución A (1.5 ml), la solución B (0.5 ml) y 16 g de NaHCO₃.

Segundo: Para protocolo de escalamiento, se utilizó un matraz de 500 ml, y se vertió en el 300 ml de medio, 200 ml de cepa de *Arthrospira* sp.

Tercero: El escalamiento se realizó 7 días después de la siembra, en un matraz de 1.5 l, donde se vertió 1.0 l de medio, 500 ml de inóculo (*Arthrospira* sp.).

Cuarto: El ultimo escalamiento se realizó en una botella de polietileno de 7.0 l, donde se vertió 3.5 l de medio y 3.5 l de inóculo (*Arthrospira* sp.).

Tabla 8. Modelo de escalamiento

Volumen de repique (l)	Inóculo (l)	Medio (l)
0.5	0.2	0.3
1.5	0.5	1
7	3.5	3.5

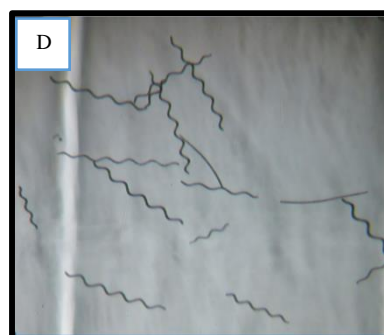
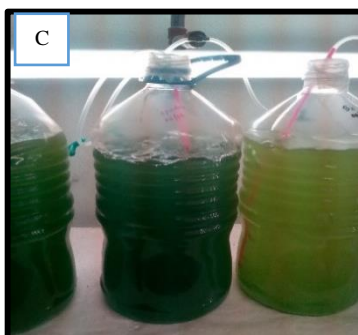
Fuente: Elaboración propia (2019)

Quinto: Para evitar que los cultivos se contaminen se utilizó parafina para tapar los matraces y botellas de polietileno, además se rotuló el matraz con la fecha y nombre de la microalga en cada escalamiento.

Sexto: Para el conteo de *Arthrospira* sp. se utilizó la cámara Sedgwick-Rafter, y el método publicado por Arredondo & Voltolina (2007). La cosecha se realizó cuando se obtuvo cantidades mayores a 1.2×10^5 cel./ml

Séptimo: Se filtró la microalga en una malla fitoplanctónica de $10 \mu\text{m}$ y se vertió el conglomerado en láminas delgadas sobre placas petri a razón de 65°C por 30 min, recomendado por Jean (2000), finalmente se trituro la *Arthrospira* deshidratada en un mortero y se filtró en un tamiz de $75 \mu\text{m}$.

Los parámetros físico químicos promedio como la temperatura se mantuvieron entre los $23^\circ\text{C} \pm 2$, en todo el proceso, el pH estuvo entre 9.0 y 10.5, el cultivo permaneció con aireación constante e iluminación con un fluorescente de 30W (Jean, 2000), por un periodo de 56 días. Los parámetros fueron controlados por el equipo YSI profesional *plus* (multiparámetro)



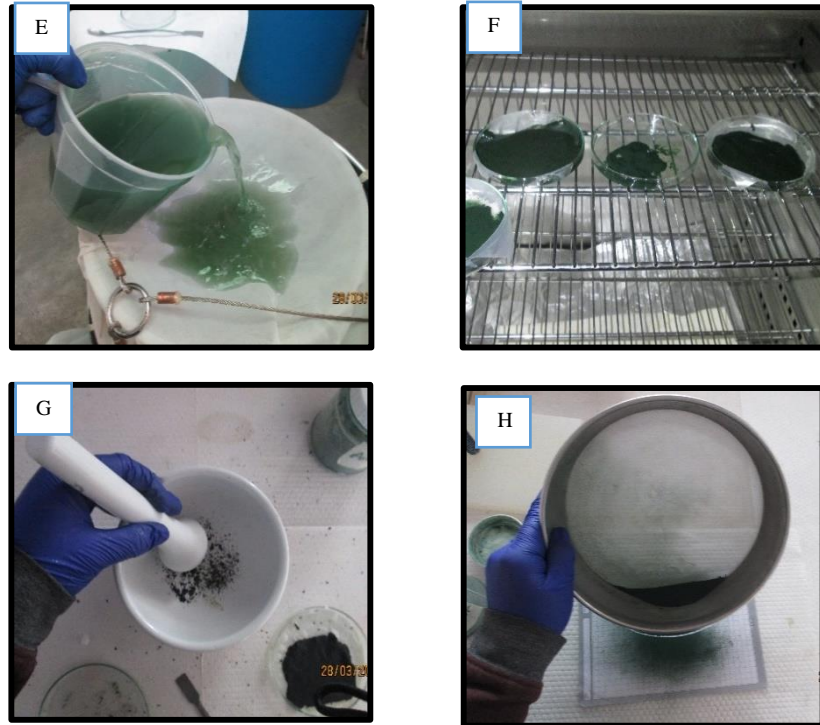


Figura 5. Cultivo de *Arthrospira* sp.: A) Preparación del medio de cultivo, B) Sistema de aireación en matraces de 500 ml, C) Sistema de aireación en botellas de polietileno de 7 l, D) Conteo de células/ml, E) Filtrado en malla fitoplanctónica ($10\ \mu\text{m}$) - cosecha, F) Secado en estufa ($65\ ^\circ\text{C}$), G) Molienda, H) Tamizado ($< 75\ \mu\text{m}$). Propio (2019).

b. Obtención y acondicionamiento de la población de *D. pulex*

La población de *Daphnia pulex* se obtuvo de la bahía interior del lago Titicaca, con la ayuda de una red zoopláctónica de $300\ \mu\text{m}$ se depositó en un envase cilíndrico con 35 l de agua del lago. Una vez trasladados al laboratorio, los organismos colectados fueron separados según su tamaño (neonatos, juveniles y grávidos) con tamizadores de 150, 500 y $750\ \mu\text{m}$. Se trabajó sólo con la población de juveniles ($500 > x < 750$). La población escogida se acondicionó en 3 envases de 50 litros de capacidad a un volumen de 35 l, con densidades menores a 12 Ind./ml (Romo, 2014). La *D. pulex* colectada se contabilizó según el método reportado por Coll (1986):

Primero: Antes de tomar la muestra se homogenizó bien el depósito donde se contempla la población de *D. pulex*.

Segundo: De inmediato se extrajo cinco muestras de agua al azar, en un envase de 200 ml, hasta completar 1 l, se homogenizó nuevamente y se tomó una sub muestra de 200 ml.

Tercero: Se filtró la muestra entre tamices de 500 y 750 μm y evaluar la presencia de especímenes de tamaño específico para el estudio, luego se vertió en una placa Petri para el conteo de *Daphnia pulex* a razón de 200 ml, para ello se utilizó un papel milimetrado, un estetoscopio y un contador.

Cuarto: Para calcular la población total, se realizó una regla de tres simples, de tal manera que el número de *D. pulex* a colocar en cada acuario sea < 12 Ind. / ml. Aproximadamente.

La aireación fue constante, la temperatura osciló entre los $18 \pm 2^\circ\text{C}$ el pH entre 6.8 – 7.8 y el oxígeno se mantuvo entre 5 - 6 mg/l (Torretera & Tacon, 1989).

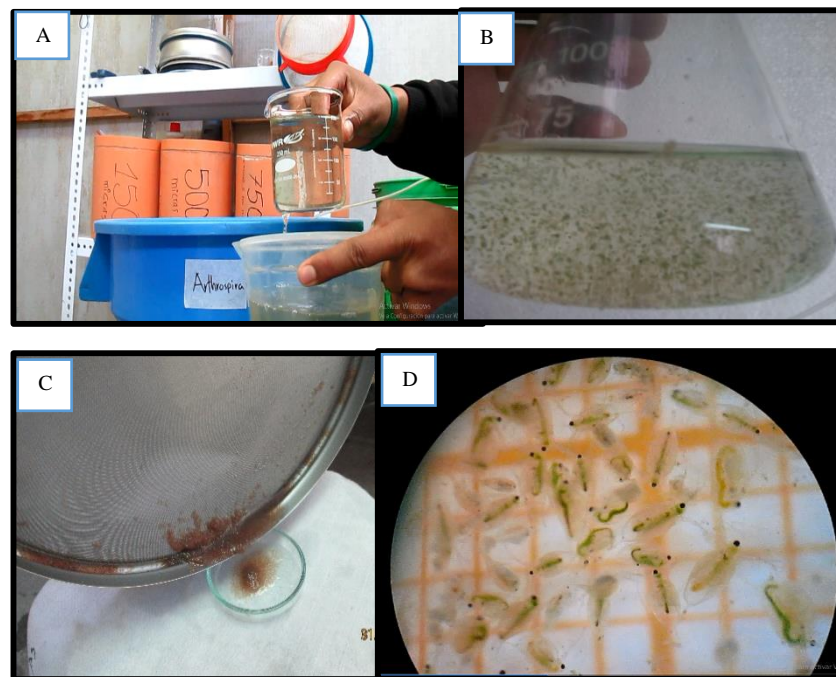


Figura 6. Método de conteo para *D. pulex* reportado por Coll, (1986): A) Extracción de la muestra representativa, B) Extracción de la sub muestra representativa, C) Filtrado de la sub muestra y D) Conteo de la sub muestra. Propio (2019).

c. Enriquecimiento de *D. pulex* con *Arthrospira* sp.

Para el enriquecimiento propiamente dicho con la *Arthrospira* sp. triturada y tamizada en partículas menores a 75 μm se proporcionó una ración diaria a una tasa de 1%, 1.5 % y 2% de la biomasa de la *D. pulex* con aireación constante. La *Arthrospira* sp. en partículas se pesó en papel aluminio y se vertió en 1 litro de agua (homogenizado) y se proporcionó al micro crustáceo en un depósito cilíndrico de 35 l.

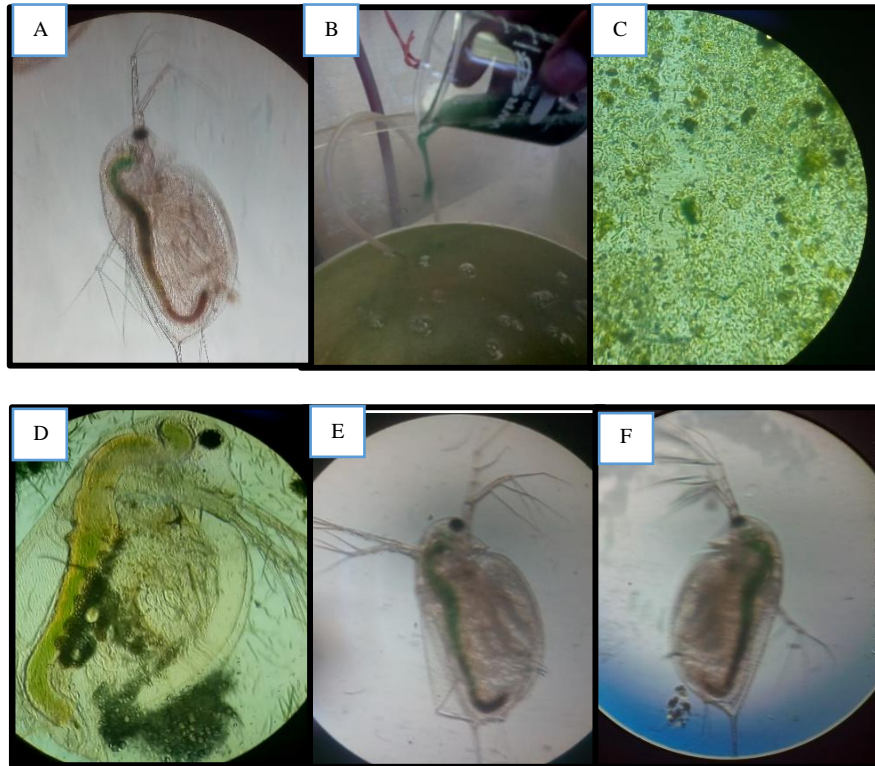


Figura 7. Alimentación de *Daphnia pulex* con *Arthrospira* sp.: A) *Daphnia* con el intestino vacío, B) Alimentación de *Daphnia* con *Arthrospira* sp., C) *Arthrospira* sp. seca en partículas, D) *Daphnia* agrupando partículas de *Arthrospira* sp., E) *Daphnia* con el intestino lleno y F) *Daphnia* eliminando residuos después de la digestión.

2.3.2. Determinación de la composición nutricional de *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp.

Para determinar la composición proximal de la de la *Daphnia* enriquecida, se extrajo una muestra representativa de cada tratamiento esto incluye al control (*D. pulex* del medio natural).

Para realizar las determinaciones de los tratamientos se tomó 10000 ml de muestra, la cual se tamizó, enjuagó (con agua destilada) y se concentró en el menor volumen posible de agua (1.5 – 2 ml) siguiendo las recomendaciones de Rueda (1996).

Las determinaciones de proteína, grasas, cenizas y humedad se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Para determinar la proteína bruta se utilizó el método Kjeldahl, para la grasa bruta el método Soxhlet y la diferencia de peso para determinar las cenizas y humedad. Los carbohidratos se determinaron por diferencia porcentual.

a. Determinación de proteínas

Para la determinación de proteínas se utilizó el método Kjeldahl, este método emite la cantidad de Nitrógeno total, y por último el contenido de proteína bruta que contiene una muestra (Benavente, 2014).

- Se pesó 0,25gr. de muestra, y se homogenizó, se agregó 4 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se colocó la muestra en el equipo, “Digestor” que debe estar a una temperatura de 440 °C.
- Ni bien llegó a los 440 °C se agregó 10 ml de agua oxigenada al 50%; luego se dejó enfriar.
- Una vez que la muestra este fría se agregó 50 ml de agua destilada, y se vertió en el balón de destilación, luego se agregó 20 ml de Hidróxido de sodio al 50% (Se tapó el balón de destilación).
- En un beaker se adicionó 13 ml de Ácido bórico, al 4% y 5-6 gotas de rojo de metilo. y se colocó en la parte final del sistema de refrigeración. El contenido del vaso viró de un color morado a un color verde, hasta llegar a 40 ml, el color viró antes, pero se esperó hasta que alcance los 40 ml.
- Se tituló con una solución de Ácido clorhídrico 0.1 N, esta viró de color verde a color morado (lila), y se logró conseguir el gasto.
- Para determinar el porcentaje de nitrógeno de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{\text{ml gastados} \times \text{Normalidad} \times \text{FC} \times 14 \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

$$\% \text{ de Proteína} = \% N \times \text{Factor de corrección}$$

$$\text{Factor de corrección} = 6.25$$

b. Determinación de grasas

En la determinación de grasas se utilizó el método Soxhlet (Benavente, 2014), por ello se necesitó muestras deshidratadas

- El matraz utilizado se secó en la estufa a 101 °C por un espacio de 10 min, luego se enfrió en un desecador por 5 min.
- Se pesó el matraz

- Se pesó 5 gr de muestra y se empaquetó en papel filtro, Whatman N°2. El paquete se colocó en el cuerpo del sistema y se agregó alcohol etílico destilado hasta que una parte del mismo sifoneo hacia el matraz.
- Se conectó la cocina a temperatura baja, y se colocó el matraz (con el alcohol etílico), el cual al calentarse se evaporó y ascendió hacia la parte superior del cuerpo, y se condensó por refrigeración y cayó sobre la muestra, regresando posteriormente al matraz por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo fue cerrado y la velocidad de goteo del alcohol fue de 40 gotas por minuto.
- El proceso duró en promedio de 4 a 5 horas. El matraz se sacó del aparato cuando contenía poco etanol (momentos antes de que este sea sifonado del cuerpo). Luego se evaporó en un secador
- Se pesó para determinar la cantidad de grasa total en gramos de muestra y expresarla en porcentaje.
- Para cuantificar la grasa de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

m = Peso de la muestra

m_1 = Peso del balón vacío

m_2 = Peso del balón con grasa.

c. Determinación de humedad

Para la determinar la humedad se utilizó el método recomendado por (Benavente, 2014):

- Se extrajo una muestra del alimento, que se trituró hasta homogenizarlo y se pesó 5 gramos en una placa previamente secada y tarada.
- Luego se llevó la capsula a la estufa por un tiempo de 4 horas a una temperatura de 101 °C, transcurrido el tiempo indicado se retiró la placa de la estufa. Se dejó enfriar y se pesó de nuevo. Se pesó sucesivamente hasta que el peso fue constante en tres ocasiones.
- Para encontrar la cantidad de humedad de la muestra se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% H = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100$$

P₁ = Peso de la placa (g).

P₂ = Peso de la placa más muestra (g).

P₃ = Peso de la placa más muestra calcinada (g).

d. Determinación de cenizas:

Según Benavente (2014), la determinación de cenizas se realizó de la siguiente manera:

- En un crisol a masa constante, se colocó 2 – 3 g de muestra por analizar.
- Se colocó el crisol con muestra en una parrilla, la cual se quemó lentamente hasta que dejó de desprender humos (evitando que se proyecte fuera del crisol).
- El crisol se llevó a una mufla donde se efectuó la calcinación completa a 680 °C, por 4 horas.
- Se dejó enfriar en la estufa y luego se transfirió al desecador para que se deshidrate por completo y determinar así la masa del crisol con muestra.
- El porcentaje de sales minerales se calculó con la siguiente formula

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(P - p) \times 100}{M}$$

P = Masa del crisol con las muestras en gramos

p = Masa del crisol vacío en gramos

M = Masa de la muestra en gramos.

2.3.3. Determinación del efecto de la utilización de *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción

a. Obtención y acondicionamiento de la población de *O. bonariensis*

Los alevinos de *O. bonariensis* fueron proporcionados por el laboratorio de acuicultura del IMARPE, estos procedieron de una misma cohorte y fueron colocados en 9 recipientes cilíndricos de 16 l de capacidad con volúmenes de 12.5 l a una proporción de 50 alevines por recipiente (Reartes, 1995).

La aireación fue continua, El fotoperiodo utilizado fue de 12h luz/ 12 h oscuridad, la temperatura osciló entre los $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ el pH entre 7 – 8.5, y el oxígeno se mantuvo entre 5-6 mg/l.

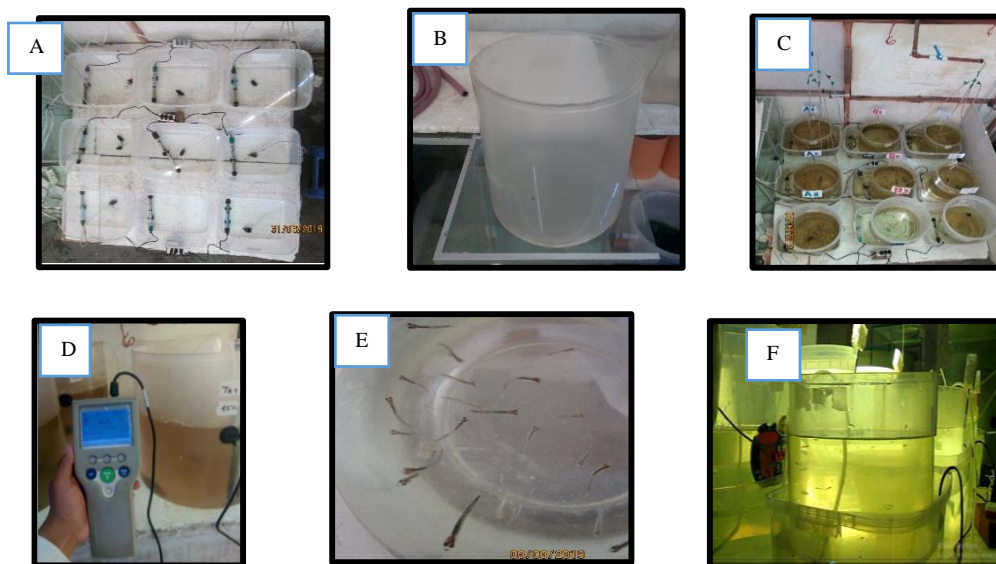


Figura 8. Acondicionamiento de alevines de pejerrey: A) Instalación de termostatos, sistema de aireación y envases para baño maría, B) Instalación de acuarios, C) Llenado de agua a los acuarios, D) Medición de parámetros, E) Sembrado de alevines y F) Sistema de experimentación completo. Propio (2019).

b. Alimentación del *Odontesthes bonariensis* (Pejerrey)

La cantidad de alimento que se le suministró fue de acuerdo al contenido estomacal (N° de *D. pulex*) de los alevines de *O. bonariensis*, teniendo en cuenta la densidad de presa fluctuante entre 0.5 - 6 nauplios de *Artemia* y 0.5-3 copépodos adultos, recomendado por Cunha & Planas (1999).

Para la alimentación se utilizó un tamiz de 150, 500 y 750 μm y se separó la ración (ml) de *D. pulex* en recipientes de 10 l por 90 minutos hasta terminar de completar su digestión y se tamizó nuevamente (500 μm) para la alimentación propiamente dicha del *O. bonariensis*. La ración fue de 3 veces al día: 09:00 a.m., 12:00 p.m. y 15:00 p.m. Durante las evaluaciones de cada tratamiento se controló la temperatura, pH, NH_3 Y NH_4 utilizando un multiparámetro marca YSI profesional plus, y el oxígeno disuelto con el Toledo seveIIGO pro.

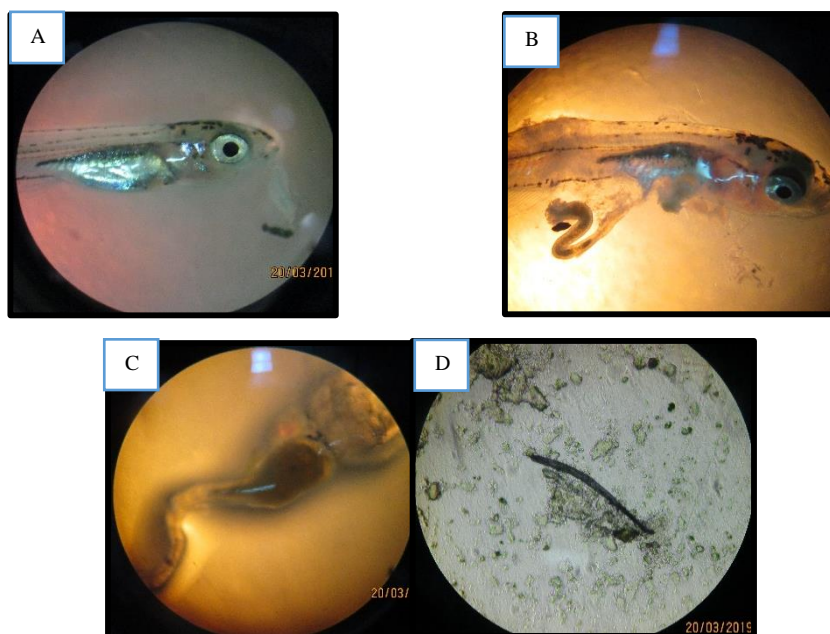


Figura 9. Alimentación del *Odontesthes bonariensis*: A) Alevín de *O. bonariensis* con el estómago lleno, B) Extracción del estómago e intestino, C) Conteo de *D. pulex* en su estómago, D) Avistamiento de *D. pulex* en proceso de digestión. Propio (2019).

c. Evaluación del incremento en peso y talla del *Odontesthes bonariensis*

El incremento de peso se determinó con una balanza analítica, marca Pionner-Ohaus y para el incremento de talla (longitud estándar) se utilizó un ictiómetro de 30 cm junto con el programa Image J para mayor precisión, las muestras se extrajeron al azar en una cantidad de 10 especímenes por acuario, las biometrías se realizaron cada 7 días, al término de cada una se realizaron las evaluaciones en el crecimiento.

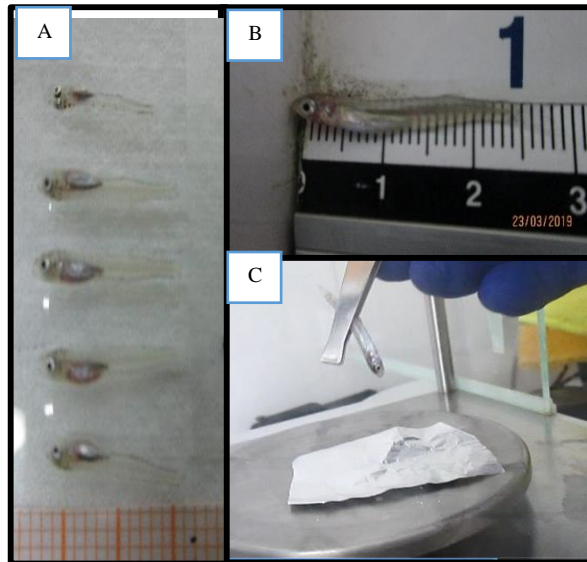


Figura 10. Biometría de alevines de *O. bonariensis*: A) Extracción de la muestra de alevines, B) Tallado de alevines, C) Pesado de alevines. Propio (2019).

d. Evaluación del k (Factor de condición) en alevines de *O. bonariensis*

Para evaluar el “K” se utilizó la fórmula propuesta por Cifuentes *et al.* (2012):

$$K = \frac{W}{L^3}$$

Donde:

- K=Factor de condición
- W= peso (g)
- L= talla (cm)

e. Evaluación del SGR en alevines de *O. bonariensis*.

Para evaluar el SGR (Tasa específica de crecimiento) se utilizó la fórmula citada por Ewos (2015):

$$SGR = \frac{(\ln \text{Peso final} - \ln \text{peso inicial})}{\text{Días de alimentación}} \times 100$$

f. Determinación del porcentaje de sobrevivencia de alevines (*O. bonariensis*)

Para estimar el porcentaje de sobrevivencia se retiró la mortalidad de forma interdiaria durante las 7 semanas de evaluación, y se calculó por la diferencia entre el número final y el número inicial de organismos.

$$\% \text{Sobrevivência} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Final de organismos}}{\text{N}^\circ \text{ inicial de organismos}} \times 100$$

g. Evaluación del costo de producción en el crecimiento de alevines de *O. bonariensis*.

Los costos de producción fueron determinados por la fórmula tomada de Talavera & Sánchez (1997):

$$\text{Costo de producción} = \frac{\text{Costo de alimento utilizado}}{\text{Peso del pez producido}}$$

2.4. Diseño experimental.

2.4.1. Diseño experimental para determinar la ración adecuada de *Arthrospira* sp. en la alimentación de *D. pulex*.

Se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA), con un tratamiento control - *T4 - (*D. pulex* del medio natural) y tres tratamientos de evaluación (*D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a razón de: T1 - 1%, T2 - 1.5% y T3 - 2 % del peso de la biomasa) cada uno con tres repeticiones, cada repetición duró 5 días para evitar la proliferación de las *Daphnia pulex* afectando su composición nutricional por el desgaste energético.

Se tuvo como variable independiente la concentración de *Arthrospira* sp. y como variable dependiente la composición nutricional de la *D. pulex* (contenido de proteína, grasa, carbohidratos y cenizas).

Tabla 9. Alimentación de *Daphnia pulex*

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	*T4
Temperatura (°C)	18.0 ± 2.0	18.0 ± 2.0	18.0 ± 2.0	> 16
Oxígeno (mg/l)	3.0 – 6.0	3.0 – 6.0	3.0 – 6.0	> 4
pH	6.8 – 7.8	6.8 – 7.8	6.8 – 7.8	> 7
Vol. de siembra (l)	35	35	35	Lago Titicaca
Densidad de siembra (Ind./ ml)	< 12	< 12	< 12	-
Ración de alimento	1.0 %	1.5 %	2.0 %	-
Tipo de alimento	<i>Arthrospira</i> sp.	<i>Arthrospira</i> sp.	<i>Arthrospira</i> sp.	-

*T4: tratamiento control (*D. pulex* del medio natural)

2.4.2. Diseño experimental para determinar el efecto de la utilización de *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.

Se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA), con un tratamiento control – **TC** (alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* enriquecida por el medio natural) y dos tratamientos de evaluación (**TA** - alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* enriquecidos a base de *Arthrospira* sp. y **TB** - alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* enriquecidos a base de *Chlorella* sp.) cada uno con tres repeticiones. Se tuvo como variable independiente el tipo de alimento (*D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. y *D. pulex* enriquecida con *Chlorella* sp.) y la variable dependiente está compuesta por el incremento de peso, talla, factor de condición “K”, SGR, % de sobrevivencia en alevines de *O. bonariensis* y costos de producción. El diseño experimental se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Alimentación de alevines de *Odontesthes bonariensis*

PARÁMETRO	TRATAMIENTOS		
	TA	TB	TC
Temperatura (°C)	18.0 ± 2.0	18.0 ± 2.0	18.0 ± 2.0
Oxígeno (mg/l)	5.5 – 6.3	5.5 – 6.3	5.5 – 6.3
pH	7.0 – 8.5	7.0 – 8.5	7.0 – 8.5
Volumen de siembra (l)	12.5	12.5	12.5
N° de alevines	50	50	50
Ración de alimento N° Daphnias / alevín	4 a 12	4 a 12	4 a 12
Tipo de alimento	<i>D. pulex</i> enriquecida con <i>Arthrospira</i> sp.	<i>D. pulex</i> enriquecida con <i>Chlorella</i> sp.	<i>D. pulex</i> del medio natural

- **TC:** tratamiento control. (Alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* del medio natural)

2.5. Análisis Estadístico

2.5.1. Primer análisis estadístico

Para determinar el efecto del alimento (*Arthrospira* sp.) sobre la composición nutricional de la *D. pulex*, se utilizó la prueba de ANOVA con 95% de confiabilidad, con lo que se determinó la diferencia significativa entre los tratamientos; además, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Dunnett para evaluar que tratamiento es mejor con respecto al control, también con un 95% de confiabilidad. Los resultados se analizaron en el programa estadístico SPSS v 22.

Los datos se presentaron como (%) promedio de: Proteína, grasa, carbohidratos y cenizas).

Hipótesis estadísticas para ANOVA:

Ho: Los tres tratamientos son similares al tratamiento control en todos sus componentes.

Ha: Al menos uno de los tres tratamientos es diferente al tratamiento control en alguno de sus componentes.

Hipótesis estadísticas para la prueba múltiple de Dunnett:

Proteína

Ho: El tratamiento 1 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 1 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 2 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 2 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 3 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 3 es mejor al tratamiento control

Grasa

Ho: El tratamiento 1 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 1 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 2 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 2 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 3 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 3 es mejor al tratamiento control

Cenizas

Ho: El tratamiento 1 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 1 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 2 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 2 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 3 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 3 es mejor al tratamiento control

Carbohidratos

Ho: El tratamiento 1 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 1 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 2 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 2 es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento 3 es similar al tratamiento control

Ha: El tratamiento 3 es mejor al tratamiento control

2.5.2. Segundo análisis estadístico

Para determinar el efecto de *D. pulex* sobre el crecimiento (peso, talla, SGR, K), y % de sobrevivencia, se utilizó la prueba de ANOVA con 95% de confiabilidad. Para evaluar que tratamiento (TA, TB) es mejor que el control (TC), se utilizó la prueba de comparación múltiple de Dunnett, también con un 95% de confiabilidad. Los resultados se analizaron mediante el programa estadístico SPSS v 22. Los datos se presentaron como promedios (peso (g), talla (cm), K, SGR (%/día) y sobrevivencia (%)).

Hipótesis estadísticas ANOVA:

Ho: No hay efecto en los dos tratamientos y son similares al tratamiento control

Ha: Al menos uno de los tratamientos es diferente al tratamiento control.

Hipótesis estadísticas Dunnett:

Ho: El tratamiento control es similar al tratamiento A

Ha: El tratamiento A es mejor al tratamiento control

Ho: El tratamiento control es similar al tratamiento B

Ha: El tratamiento B es mejor al tratamiento control

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. Determinación de la ración adecuada de *Arthrospira* sp. en la alimentación de *Daphnia pulex*.

Para determinar la ración de *Arthrospira* que obtuvo mejores resultados se sometió los valores de los tratamientos a un análisis estadístico valorando de forma significativa si existe o no diferencia entre tratamientos (Tabla 11). Los experimentos se desarrollaron de la siguiente manera: T1 - *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a razón de 1% de la biomasa, T2 - *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a razón de 1.5% de la biomasa, T3 - *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a razón de 2 % de la biomasa y *T4 – Tratamiento control, *D. pulex* del medio natural. Para ver la tabla completa ir a anexo 1, tabla 29.

Tabla 11. Prueba de ANOVA para evaluar diferencias significativas entre tratamientos (T1, T2, T3 y *T4), vinculado a las raciones de *Arthrospira* sp., respecto a la composición nutricional (%) de la *Daphnia pulex*.

VARIABLES (%)	Fuente de variación	gl	Sig.
Proteína	Tratamientos	3	0.001
	Error	8	
	Total	11	
Grasa	Tratamientos	3	0.000
	Error	8	
	Total	11	
Cenizas	Tratamientos	3	0.029
	Error	8	
	Total	11	
Carbohidratos	Tratamientos	3	0.001
	Error	8	
	Total	11	

Fuente: Elaboración propia (2019).

El análisis ANOVA de una vía ($P < 0.05$) mostró diferencias significativas entre los resultados porcentuales de química proximal (proteína, grasa, cenizas y carbohidratos) de *Daphnia pulex* alimentada a diferentes concentraciones de *Arthrospira* (1, 1.5 y 2%), en comparación al tratamiento control (*Daphnia* del medio natural), demostrando que las diferentes concentraciones de la microalga y la composición nutricional del

cladóceros presentan una relación directa. En este sentido, autores como Thalía *et al.* (2003) y Cruz (2011) indican que el valor nutritivo de la *D. pulex* depende directamente del alimento que consume, debido a ello su crecimiento está ligado a la disponibilidad de alimento y a la temperatura; parámetro que en este estudio fue controlado.

Además, se observa en la tabla 11 que el componente proteína y cenizas alcanzaron una significancia de $p = 0.001$, de igual forma para el componente grasa se apreció un valor $p = 0.000$. Finalmente, la significancia del nutriente carbohidrato calculó un valor p de 0.029; mostrando así, que existe suficiente evidencia estadística para decir que al menos un tratamiento es diferente a los demás en alguno de sus componentes.

Tabla 12. Prueba de comparación múltiple de Dunnett, para evaluar que tratamiento (T1, T2, T3) es mejor que el grupo control (*T4) y en que componentes

Variable (%)	Tratamiento		Significancia
Proteína	T1	*T4	0.081
	T2	*T4	0.001
	T3	*T4	0.000
Grasa	T1	*T4	0.000
	T2	*T4	0.000
	T3	*T4	0.000
Cenizas	T1	*T4	1.000
	T2	*T4	0.995
	T3	*T4	0.999
Carbohidratos	T1	*T4	0.999
	T2	*T4	1.000
	T3	*T4	1.000

Fuente: Elaboración propia (2019).

* Tratamiento control

En la tabla 12 se observa los resultados de la prueba Dunnett para la composición nutricional de los tratamientos en prueba y del tratamiento control (Ver anexo 1, tabla 30). Respecto a la variable proteína, el tratamiento T1 no fue estadísticamente superior al grupo control ($P > 0.05$), mientras que los tratamientos T2 y T3 si son mejores que *T4, así mismo entre los tratamientos 2 y 3, el T3 ($P = 0,000$) se estimó como el mejor al mostrar una significancia menor al tratamiento 2 ($P = 0,001$), debido a ello el tratamiento T3 fue elegido como el mejor respecto al control. La prueba Dunnett en la

variable grasa muestra a los tratamientos 1, 2 y 3 como mejores que el grupo control ($P = 0,000$). Por ende, todas son potencialmente seleccionables por ser todas superiores ($P < 0.05$) a *T4. Por otro lado, en las variables carbohidratos y cenizas se encontró que los tratamientos 1, 2 y 3 no son significativamente mejores que *T4 ($P > 0.05$), existiendo una leve superioridad en los carbohidratos por parte del T2 ($P = 0.995$) hacia el tratamiento 1 ($P = 1.000$) y el tratamiento 3 ($P = 0.999$), de igual forma en el componente cenizas, el T1 ($P = 0.999$) tuvo una somera diferencia con respecto al tratamiento 2 y 3 ($P = 1.000$). Sin embargo, en ninguno de los casos se aprecia la evidencia estadística para afirmar que son mejores que el tratamiento control.

En este sentido; el análisis de Dunnett en las determinaciones bioquímicas fue fundamental como criterio para definir la concentración con mayor impacto en la calidad nutricional de la *D. pulex*; obteniendo el tratamiento 3 (*D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a razón de 2 % de la biomasa) como el mejor resultado estadístico respecto al tratamiento control.

El presente estudio evidencia que la mayor dosis de *Arthrospira* sp. incrementó significativamente el nivel de proteína de la *D. pulex*, este hecho también fue comprobado por Rueda (1996), quien determinó el efecto nutricional de tres microalgas: *Nannochloris* sp., *Nannochloropsis* sp., *Chlorella* sp. y *Spirulina* sp. deshidrata a diferentes dosis de alimentación en el rotífero *Brachionus plicatilis*. Los resultados obtenidos demostraron que el alto nivel de proteína que posee la *Spirulina* sp. permitió que el *B. plicatilis* aumentará su nivel proteico de 60 % a 69,7% en base seca, con una dosis de 0,6g/l, es importante recalcar que se usaron dosis mayores con resultados similares, pero se eligió la menor de entre ellas debido a los bajos costos de producción.

De igual forma Jaime *et al.* (2004) realizaron dos ensayos, el primero consistió en suministrar *Spirulina* sp. como complemento mezclado con la diatomea *Chaetoceros muelleri* en la alimentación de postlarvas de *Litopenaeus schmitti*, donde encontraron resultados favorables, ya que los índices nutricionales mejoraron de forma significativa y no mostraron diferencias con respecto al control (*C. muelleri* solamente), el segundo ensayo consistió en utilizar la *Spirulina* como aditivo en un alimento microparticulado para sustituir los nauplios de *Artemia*, los resultados

también fueron favorables, ya que en un 50% de proporción en la fase de protozoas el alimento no afectó la supervivencia, el índice de desarrollo ni el crecimiento de las larvas, demostrando así que es posible sustituir los nauplios de *Artemia* por nuevas alternativas que tengan los mismos o mejores resultados pero a menor costo.

3.2. Composición nutricional de *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp.

El enriquecimiento tuvo una duración de 5 días para evitar que la *Daphnia* llegue a la etapa adulta y tengan un desgaste energético debido a la reproducción. La población a utilizar se tamizó entre los 500 y 750 μm seleccionando las *D. pulex* en estadio juvenil, así mismo la siembra tuvo densidades menores a 12 Ind./ml tal como lo recomienda Romo (2014).

Los parámetros de cultivo para los microcrustáceos fueron controlados en todos los tratamientos con un rango de Temperatura: 18 ± 2 °C, Oxígeno disuelto: 5 – 6.3 mg. l⁻¹ y pH: 6.8 - 7.8 (Ver anexo 1, tabla 32).

a) Composición nutricional de la *Arthrospira* sp.

Para determinar su química proximal previamente se deshidrató (65°C / 30 minutos) siguiendo las recomendaciones de Jean (2000).

Tabla 13. Química proximal de *Arthrospira* sp.

Componente (%)	<i>Arthrospira</i> sp.
Proteína	66.20
Grasa	6.28
Cenizas	7.18
Carbohidratos	14.73
Humedad	5.61

Fuente: Elaboración propia (2019).

La tabla 13 muestra la composición nutricional en base húmeda de la Cyanobacteria cultivada. También se aprecia la proteína bruta 66.2 %, seguida porcentualmente por los carbohidratos con un 14.73 %, cenizas 7.18 %, grasa 6.28 % y humedad 5.61 %, revalidando así, lo argumentado por Ramírez & Olvera (2006), que dicen que la *Arthrospira* es un alimento que posee una composición basta en nutrientes esenciales, además de poseer una elevada digestibilidad (debido a su pared celular delgada y formada por mucopolímeros y polímeros pues no posee celulosa).

Tabla 14. Comparación de la química proximal de la *Arthrospira* sp. del presente estudio con otros autores

Componente (%)	Jaime <i>et al.</i> (2004)	Olvera & Ramirez (2006)	La bour (2015)	Presente estudio (2019)
Proteína	50.0 – 70.0	60.0 – 70.0	65.60	66.20
Grasa	3.0 – 6.5	5.0 – 7.0	7.17	6.28
Cenizas	7.0	12.2	7.00	7.18
Carbohidratos	13.0 – 20.0	-	8.98	14.73
Humedad	-	5.0 – 9.0	4.05	5.61

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la tabla 14 y figura 11 se muestran los resultados comparativos de la composición proximal de *Arthrospira* sp. de los autores Jaime *et al.* (2004), Olvera & Ramirez (2006) y La bour (2015), quienes trabajaron en condiciones similares. Los resultados del presente estudio se encuentran dentro de los rangos establecidos por estos autores dándole mayor relevancia.

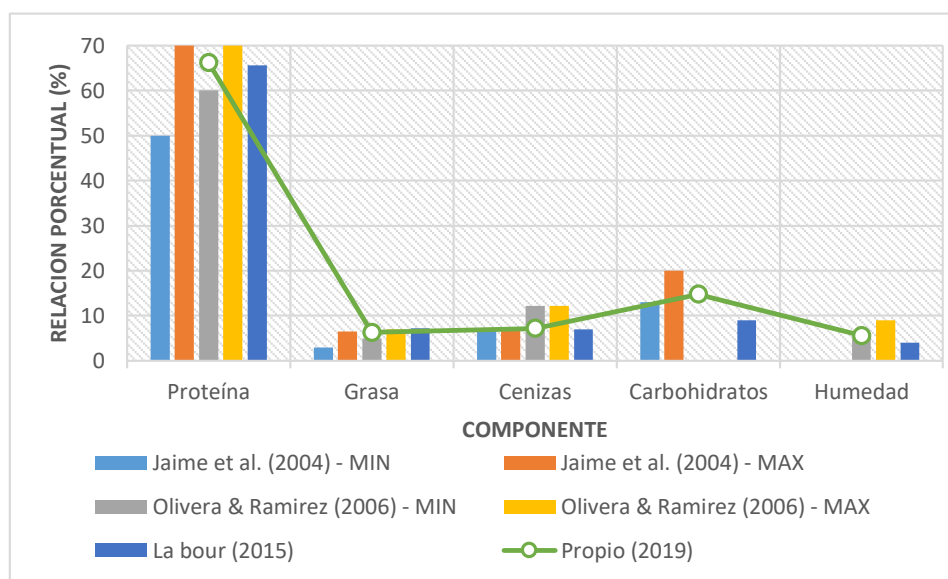


Figura 11. Comparación de química proximal de *Arthrospira* sp. según varios autores.

b) Composición nutricional de la *D. pulex* alimentada a diferentes dosis de *Arthrospira* sp.

La *D. pulex* es un organismo del lago Titicaca que posee un nivel de proteína de 60.87 % en base seca, por lo que es considerado como una buena alternativa de alimento vivo para el pejerrey, en este sentido, se busca enriquecer su química proximal puesto que las primeras etapas de los peces y crustáceos son críticas; tal como lo indica Berasain *et al.* (2019). La siguiente tabla muestra los resultados de la composición nutricional de las diferentes dosis de *Arthrospira* en la alimentación de *Daphnia*.

Tabla 15. Resultado de la composición nutricional en base seca de *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a diferentes concentraciones (T1 - 1%; T2 - 1.5%; T3 - 2%)

Componentes (%)	T1			T2			T3		
	T ₁ R ₁	T ₁ R ₂	T ₁ R ₃	T ₂ R ₁	T ₂ R ₂	T ₂ R ₃	T ₃ R ₁	T ₃ R ₂	T ₃ R ₃
Proteína	61,28	61,74	60,89	61,75	62,13	61,92	62,34	61,96	62,27
Grasa	20,76	21,04	20,81	20,64	20,78	20,94	20,95	20,85	21,04
Cenizas	7,26	7,31	7,22	7,32	7,44	7,28	7,38	7,21	7,27
Carbohidratos	10,70	9,91	11,08	10,29	9,65	9,86	9,33	9,98	9,42

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados de la tabla 15 muestran un incremento en la química proximal de la *Daphnia* respecto al incremento de concentración de *Arthrospira*, es decir, en el tratamiento 1 se raciona la microalga en 1% y el incremento promedio en proteína y grasa fue de 0.43 y 0.73%, en el T2 fue de 1.06 y 0,65 % y en el T3 de 1.32 y 0.81% respectivamente, estos resultados muestran un crecimiento directamente proporcional; pues mientras se aumenta la ración de la Cyanobacteria, el componente proximal también se incrementa porcentualmente, tal como se observa en la figura 12; sin embargo, el componente ceniza y carbohidratos evidencian una disminución porcentual pues cabe recordar que todo está bajo una base del 100% y si unos aumentan, por consecuencia la concentración o tasa porcentual de otros componentes disminuirá. Ver tabla completa en anexo 1, tabla 33.

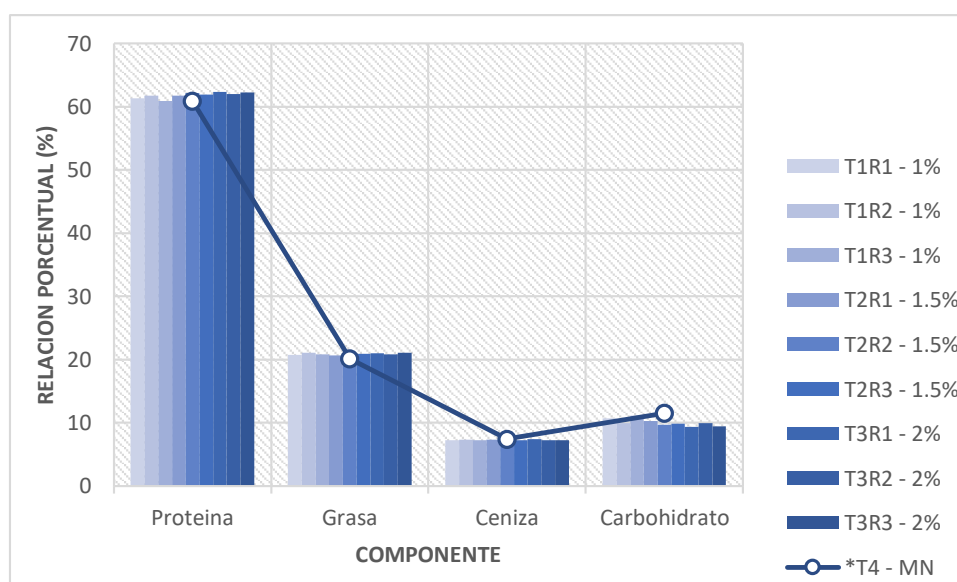


Figura 12. Composición nutricional (base seca) de *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a diferentes concentraciones y por el medio natural (MN).

Tabla 16. Resultado promedio de la composición nutricional en base seca de *D. pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a diferentes concentraciones y *D. pulex* del medio natural (MN)

Componentes (%)	T1	T2	T3	*T4
Proteína	61,30	61,93	62,19	60,87
Grasa	20,87	20,79	20,95	20,14
Cenizas	7,26	7,35	7,29	7,45
Carbohidratos	10,56	9,93	9,58	11,54

Fuente: Elaboración propia (2019).

* Tratamiento control

La tabla 16 y figura 13 describen los valores promedios de las variables dependientes como son: proteína, grasa, carbohidratos y cenizas, en relación a las concentraciones de *Arthrospira* sp. obteniéndose los siguientes resultados. El componente proteína en el tratamiento T3 (62.19%) alcanzó el mayor incremento porcentual; seguido por T1 (61.30 %), T2 (61.93 %) y *T4 (60.87 %); en este sentido, se refuerza la pre conclusión propuesta en el párrafo anterior, revalidando que el cladócero en su composición nutricional está relacionado al alimento que consume, tal como lo afirma Thalia (2003).

El componente **grasa** mostro al tratamiento 3 (20.95 %) con una mayor concentración que T1 (20.87 %), T2 (20.79 %) y *T4 (20.14 %), dando a entender que el incremento en el componente grasa no estaría directamente relacionado a la concentración de *Arthrospira* sp., siendo la mejor concentración la del 2% en todas las repeticiones. Por otro lado, las **cenizas** relacionadas a los minerales tienen como mayor exponente al grupo control con un dato porcentual de 7.45 %, seguido por el tratamiento 2 (7.35 %), T3 (7.29 %) y T1 (7.26 %). Finalmente, los carbohidratos tienen como mejor tratamiento al *T4 con 11.54 %, seguido por el tratamiento 1 (10.57 %), tratamiento 2 (9.93 %), y el tratamiento 3 (9.57 %); en este sentido, el valor porcentual en el grupo control fue superior a los demás tratamientos, lo que estaría relacionado al incremento porcentual de proteína y grasa en los tratamientos 1,2 y 3. (Ver anexo 1, la tabla 27).

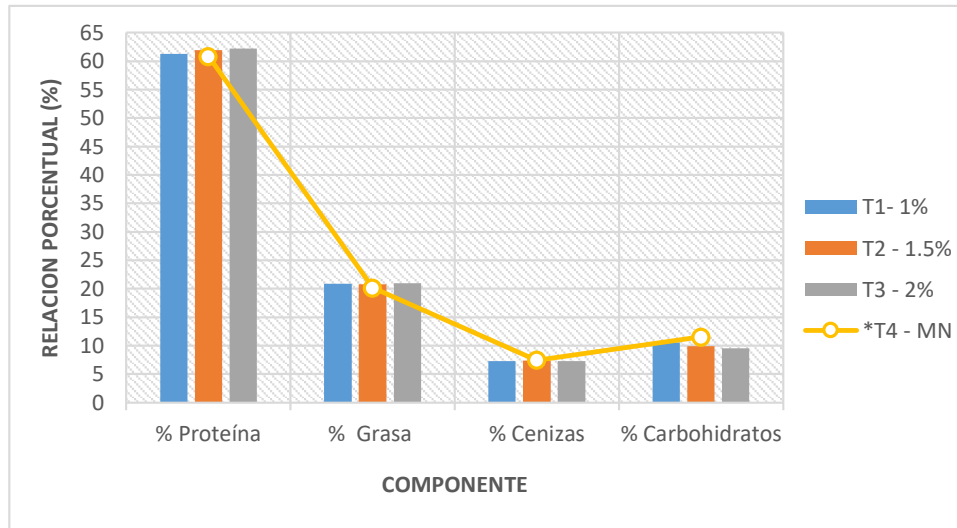


Figura 13. Composición nutricional promedio (base seca) de *D. pulex* alimentada con *Arthrospira sp.* a diferentes concentraciones y por el medio natural (MN).

La *Daphnia* del medio natural presentó el nivel más bajo de **proteína** debido principalmente a su fuente de alimento en el lago Titicaca que según Haney y Trout (1985) se alimentan selectivamente del pequeño sestón (mezcla heterogénea de organismos vivientes y no vivientes que flotan sobre las aguas) inferior a 10 μm . Aunque el tamaño promedio de las partículas ingeridas se sitúa entre 1 y 60 μm , esta aumenta con el desarrollo del cladóceros según Reartes (1995). En este sentido, lo que predomina en el lago en un 90 % son Chlorophytas, Cyanophytas y diatomeas (Iltis, 1991). Respecto a las Chlorophyceas de entre ellas desataca la *Chlorella sp.*, pues posee un nivel proteico entre los 51 y 58 % según Christaki & Florou-Paneri (2011), además de presentar un tamaño menor a las 6 μm , siendo esta una de sus principales ventajas en comparación con otras microalgas.

Respecto a los **lípidos y carbohidratos**, la *Daphnia* del medio natural posee niveles menores no significativos a los tratamientos enriquecidos con *Arthrospira*, este hecho se debería a que las Chlorophyceas y diatomeas poseen niveles altos de estos macro elementos (Jong *et al.* 2004) al igual que la *Arthrospira sp.* (Ver tabla 16).

El componente **ceniza** en la *Daphnia* del medio natural mostró un valor mayor (7.45%) respecto a los demás tratamientos, este valor estaría relacionado al porcentaje de materia orgánica (detritus) que se encuentra en su dieta (Nadin & Duncan, 1976); que a su vez está relacionado a la calidad del agua, que según Bourges *et al.* (1991) son

mas mineralizadas como resultado de la evaporación y erosión de las vertientes, además del estado de eutrofización en el que se encuentra el lago (Beltrán *et al.*, 2015)

3.3. Determinación del efecto en la utilización de *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), utilizando los parámetros: peso, talla, k (Factor de condición), SGR (Tasa específica de crecimiento) y costos de producción.

Se desarrollaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones, **TA:** alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. a razón de 2 % de su biomasa, **TB:** alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* enriquecida con *Chlorella* sp. a razón de 3.0×10^6 cel.ml⁻¹ / *Daphnia*; como lo recomienda Rojas & Vargas (2009) y **TC:** tratamiento control, alevines de *O. bonariensis* alimentados con *D. pulex* del medio natural.

Para determinar el efecto de la *D. pulex* enriquecida sobre los alevines, se utilizaron ejemplares de 42 días de nacido, distintos indicadores de crecimiento y costos de producción. La biometría se realizó cada 7 días para llevar un control más exhaustivo en el crecimiento de los alevines (la alimentación se suspendió 12 horas para asegurar que la evacuación gástrica se completara).

Los parámetros fueron controlados diariamente y los promedios de estos, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17. Parámetros fisicoquímicos registrados en el cultivo experimental de alevines de *Odontesthes bonariensis*

Parámetros	TA			TB			TC		
	\bar{X}	V. Max	V. Min	\bar{X}	V. Max	V. Min	\bar{X}	V. Max	V. Min
Temperatura (°C)	17,92	19,80	16,10	17,81	19,50	16,27	18,18	19,70	16,03
Oxígeno (mg/l)	5,77	6,12	5,52	5,77	5,82	5,74	5,78	5,86	5,73
pH	7,82	7,87	7,79	7,87	7,92	7,83	7,95	7,97	7,92
NH ₄ (mg/l)	0,86	0,90	0,82	0,77	0,80	0,73	0,74	0,76	0,71
NH ₃ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Fuente: Elaboración propia (2019).

La temperatura fluctuó entre los 16 y 20 °C, tal como se muestra en la tabla 17, teniendo como promedio valores cercanos a los 18 °C para los tres tratamientos, este promedio estuvo dentro del rango óptimo establecido por Somoza *et al.* (2008) para el cultivo de pejerrey (17 a 24°C). El oxígeno se situó entre 5 a 6.3 mg/l teniendo como media valores cercanos a 5.7 mg/l, estos están dentro de lo recomendado por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (2010), quien establece que el oxígeno disuelto debe situarse como mínimo en 5 mg/l. En cuanto al pH este se mantuvo entre los 7 y 8. Respecto al amonio este marco niveles mayores a 0.2 pero inferiores a 1.5 mg/l, del mismo modo el amoniaco se mantuvo en 0,2 mg/l. cumpliendo nuevamente con lo recomendado por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (2010).

Los 5 parámetros fisicoquímicos muestreados tuvieron una desviación estándar menor a 1 en todos los casos; sin embargo, el parámetro con mayor variación respecto a la media fue la temperatura (TA- 0.75; TB – 0.67; TC – 0.81), y la menor fue el amoniaco con un valor de 0.1 para todos los tratamientos, además de un coeficiente de variación superior a 41%; mientras que el valor más bajo de C.V, lo obtuvo el oxígeno (TA - 2.62%, TB - 2.24% y TC - 2.48%). (Ver anexo 2, tabla 36).

Tabla 18. Química proximal del alimento vivo (*D. pulex*) para TA, TB y TC en base seca

Componentes (%)	AV – TA	AV - TB	AV - TC
Proteína	62.19	62.54	60.87
Grasa	20.95	22.65	20.14
Cenizas	7.29	6.24	7.45
Carbohidratos	9.58	8.57	11.54

AV = Alimento vivo

Fuente: Elaboración propia (2019).

El alimento vivo base sobre el que se trabajó fue la *Daphnia pulex*. Esta se enriqueció con *Chlorella* sp. a razón de 3.0×10^6 cel. / *D. pulex* – TB y con *Arthrospira* sp. a razón del 2 % de la biomasa del cladóceros - TA, (Ver anexo 2, tabla 34). para comparar su efecto con la composición nutricional de la *Daphnia* del medio natural – TC, en este sentido, la tabla 18 y figura 14 describen la química proximal del micro crustáceo en los tres tratamientos (TA, TB y TC).

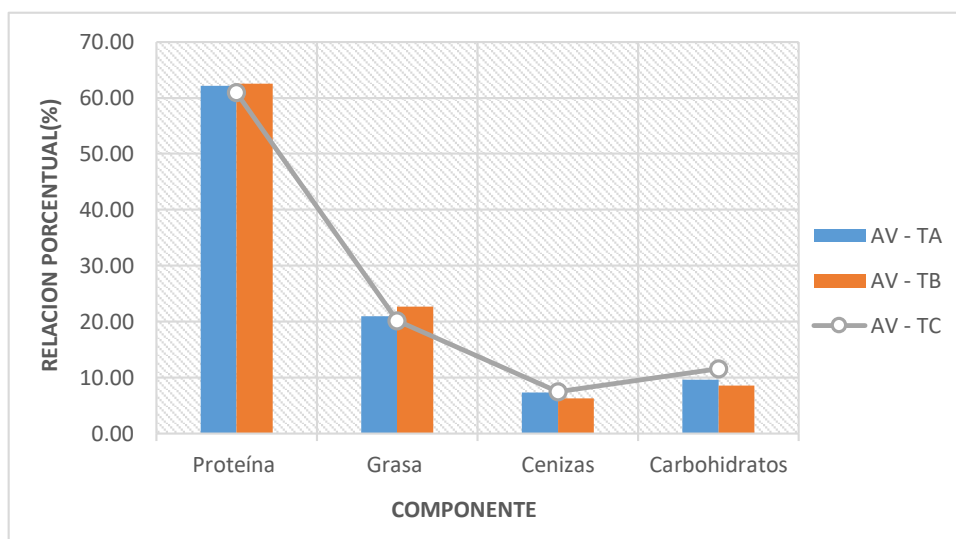


Figura 14. Comparación de la química proximal del alimento vivo (*D. pulex*) para TA, TB y TC en base seca

El mayor nivel de proteína lo alcanzó la *Daphnia* alimentada con *Chlorella* sp. (62.54 %), seguido por la *Arthrospira* sp. (62.19 %) y finalmente la *Daphnia pulex* alimentada por el medio natural (60.87%); en este sentido, la *Daphnia* alimentada con *Chlorella* alcanza un mayor nivel de proteína en comparación a la *Daphnia* alimentada con *Arthrospira*.

Según Christaki & Florou-Paneri (2011) el porcentaje de proteína de la *Chlorella* en base seca está entre 51-58 %, mientras que la *Arthrospira* tiene un valor de 66.2 % según el presente estudio. Por lo cual la Cyanobacteria debería mostrar un mayor incremento proteico; sin embargo, el motivo principal por el que el microcrustáceo alimentado con *Chlorella* obtuvo mayor porcentaje de proteína que el alimentado con *Arthrospira* fue la dosis de la Cyanobacteria; es decir, el 2 % suministrado es una pequeña cantidad en comparación a lo recomendado por Rojas & Vargas (2009) ($3000000 \text{ cel} \cdot \text{ml}^{-1} / \text{Daphnia}$) que es la ración óptima de alimentación con *Chlorella*; de este modo, la *Chlorella* a pesar de su digestibilidad compleja (Ramírez & Olvera, 2006), logró obtener mayor % de proteína en el análisis químico.

Del mismo modo, el tamaño de las microalgas también influyó, la *Chlorella* tiene un diámetro menor a $6 \mu\text{m}$ mientras las partículas de la Cyanobacteria tamizada están por encima de las $75 \mu\text{m}$; en este sentido, el microcrustáceo capturó mayor cantidad de Chlorophytas que partículas de Cyanobacterias, pues según Reartes (1995) la *Daphnia* consume partículas entre 0.5 y $60 \mu\text{m}$.

El nivel de grasa en la *D. pulex* alimentada con *Chlorella* sp. reflejó un porcentaje de 22.65 % mientras que la *Daphnia* del medio natural y la enriquecida con *Arthrospira* sp. alcanzaron valores de 20.14 y 20.95 % respectivamente. En este sentido, el alto nivel de grasa que posee el cladóceros alimentado con *Chlorella* se debería según Christaki & Florou-Paneri (2011) al basto contenido de lípidos propio de la *Chlorella* (14-22%) en comparación a los demás tratamientos.

Los valores de cenizas y carbohidratos están liderados por el tratamiento control (7.45 – 11.54 %), seguido por los tratamientos A (7.29 – 9.58 %) y B (6.24 - 8.57 %) debido a que la *Daphnia* en el medio natural se alimenta del pequeño sestón que está compuesto de materia orgánica e inorgánica (Haney y Trout, 1985).

a) Determinación del peso promedio (g) en alevines de *O. bonariensis*

La tabla 19 y figura 15 detallan los promedios de peso ganado durante el periodo de evaluación en los tres tratamientos, respecto el tiempo:

Tabla 19. Peso promedio (g) en alevines de *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA	TB	TC	Valor p
42	0	0,0127	0,0128	0,0128	0,971
49	1	0,0152	0,0144	0,0146	0,863
56	2	0,0203	0,0164	0,0183	0,396
63	3	0,0272	0,0218	0,0200	0,07
70	4	0,0332	0,0293	0,0248	0,103
77	5	0,0450	0,0328	0,0293	0,008
84	6	0,0568	0,0413	0,0312	0,026
91	7	0,0777	0,0555	0,0408	0,104
\bar{X}		0,0360	0,0280	0,0240	-
V. Max		0,0777	0,0555	0,0408	-
V. Min		0,0127	0,0128	0,0128	-
D.st		0,0225	0,0149	0,0095	-
C.V		62,62	53,03	39,48	-

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la tabla 19 se puede apreciar que los alevines de pejerrey alimentados con *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. se desarrollaron de mejor manera que los del tratamiento B (0.0427 g) y TC (0.0280 g). Incrementando su peso desde 0.0127 g hasta 0.0777 g, durante las siete semanas de evaluación, generando una ganancia de peso de 0.0650 g.

Los resultados del ANOVA ubicados en la tabla 19 “valor p”, indican la existencia de diferencia significativa en la quinta ($p = 0.008$) y sexta semana ($p = 0.026$), sin embargo, en la semana 7 ($p = 0.104$), ya no se valoró diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$) (ver anexo 2, tabla 42), esta situación estaría relacionada con la necesidad de un nuevo tipo de alimento para cubrir los requerimientos nutricionales del pejerrey; en este sentido, Reartes (1989), indica que los alevines de hasta tres meses de edad consumen solo microcrustáceos (copépodos y cladóceros), lo que cubriría los requerimientos nutricionales hasta esa edad y a partir de los 90 días (> 3 cm), los alevinos podrían acostumbrarse a consumir alimento artificial.

En la prueba de comparación múltiple “Dunnett”, se comparó al TA y TB con el tratamiento control. Buscando encontrar cuál de ellos es estadísticamente mejor que TC, de este modo se observó que el TA es mejor que el control en la quinta semana ($p < 0.05$), mientras que TB ($p > 0.05$) no es estadísticamente mejor que TC (Ver anexo 2, tabla 43). Por ello, se podría decir que el enriquecimiento de *Daphnia* con *Arthrospira* obtuvo mejores resultados que el tratamiento B, pues impacto de mejor manera en el incremento de peso de los alevinos de pejerrey.

Los alevines del presente estudio a los 56 días de nacidos alcanzaron valores de 0,0203, 0.0164 y 0.0183 para TA, TB y TC respectivamente, estos resultados fueron comparados con estudios realizados por Amaru (2018), quien obtuvo alevines de 0.032, 0.043 y 0.095 g con alimento inerte a los 39, 52 y 65 días de nacidos; en este marco, se podría decir que hasta los 56 días de edad el TA estuvo más cercano al peso reportado por Amaru (2018), por tener un crecimiento potencial. Pero a los 65 días de edad la diferencia se hizo más notoria, respecto a TA, porque su crecimiento se volvió exponencial gracias al alimento inerte.

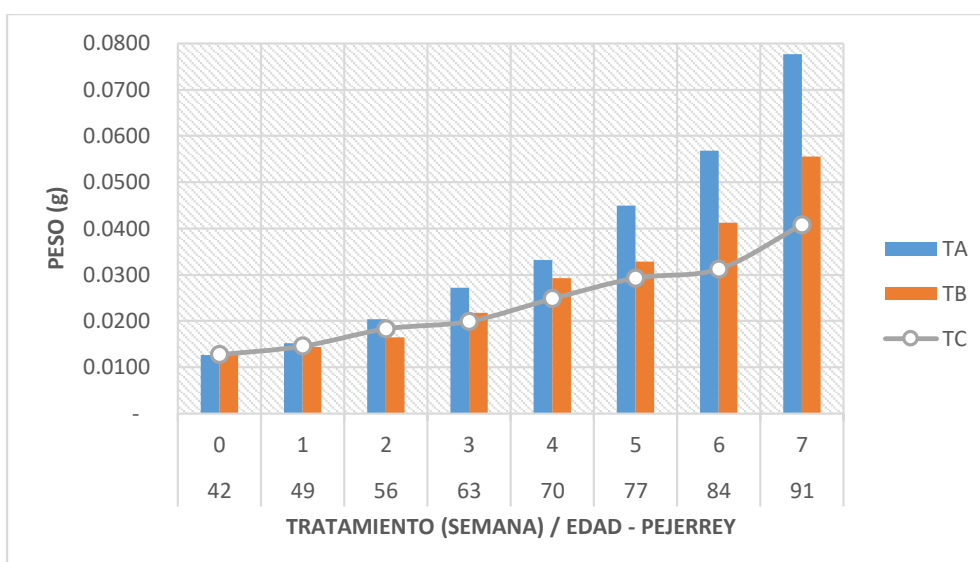


Figura 15. Peso promedio (g) de alevines de pejerrey en relación al tiempo

Finalmente, se establece a través del siguiente análisis que el TA tendría un efecto positivo, desde los 42 hasta los 91 días de edad, teniendo un mejor desempeño en el crecimiento de los *O. bonariensis* entre los 70 y 84 días de edad respecto a los demás tratamientos.

b) Determinación de la longitud estándar promedio (cm) en alevines de *O. bonariensis*

La tabla 20 y la figura 16 muestran el incremento de longitud en alevinos de pejerrey, en los tres tratamientos, durante el periodo de evaluación. Cabe resaltar que se trabajó con la longitud del hocico hasta la última vertebra caudal.

Los tratamientos iniciaron con alevines de 42 días de edad con una talla promedio de 1.25, 1.27 y 1.21 cm para TA, TB y TC respectivamente. Fueron alimentados durante 7 semanas y se obtuvieron los siguientes resultados: El tratamiento A; alevines alimentados con *D. pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. tuvieron un mayor incremento en talla respecto a los tratamiento B y C, llegando a medir 2.48 cm, Mientras que el tratamiento B; alevinos alimentados con *D. pulex* enriquecida con *Chlorella* sp. crecieron 0.9 cm alcanzando los 2.17 cm y el tratamiento C tuvo un incremento de 0.7 cm, llegando a medir 1.91 cm (tabla 20).

Tabla 20. Longitud promedio (cm) en alevines de *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA	TB	TC	Valor p
42	0	1,25	1,27	1,21	0,279
49	1	1,35	1,31	1,28	0,417
56	2	1,43	1,35	1,35	0,299
63	3	1,58	1,44	1,42	0,145
70	4	1,71	1,62	1,56	0,132
77	5	1,85	1,70	1,65	0,061
84	6	2,12	1,92	1,78	0,121
91	7	2,48	2,17	1,91	0,005
\bar{X}		1,72	1,60	1,52	
V. Max		2,48	2,17	1,91	
V. Min		1,25	1,27	1,21	
D.st		0,42	0,32	0,25	
C.V		24,23	20,08	16,21	

Fuente: Elaboración propia (2019).

De este modo, al comparar las tallas promedio de las 6 primeras semanas no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos; sin embargo, para la séptima semana el ANOVA considero la existencia de diferencia significativa entre TA, TB y TC, ($p < 0.05$) (ver anexo 2, tabla 44). Por ello, se aplicó la prueba Dunnett, mostrando a TA ($p = 0.001$) y TB ($p = 0.039$) como mejores que el tratamiento control (Ver anexo 2, tabla 45).

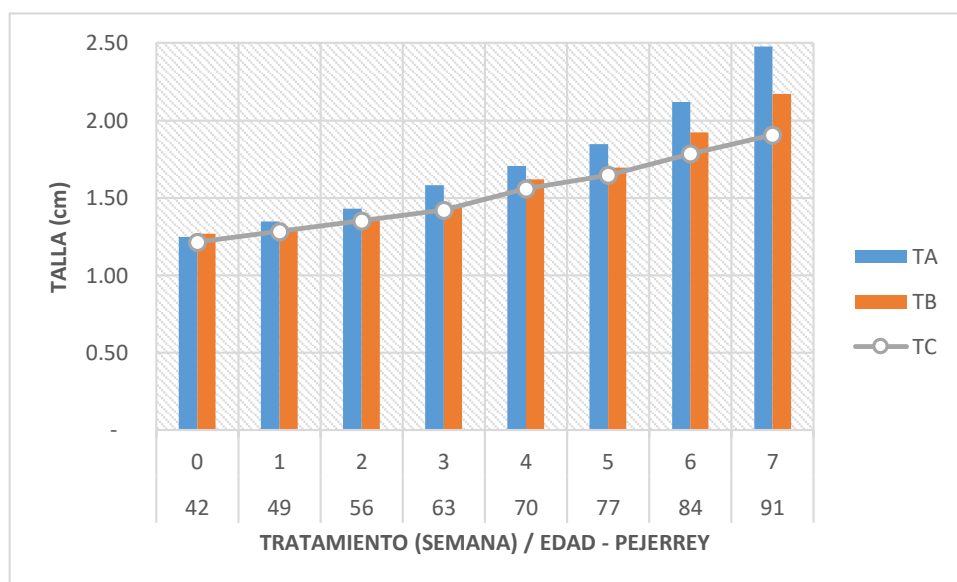


Figura 16. Longitud promedio (g) de alevines de pejerrey en relación al tiempo

El tratamiento A obtuvo una talla de 1.85 cm a los 77 días de edad, mientras que Chaiña (2015), quien trabajo con alevines de *O. bonariensis* de la misma edad alimentados con nauplios de *Artemia* sp. obtuvo una talla de 2.05 cm. Comparando estos resultados se puede deducir que los alevines alimentados con *Artemia* sp. superaron en talla al tratamiento A por 0.2 cm hasta la doceava semana; sin embargo, para la décimo tercera semana de tratamiento, los alevines de TA alcanzaron 2.12 cm; es decir, la *Artemia* sp. generó una ventaja de una semana en el indicador de crecimiento – longitud, respecto a los alevines alimentados con *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp. al 2 % de su biomasa.

Es por tanto, que se podría señalar un efecto positivo en el incremento de longitud del pejerrey, desde los 42 hasta los 91 días de edad, utilizando el TA.

Tabla 21. Peso promedio (g) y Longitud estándar (cm) promedio en alevines de *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA		TB		TC	
		cm	g	cm	g	cm	g
42	0	1.2467	0.0127	1.2667	0.0128	1.2133	0.0128
49	1	1.3467	0.0152	1.3067	0.0144	1.2833	0.0146
56	2	1.4283	0.0203	1.3533	0.0164	1.3517	0.0183
63	3	1.5809	0.0272	1.4445	0.0218	1.4204	0.0200
70	4	1.7051	0.0332	1.6203	0.0293	1.5584	0.0248
77	5	1.8468	0.045	1.6964	0.0328	1.6467	0.0293
84	6	2.1174	0.0568	1.9227	0.0413	1.7844	0.0312
91	7	2.4760	0.0777	2.1698	0.0556	1.9067	0.0408

Fuente: Elaboración propia (2019).

Se comparó el efecto del TA, TB y TC en la alimentación de los alevines de pejerrey, y se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 21): El TA (0.0777g - 2.4760 cm) obtuvo la mejor relación en peso – talla, seguido por el TB (0.0556g - 2.1698 cm) y finalmente TC (0.0408g - 1.9067cm).

En la Figura 17 se aprecia un crecimiento de tendencia potencial para los tres tratamientos con correlación alta entre talla y peso, con un R^2 de 0.9821 para el

tratamiento A, 0.984 para B y 0.9674 para el grupo control. Los valores del coeficiente de crecimiento “b” muestran un desarrollo comprendido dentro del rango alométrico según Cifuentes *et al.* (2012) para los tratamientos A (b = 2.711), B (b = 2.2373) y C (b = 1.6762). Esta afirmación se valida en el estudio realizado por Barros *et al.* (2004), quienes calcularon el coeficiente de correlación en 0.9049 para especímenes adultos de pejerrey de un ambiente natural, es así que se puede afirmar que esta especie presenta crecimiento levemente alométrico.

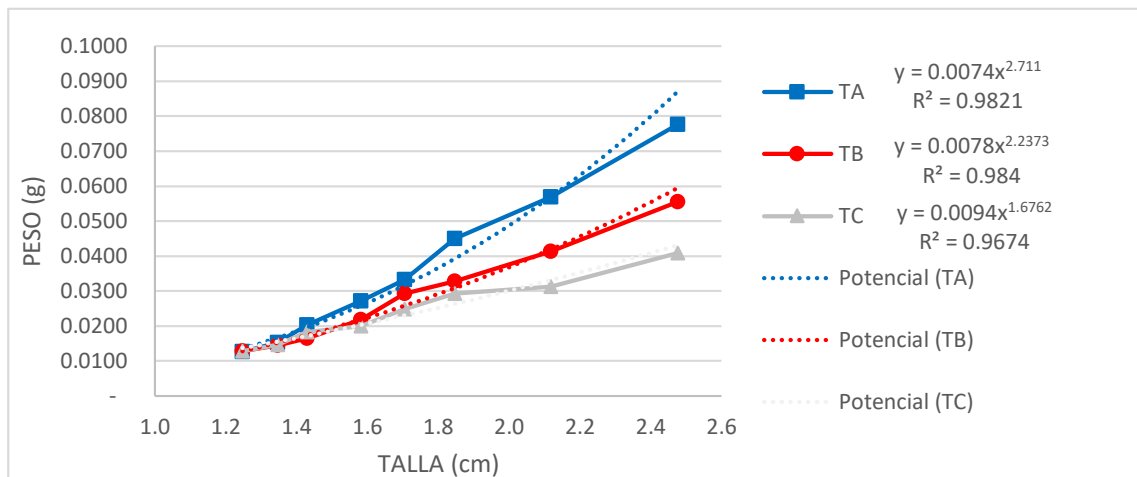


Figura 17. Relación peso (g) y talla (cm) en el crecimiento del *Odontesthes bonariensis* a partir de los 42 días de nacidos

Colautti & Remes (2001) trabajaron con alevines de pejerrey, los cuales se criaron en jaulas y fueron alimentados en el medio natural desde los 7 días de nacido con 0.0013 g y 0.641 cm, alcanzando su velocidad máxima de crecimiento a los 83 días de vida con una longitud estándar de 4.75 cm y peso de 1,01 g,

El presente estudio con el mejor tratamiento (TA) alcanzó el máximo crecimiento a los 77 días de nacido (tabla 21 y figura 17) con una longitud estándar promedio de 1.71 cm y un peso promedio de 0.0332 g. Comparando estos resultados es claro notar que el crecimiento fue mayor en los alevines alimentados por el medio natural de Colautti & Remes (2001), por tener abundancia de alimento y consumo *ad libitum* de fito y zooplancton variado influyendo de manera positiva en el incremento de su peso y talla. A diferencia del presente estudio, que se alimentó por raciones (3) y por contenido estomacal (Anexo 2, tabla 35), además de ser solo alimentados por

D. pulex enriquecida, pero a su vez alcanzando la velocidad de crecimiento máxima 6 días antes que lo reportado por Colautti & Remes (2001).

Así mismo, Velasco *et al.* (2014), trabajaron con individuos de *O. bonariensis* de 67 días de edad, que tuvieron un promedio de longitud estándar y peso de 6.45 cm y 3.1 g, respectivamente; estos fueron alimentados con una mezcla de ingredientes que contenían zooplancton, nauplios de *Artemia* y alimento balanceado (al 47 % de proteína); después de dos meses de alimentación, cuando tuvieron 127 días de edad, alcanzaron en promedio una longitud estándar y peso de 9.88 cm y 10.28 g, respectivamente; ósea en este periodo de tiempo tuvieron un incremento de peso y talla de 7.18 g y 3.44 cm. En el presente estudio los resultados fueron diferentes; ya que en 49 días de evaluación el tratamiento A (TA), el de mejor resultado, tuvo una ganancia de peso de 0.0650 g y 1.23 cm de talla; la diferencia entre estos resultados se debería al tipo de alimento utilizado, que en el caso de Velasco *et al.* como se dijo líneas arriba, utilizaron una mezcla de alimento balanceado (con 47% de proteína) y alimento vivo; mientras que en el presente estudio el alimento evaluado, la *Daphnia sp.*, enriquecida con *Arthrospira*, solamente tuvo 5 % de proteína en base húmeda.

c) Determinación de Factor de condición (K) promedio de alevines de *O. bonariensis*.

La tabla 22 y la figura 18 describen los resultados del factor de condición promedio, resultantes en la presente investigación, vale decir que el valor “K” se utilizó para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso a una determinada longitud presentan una mejor condición (Froese, 2006).

El estudio inició con un factor de condición de 0.66, 0.63 y 0.72 para TA, TB y TC respectivamente, sin embargo, al final del periodo de evaluación el factor de condición en el grupo control fue de 0.58 seguido por el tratamiento A y B con un k de 0.52; así mismo, TC obtuvo el mayor valor promedio (0.66), seguido por TA y TB con un promedio de 0.63. En este sentido, el grupo control reflejó un mejor índice de condición que los tratamientos alimentados con *D. pulex* enriquecida con

Arthrospira y *Chlorella* (tabla 22 y figura 18), debido al poco incremento de peso y talla que tuvieron.

Diaz & Leon (2014) indican que valores de k inferiores a 1 están asociados generalmente a deficiencias nutricionales y por el contrario aquellos superiores son considerados como indicadores de sobrealimentación. Si bien es cierto el valor ideal para el pejerrey y demás peces es “1”; sin embargo, es necesario tener en cuenta que aspectos como sexo, edad, ambiente, alimento, manejo y genética, pueden afectar el factor de condición del pez (Morales & Quirós, 2007).

Tabla 22. . Factor de condición (K) promedio en alevines *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA	TB	TC	Valor p
42	0	0,66	0,63	0,72	0,131
49	1	0,62	0,63	0,69	0,148
56	2	0,61	0,67	0,74	0,125
63	3	0,68	0,70	0,69	0,945
70	4	0,69	0,66	0,65	0,919
77	5	0,66	0,67	0,65	0,916
84	6	0,62	0,58	0,55	0,461
91	7	0,52	0,52	0,58	0,728
\bar{X}		0,63	0,63	0,66	
V. Max		0,69	0,70	0,74	
V. Min		0,52	0,52	0,55	
D.st		0,05	0,06	0,07	
C.V		8,46	9,10	9,98	

Fuente: Elaboración propia (2019)

El análisis de varianza para los datos promedio del factor de condición o valor K (ver anexo 2, tabla 46), no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos durante las 7 semanas de evaluación.

Velasco *et al.* (2014) encontraron un valor K promedio inicial de 1,09 y final de 1.23, en su estudio sobre alimentación de *O. bonariensis* de 67 días de edad. Los alevines fueron alimentados con una combinación de tres tipos de alimento: zooplancton, nauplios de *Artemia* y alimento inerte. De la misma forma Grosman & Gonzales (1995) mostraron un valor K de 0.048972 / día. Comparando los resultados anteriores con lo reportado por el presente estudio, se observa que el factor de condición diario para los tratamientos A (0.012943), B (0.012925) y C (0.013427), así como el k inicial y final de los tres tratamientos, son menores con respecto a lo mostrado por Grosman & Gonzales (1995) y Velasco *et al.* (2014). Estas diferencias estarían relacionadas al gran contenido de agua de la *D. pulex*. La cual alcanza el 90 % de su peso corporal aproximadamente; sin embargo, pese todo ello, el TA, TB y TC generaron un efecto positivo en el *O. bonariensis*, sin tener mucho material solido en su composición corporal.

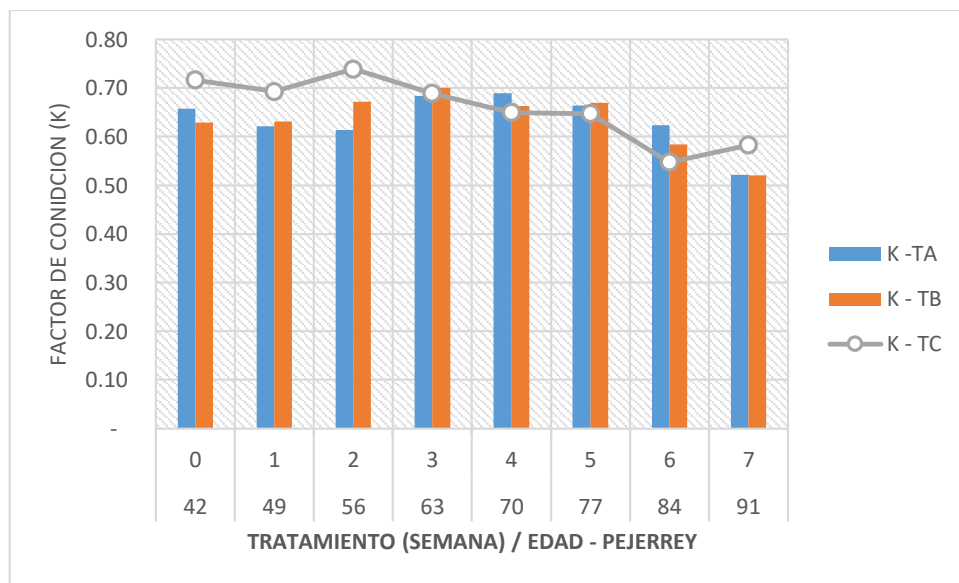


Figura 18. Factor de condición (K) en alevines *O. bonariensis* en relación al tiempo

Estos resultados nos permiten indicar que el TA, TB y TC causaron un efecto positivo, desde los 42 hasta los 70, 63 y 56 días de edad respectivamente, con un K máximo de 0.69 (TA), 0.70 (TB) y 0.74 (TC), puesto que luego de ello, el factor de condición disminuye notoriamente en todos los tratamientos (ver figura 18).

d) Determinación de la tasa específica de crecimiento – SGR (%/día) promedio de alevinos de *O. bonariensis*.

La tabla 23 y la figura 19 muestran la tasa de crecimiento específica (specific growth rate) o la ganancia de peso diario (Priede y Secomber, 1988) durante las 7 semanas del periodo de evaluación.

Tabla 23. Tasa específica de crecimiento – SGR (%/día) promedio en alevinos de *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA	TB	TC	Valor p
42	0	-	-	-	-
49	1	1,09	0,68	0,83	0,727
56	2	1,83	0,84	1,38	0,237
63	3	1,80	1,72	0,51	0,183
70	4	1,24	1,85	1,36	0,802
77	5	1,89	0,71	1,05	0,013
84	6	1,40	1,31	0,42	0,336
91	7	1,88	1,65	1,64	0,976
\bar{X}		1,59	1,25	1,03	
<i>V. Max</i>		1,89	1,85	1,64	
<i>V. Min</i>		1,09	0,68	0,42	
<i>D.st</i>		0,64	0,64	0,56	
<i>C.V</i>		40,46	51,43	54,70	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos muestran al tratamiento A con un incremento de 1.09, 1.83 y 1.80 % de peso diario, hasta la tercera semana, manteniendo una superioridad frente al tratamiento control que obtuvo 0.68, 0.84 y 1.72 % y al tratamiento B con 0.83, 1.38 y 0.51%, sin embargo para la cuarta semana se apreció al tratamiento B (1.85 % / día) y al grupo control (1.36 % / día) como superiores que TA, en tal caso a partir de la quinta semana hasta culminar el periodo de evaluación, el tratamiento A (1.88 % / día) mantuvo una superioridad somera en el incremento porcentual de peso diario en comparación a los demás tratamientos, por ende se consideró a TA como el tratamiento con mejores resultados en la tasa específica de crecimiento por día.

El análisis de varianza para la tasa de crecimiento específica solo valoro diferencia significativa entre tratamientos en la quinta semana de evaluación ($p=0.013$) (ver anexo 2, tabla 47). La prueba múltiple de Dunnett identifico al tratamiento A como mejor que TC ($p<0.05$) mientras que TB no fue valorado como mejor que el tratamiento control ($p>0.05$) (ver anexo 2, tabla 48), es decir estadísticamente se podría afirmar que el tratamiento A es mejor que los demás tratamientos.

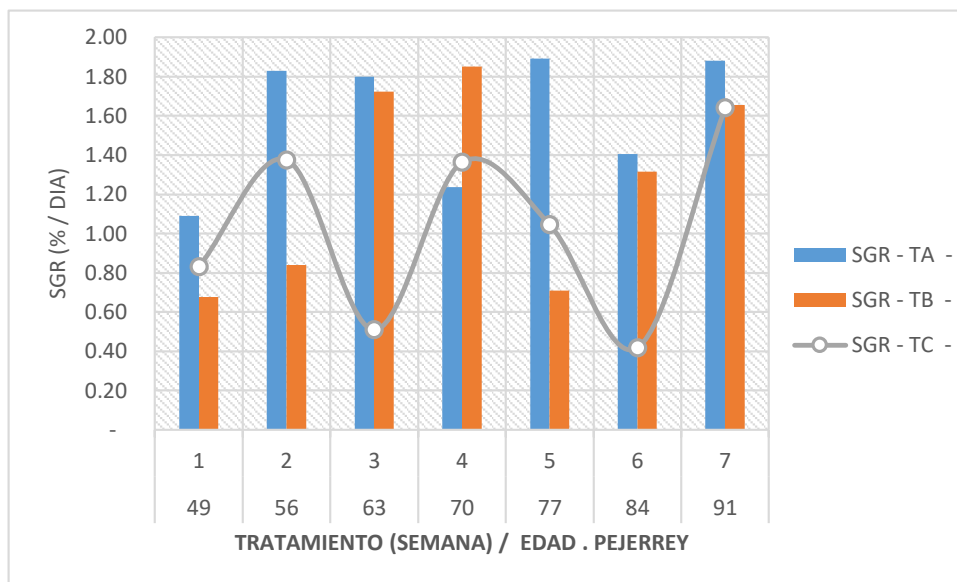


Figura 19. Tasa específica de crecimiento (% / día) en alevines *O. bonariensis* en relación al tiempo

Velasco *et al.* (2014) en la alimentación de *O. bonariensis* con una combinación de zooplancton, *Artemia* y alimento inerte, calcularon el SGR en peso en 2,1 % de crecimiento diario a los 125 días. De la misma forma Jaramillo (2015) utilizó alevines de pejerrey argentino de 7 días de nacidos y los alimentó con dos marcas diferentes de alimento balanceado (T1 y T2). Tuvo una duración de 44 días dando como resultado una tasa específica de crecimiento (TCE) de 2,7331 % / día para T1 y 2,4401 % / día para T2.

En este sentido, comparando el SGR del presente estudio con los autores en mención, se calculó una tasa de crecimiento por debajo del 2 % de incremento de peso diario para el TA hasta el final de la investigación, menor a lo alcanzado por Velasco *et al.* (2014) y Jaramillo (2015). Estas diferencias se deberían al uso de alimento inerte además de la alimentación *ad libitum*. En este sentido, el alimento balanceado proporciona mayor incremento de peso diario por tener un mayor valor nutritivo que el alimento vivo (Atencio & Prieto, 2008).

Por último y a raíz de los resultados obtenidos, se puede decir que el TA tendría un efecto positivo, desde los 42 hasta los 56 días de nacidos, en el SGR; con un valor de 1.83, para luego disminuir hasta 1.24 en la semana 4 (ver figura 19).

e) Determinación de porcentaje de sobrevivencia (%) en alevines de *O. bonariensis*

La mortalidad se registró de manera interdiaria en las tres repeticiones de cada tratamiento. Teniendo como resultado (tabla 24 y figura 20) que el tratamiento A obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia (51.33%), seguido del tratamiento B (45.33%) y finalmente el tratamiento C (42.00 %).

Tabla 24. Porcentaje (%) de sobrevivencia promedio en alevines de *O. bonariensis*

Edad del pejerrey (días)	Tratamiento (semanas)	TA	TB	TC	Valor p
42	0	100,00	100,00	100,00	-
49	7	82,00	84,67	78,00	0,542
56	14	68,67	68,00	66,67	0,395
63	21	61,33	56,67	56,67	0,158
70	28	56,67	52,00	50,00	0,422
77	35	55,33	50,67	46,00	0,305
84	42	52,00	46,00	44,00	0,394
91	49	51,33	45,33	42,00	0,216
\bar{X}		65,92	62,92	60,42	
<i>V. Max</i>		100,00	100,00	100,00	
<i>V. Min</i>		51,33	45,33	42,00	
<i>D.st</i>		17,12	19,92	20,19	
<i>C.V</i>		25,98	31,66	33,42	

Fuente: Elaboración propia (2019)

El análisis de varianza no mostro diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos en ninguna semana (ver anexo 1, tabla 35).

En la figura 20 se observa la merma rápida de la tasa de sobrevivencia hasta la cuarta semana ($\geq 50\%$), para luego permanecer entre $40 < X < 52\%$ hasta finalizar el periodo de evaluación en todos los tratamientos; evidenciando la importancia de mantener mayor cuidado entre los 42 y los 70 días de edad, buscando evitar con ello no perder en demasía la población de *O. bonariensis*.

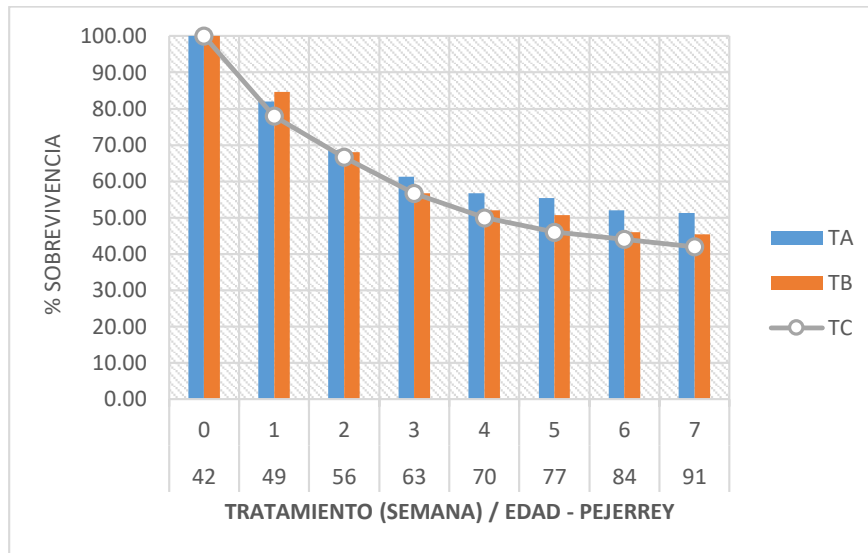


Figura 20. Porcentaje de sobrevivencia (%) en alevines *O. bonariensis* en relación al tiempo

En la primera etapa de vida todas las especies de peces presentan la mayor mortalidad por ser el inicio de la alimentación exógena (Sales y Janssens, 2003). Dicho periodo crítico en la larvicultura del pejerrey, posterior a la absorción del saco vitelino, depende exclusivamente del alimento vivo, ya que es esencial para su crecimiento y sobrevivencia tal como lo indica Reartes (1995) y Cestarolli *et al.* (1997). En este sentido, en el presente estudio se expone porcentajes de sobrevivencia que van del 40 al 50% siendo TA con 51.33% el tratamiento que obtuvo mayor tasa de sobrevivencia.

Chaiña (2015), reportó una sobrevivencia promedio de 37.2 %, para alevines de pejerrey alimentados con *D. pulex* del medio natural (desde los 49 hasta los 90 días de edad). Comparando estos resultados con la presente investigación el TA (51.33 %), TB (45.33 %) y TC (42 %) obtuvieron mejores tasas de sobrevivencia, esta diferencia pudo haberse debido al manejo y a la ración utilizada en cada estudio, puesto que si no es manejada adecuadamente, la calidad del agua se deteriorará con mayor rapidez, o por el contrario, si la densidad de alimentación es baja no habrá

suficientes presas para alimentar a todos los alevines. El tamaño de presa también es un punto esencial, puesto que si el cladóceros es muy grande o muy pequeño influirá en el incremento o reducción de la mortalidad.

Por otro lado Reartes (1989) experimentó con alevinos de pejerrey de un mes de edad a los que suministro tres tipos de alimento, zooplancton, alimento micronizado e hígado molido, el mayor porcentaje de sobrevivencia lo obtuvo con zooplancton, 97.52 % en promedio, seguido del hígado molido con 65.20 % y 58.46 % con el alimento micronizado. Contrario a los reportado por Jaramillo (2015), quien obtuvo 13.89 y 11.11 % de sobrevivencia con aliemento inerte durante los primeros 60 días de nacidos. Estos resultados junto al del presente estudio podrian afirmar que el pejerrey se desarrolla con una mayor tasa de sobrevivencia consumiendo alimento vivo que alimento inerte, al menos en los dos primeros meses de edad, tal como lo indica Ocampo *et al.* (2010).

f) Determinación de los costos de producción

Se ha producido un total de 11.8711 g de *Arthrospira sp.* seca siguiendo una relación directa con la cantidad de cel./ ml como se muestra en la tabla 25. Se utilizó 6.9489 g de *Arthrospira* para el enriquecimiento de *Daphnia* durante los 49 días de alimentación en alevines de pejerrey (ver anexo 2, tabla 34).

Tabla 25. Cantidad (g) de *Arthrospira sp.*

N°	Litros	cel./ml	g
1	7	138136	6.1045
2	7	127007	5.7666
TOTAL			11.8711

Fuente: Elaboración propia (2019).

El costo de producción referido al cultivo de *Arthrospira* por un periodo de 56 días fue de S/ 9.37 para obtener 11.8711 g (ver tabla 26)

El costo de producción en el cultivo de *Chlorella sp.* proporcionado por el IMARPE – Puno, asciende a S/ 31.81 y se utilizó un total de 14.1385 l a razón de 3000000 cel./ml para un periodo de 49 días de enriquecimiento (ver Anexo 2, tabla 34).

Tabla 26. Costo de producción - *Arthrospira* sp.

INSUMO	Cantidad	Costo (S/) / kg	Costo total
Medio de cultivo			
Solución A (kg/ L)			
Superfosfato triple	0.0008775	1.20	0.00105
Nitrato de potasio	0.0024750	20.00	0.04950
Nitrato de amonio	0.0015750	1.30	0.00205
Solución B (kg/ L)			
Sulfato de magnesio	0.0003300	30.00	0.00990
Fertilón combi	0.0000188	102.00	0.00191
Ácido bórico	0.0000018	25.00	0.00005
Bicarbonato de sodio	0.2400000	14.00	3.36000
Servicios			
Agua (m3)	0.02	1.58	0.02
Luz (Kw)			
Aireación	1.34	0.39	0.52
Iluminación	13.44	0.39	5.24
Secado	0.40	0.39	0.16
TOTAL			9.37

Fuente: Elaboración propia (2019)

La tabla 27 muestra el costo de producción en el cultivo de *Daphnia pulex*, el cual asciende a S/ 136.13 para un periodo de 49 días.

Tabla 27. Costo de producción - *Daphnia pulex*

INSUMO	Cantidad	Costo unit. (S/)	Costo total (S/)
<i>Daphnia pulex</i>			
Bote - gasolina (gal)	10.00	12.00	120.00
Agua del Lago (500 l)			
Camioneta - gasolina (gal)	1.00	12.00	12.00
Servicios			
Luz (Kw)	10.58	0.39	4.13
TOTAL			136.13

Fuente: Elaboración propia (2019)

El costo para el enriquecimiento de *Daphnia* con *Arthrospira* asciende a S/ 145.50 (S/ 9.37 + S/ 136.13), para el enriquecimiento de *Daphnia* con *Chlorella* S/ 167.94 (S/31.81 + S/ 136.13) y para la *Daphnia* del medio natural S/ 136.13. Lo mencionado anteriormente, en otras palabras, es el costo del alimento utilizado para TA, TB y TC.

Para hallar el costo de producción por gramo de pez producido se utilizó la fórmula reportada por Talavera & Sánchez (1997) costo del alimento utilizado entre el peso del pez producido.

$$TA - S/ 145.50 / 65 \text{ mg} = S/ 2.24 / \text{mg}$$

$$TB - S/ 167.94 / 43 \text{ mg} = S/ 3.91 / \text{mg}$$

$$TC - S/ 136.13 / 28 \text{ mg} = S/ 4.97 / \text{mg}$$

El costo de producción más barato fue para el tratamiento A con S/ 2.24 por cada miligramo de pez producido, desde los 42 hasta el día 91 de edad del pejerrey.

En la acuicultura, la nutrición es uno de los principales factores limitantes para la larvicultura, los nauplios de *Artemia* son el alimento vivo más utilizado en el cultivo de numerosas especies acuáticas. Sin embargo, el principal problema es el alto precio de mercado que posee (Léger *et al.*, 1986); en este sentido, se ha generado investigación intensiva para la búsqueda de cultivos alternativos y como consecuencia hoy en día se incorporan a la acuicultura una mayor variedad de organismos considerados como alimento vivo, entre las especies más utilizadas se encuentran: *Daphnia pulex*, *Eisenia foetida*, *Moina macrocopa*, *Brachionus plicatilis* y *Tubifex tubifex*, debido a su alto valor nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad (Erdogan y Olmez, 2009):

CONCLUSIONES

1. De los tratamientos evaluados el de mejores resultados fue el Tratamiento 3, *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., al 2% de la biomasa del cladóceros.
2. La composición nutricional de la *Daphnia pulex* en base seca, del Tratamiento 3 (2 % de *Arthrospira* sp.) obtuvo los mejores resultados en proteína 62.19 %, grasa 20.95 %, cenizas 7.29 % y carbohidratos 9.58 %.
3. Se determinó los indicadores de crecimiento en los alevines de *O. bonariensis* de TA alimentados con el Tratamiento 3: peso promedio 0,0777 g, longitud promedio 2,48 cm, k (Factor de condición) promedio 0.53, SGR (Tasa específica de crecimiento) promedio 1.88 % de incremento de peso diario, de la misma manera se obtuvo la tasa de sobrevivencia 51.33 %. Por último, el costo de producción para *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp., al 2%, fue de 2.24 soles por mg de peso ganado para los 49 días de evaluación.
4. El tratamiento más eficaz en la alimentación de *O. bonariensis* de 42 días de edad es el TA, que utiliza *Daphnia pulex* enriquecida con *Arthrospira* sp al 2%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar el efecto de *Daphnia pulex*, enriquecida con *Arthrospira* sp., sobre el crecimiento en alevines de pejerrey, con raciones superiores a 2 %, adicionando ácidos grasos esenciales como el ácido docosahexaenoico (DHA).
2. Se recomienda evaluar la combinación de *Daphnia pulex*, enriquecida con *Arthrospira* sp., y alimento inerte en alevines de pejerrey.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALGAEBASE. (Marzo de 30 de 2019). *Arthrospira platensis*. Obtenido de <http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=67855&sk=0&from=results>
2. ALT., & PNUD. (2001). Evaluación del potencial de especies introducidas en el ámbito boliviano de sistema *TDPS*. Obtenido de http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_bolivia/21.25.pdf
3. Amaru, G. (2018). Alimentación, crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis* "pejerrey" hasta la etapa de alevines en condiciones de laboratorio. Puno, Peru: Universidad Nacional del Altiplano, Tesis de posgrado.
4. Ecología Animal. (30 de Marzo de 2019). *Pulga de Agua*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Pulga_de_agua
5. Arenas, P., & Cortella, A. (1996). Análisis Microscópico de Muestras Comerciales de *Spirulina* (Cyanophyta) . *Acta Farm. Bonaerense* 15 (1): 11-19 , 15 (1): 11-19 .
6. Arredondo, B., & Voltolina, D. (2007). Métodos y Herramientas Analíticas en la Evaluación de la Biomasa Microalgal. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR), cap2: 23-24.
7. Atencio, V., & Prieto, M. (2008). Zooplacton en la larvicultura de peces Neotropicales. *Rev.MVZ Córdoba*, 13(2):1415-1425.
8. Atencion, V., Zaniboni, E., Pardo, S., & Arias, A. (2003). Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae*. *Acta Sci Anim Sci*, 25(1):61-72.
9. Badui, S. (1988). Diccionario de tecnología de los alimentos. México, D.F. 300: Editorial Alhambra Mexicana.
10. Barros, S., Regidor, H., & Iwaszkiw, J. (2004). Biología pesquera del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Cuvier y Valenciennes, 1835) en el subtrópico de Argentina. *AquaTIC*, núm. 20, pp. 32-37.
11. Belay, A. (2002). The potential application of *Spirulina* (*Arthrospira*) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *The Journal of the American Nutraceutical Association*, 5(2): 27 - 49.
12. Beltrán, D., Palomino, R., Moreno, E., Peralta, C., & Montesinos, D. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista Peruana de Biología*, vol. 22, núm. 3, pp. 335-340.

13. Benoit, M. (2013). Evaluación comparativa de la actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de extractos etanólicos de *Arthrospira platensis* con captura de CO₂ obtenido en el proceso de elaboración del vino e Indura. Universidad de Chile, pp. 72.
14. Berasain, G. E., Velasco, C. A., & Padín, D. A. (30 de marzo de 2019). Tecnología para la producción de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) con fines de repoblamiento en Argentina. Obtenido de https://www.maa.gba.gov.ar/pesca1/archivos/publi_cienti/tecnologiaprodpesjerrey.pdf
15. Bourges, J., Cortes, J., & Salas, E. (1991). VII. 2 El Potencial Hidrico del Lago. En C. Dejoux, & A. Iltis, El Lago Titicaca, Sintesis del conocimiento limnológico actual (págs. 533 - 545). La Paz, Bolivia: OSTOM - HISBOL.
16. Buchet, V., Zambonino, J. L., & Cahu, C. (2000). Effect of Lipid Level in a Compound Diet on the Development of Red Drum (*Sciaenops ocellatus*) Larvae. *Aquaculture* (2000), 184: 339-347.
17. Bureau, P. (1999). *Introducción a la nutrición y alimentación de peces*. Ontario, Canada. 37pp : Fish Nutrition Research Laboratory. Dept. of Animal and Poultry Science. University of Guelph.
18. Cahu, C., & Zambonino, J. L. (2001). Substitution of Live Food by Formulated Diets in Marine Fish Larvae. *Aquaculture* (2001), 200: 161-180.
19. Castro, G., & Navarro, A. (2009). Manual Ficológico: Algas para la Vida. Unidad de Investigación Biotecnología en Cultivos de Microalgas. Aquasolar.
20. Cestarolli, M., Portella, M., & Rojas, E. (1997). Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). São Paulo: Boletim Instituto de Pesca, 24: 119-29.
21. Chaiña, B. (2015). Crecimiento y Supervivencia de alevinos de *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) alimentados con *Daphnia pulex* y nauplios de *Artemia salina* en condiciones controladas. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
22. Cho, S., Lee, S., & Lee, J. (2005). Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juveniles turbot (*Scophthalmus maximus*) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquacult. Nutri.*, 11:235-240.
23. Christaki, E., & Florou-Paneri, P. (2011). Microalgae: a novel ingredient in nutrition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol. 62 .

24. Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortíz, N., Piedra, P., & Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *SCIELO*, 101 - 110.
25. Civera, R., Alvarez, C., & Moyano, F. (2016). Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. En L. Cruz, D. Ricque, M. Nieto, D. Villarreal, U. Scholz, & M. González, *Avances en Nutrición Acuícola VII* (pág. pp. 94). Hermosillo, Sonora, Mexico: Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. .
26. Coaquira, J., & Alejos, J. (2009). *Bioquímica, Compendio Básico*. Arequipa: Producciones Jumanor.
27. Coche, A., & Muir, J. (1996). Nutrición y alimentación de los peces. Gestión de la piscicultura de agua dulce (pág. Cap. 10). *COLLECCION FAO CAPACITACION*. Obtenido de Gestión de la piscicultura de agua dulce - Nutricion y Alimentacion de los peces.
28. Colautti, D., & Remes, M. (2001). Cría y engorde de larvas y juveniles de pejerrey en jaulas. *ResearchGate*, pp.12.
29. Couteau, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO fisheries technical paper*, pp. 361.
30. Cruz, A. (2011). En I. f. CR-USA, Bases científicas para el desarrollo sostenible. Universidad Nacional Heredia : IRET - Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas.
31. Del Valle, O. (2015). *Manual de cultivo del Lenguado*. Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES.
32. Dias, T., Carneiro, D., & Castagnolli, N. (1988). Alimentação de larvas de pacu, *Collossoma mitrei*, BERG 1895, com dietas naturais e artificiais. In: Simposio Latinoamericano de acuicultura, Simposio brasileiro de acuicultura, Florianópolis, Santa Catarina, 250 p.
33. Diaz, J., & Leon, J. (2014). Utilización de espirulina (*Spirulina maxima*) en la alimentación de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Bogotá: Tesis de pregrado, Universidad de la Salle.
34. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, U. (2010). *Manual básico de Piscicultura en estanques*. Montevideo: DINARA-FAO, 50 p.

35. Erdogan, F., & Olmez, M. (2009). Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(8): 1660-1665.
36. Froese, R. (2006). Condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:241-253.
37. Fukusho, K. (1989). Biology and mass production of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Int. J. Aquac. Fish. Technol*, 1, 232-240.
38. Garcia, A. (2000). Valor nutricional de los quistes de *Artemia* y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. En L. Cruz, D. Ricque, M. Tapia, M. Golvera, & R. Civera, *Avances en Nutrición Acuicóla V* (págs. pp. 287-299). Merida, Yucatan, Mexico: Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicóla, 19 al 22 de Noviembre del 2000.
39. Garcia, J. (2014). Caracterización de la comunidad zooplanctónica en lagunas Pampásicas y su relación con la ecología trófica y producción de pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Universidad Nacional de la Plata, pp. 201.
40. Gómez, P., Montecchia, C., Zorrilla, J., Villian, M., & Canosa, F. (2011). Efectos del contenido lipídico de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal del pejerrey bonaerense (*Odontesthes bonariensis*). INTI, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
41. Grosman, F., & J., G. C. (1995). Experiencias de alimentación y crecimiento con alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) dirigidas a optimizar la siembra. Argentina: Instituto de Hidrología de Llanuras. Azul.
42. Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., & Métailler, R. (2004). Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 475 pp.
43. Gutiérrez, F., Quispe, M., Valenzuela, L., Contreras, G., & Zaldívar, J. (2010). Utilización de la proteína dietaria para alevinos de *Colossoma macropomun*, alimentados con dietas isocalóricas. *Revi. Peru. Biol.*, 17: 219-223.
44. Hardy, E., & Castro, J. (2000). Qualidade nutricional de tres especies de clorofíceas cultivadas en laboratorios. *Acta Amazonica*, 30(1): 39-47.
45. Helbling, E., Gao, K., Ai, H., Ma, Z., & Villafañe, V. (2006). Differential responses of *Nostoc sphaeroides* and *Arthrospira platensis* to solar ultraviolet radiation exposure. *Journal of Applied Phycology*, 18: 57 - 66.

46. Hernandez, F. (2016). Efecto de la diferenciación de nitrógeno y la radiación UV en la actividad fotosintética y en los compuestos antioxidantes de las cianobacterias *Spirulina (Arthrospira) maxima* y *Phormidium persicinum*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., PP. 241.
47. Iltis, A. (1991). VI. 1b Estudio Florístico general. En C. Dejoux, & A. Iltis, El Lago Titicaca, Síntesis del conocimiento limnológico actual (pág. págs.). La Paz, Bolivia: OSTOM - HISBOL.
48. Jaime, B., Villarreal, H., García, T., Civera, R., & Gaxiola, G. (2004). Empleo del polvo de *Spirulina platensis* en la alimentación de zoeas y mysis de *Litopenaeus schmitti* (Pérez - Farfante y Kensley, 1997). En L. Cruz, D. Ricque, M. Nieto, D. Villarreal, U. Scholz, & M. Gonzales, Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola., 16 - 19 de noviembre. Hermosillo, Sonora, México.
49. Jaramillo, M. (2015). Eclósion de ovas embrionadas en incubadoras y supervivencia de alevinos de pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*) utilizando alimento balanceado en laboratorio. Callo, Perú: Tesis de pregrado.
50. Jean, J. (2000). *Cultivo Artesanal de Spirulina*. Mialet - Francia.
51. Jiménez, M. (Marzo de 26 de 2019). Estudio de microcústaceos (*Daphnia pulex* y *Artemia salina*) como indicadores de toxicidad por causa del dicromato de potasio en la cuenca alta del Río Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6590/Trabajo%20seminario%20de%20grado.pdf;jsessionid=83EDC53BB167309E7495157AB30EA79C?sequence=3>
52. Jong, Y., Seong, K., Kwang, H., Myoung, C., Geung, H., Gea, J., & Wang, S. (2004). Population Growth of the Cladoceran *Daphnia magna*. A Quantitative Analysis of the Effects of Different Algal Food. Plos One, 9(4):1-8.
53. Kubitzka, F. (1998). Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Campo Grande Mato Grosso do Sul: Ed. Projeto Pacu/Agropeixe, 108 p.
54. Lazo, J. P. (2000). Conocimiento Actual y Nuevas Perspectivas en el Desarrollo de Dietas para Larvas de Peces Marinos. En L. Cruz, D. Ricque, M. Tapia, M. Gólvera, & R. Civera, Avances en Nutrición Acuícola V (págs. pp. 300-312.). Mérida, Yucatán, México: Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 19 al 22 de Noviembre del 2000.

- 55.Lazo, J. P., Dinis, M. T., Holt, G. J., Faulk, C., & Arnold, C. R. (2000). Co-Feeding Microparticulate Diets Using Algae: Toward Eliminating the need of Zooplankton at First Feeding in Larval Red Drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* (2000) , 188:339-351.
- 56.Lee, S., & Kim, K. (2005). Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult. Nutr.*, 435-442.
- 57.Léger, P., Grymonpré, E., Van Ballaer, E., & Sorgeloos, P. (1989). Advances in the enrichment of rotifers and *Artemia* as food sources in marine larviculture. *Eur. Aquac. Soc. Esp.* , Public. 10, 141-142.
- 58.López, H. L., Menni, R. C., & Donato, M. y. (2008). Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes.
- 59.López, V. (2015). *Piscicultura Amazonica con especies nativas*. Lima: Guzlop.
- 60.Luchini, L. (19 de octubre de 2019). La acuicultura, sus modelos y el potencial actual del pejerrey como pez de cultivo. Obtenido de Sitio argentino de producción animal:[https://www.agroindustria.gov.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//000000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/101118_La%20acuicultura,%20sus%20modelos%20y%20el%20potencial%20actual%20\(2010\).pdf](https://www.agroindustria.gov.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//000000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/101118_La%20acuicultura,%20sus%20modelos%20y%20el%20potencial%20actual%20(2010).pdf)
- 61.Morris-Quevedo, H., Quintana-Cabrales, M., Almarales-Arceo, A., & Hernández-Nazario, L. (1999). Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de *Chlorella vulgaris*. *Rev Cubana Aliment Nutr* , 13: 123-128. .
- 62.Muller, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *J. Appl. Phycol*, 12, 527–534.
- 63.Muthu, M. (1982). *Methods of culturing zooplankton. Manual of research methods for fish and shellfish nutrition*. Centre of Advanced Studies in Mariculture, Central Marine Fisheries Research Institute. Cochin.
- 64.Nadin-Hurley, C., & Dauncan, A. (1976). A comparison of daphnid gut particles with the sestonic present in two Thames Valley reservoirs throughout 1970 and 1971. *Freshwat. Biol.*, 6: 109–123.
- 65.Navarrete, O. (s.f.). Pejerrey Argentino o de río. Obtenido de <https://oneprocso.webcindario.com/Pejerrey.pdf>

66. Navarro, J., & Rodríguez, J. (2012). La pulga de agua: Excelente recurso en la didáctica de la Biología. I.E.S. Doramas (Moya - Las Palmas).
67. Ocampo, L., & Restrep, L. (2010). Evaluación del crecimiento de un cultivo de *Daphnia magna* alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* y un enriquecimiento con avena soya. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.
68. Olvera, R., & Ramirez, L. (2006). Uso Tradicional de *Spirulina sp.* (*Arthrospira sp.*). *Interciencia*, vol. 31, n° 9, pag. 657-663.
69. Orna, E. (2010). Manual de alimento balanceado para truchas. Puno, Peru: PRODUCE.
70. Ozorio, R., Valente, L., Pausao, P., & Oliva, A. (2006). Growth performance and body composition of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. *Aquacult. Res.*, 37: 255-263.
71. Perez, L. A. (1982). Piscicultura: Ecología, explotación, higiene. Mexico: El Manual moderno S.A.
72. Priede, I. S. (1988). The biology of fish production. En L. Laird, & T. Needhan, *Salmon and Trout Farming*. England.: Ellis Horwood Ltd.
73. Prieto, M., Cruz, L., & Morales, M. (2006). Cultivo experimental del cladocero *Moina sp.* alimentado con *Akistrodemus sp.* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Rev. MVZ Cordoba*, 11:705-714.
74. Prieto, M., Hernández, J., Gómez, C., Pardo, S., Atencio, V., & Rosa, P. (2013). Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). *Rev. MVZ Córdoba*, 18(3):3790-3798.
75. Radunz Neto, J. (1999). Alimento natural versus ração balanceada na larvicultura de peixes. In: Reunion de la Sociedad Brasileira de zootecnia, Porto Alegre: SBZ.
76. Ramesh, R., Dube, K., Krishna Reddy, A., Prakash, C., Kumar Tiwar, V., Venkata Rangacharyulu, P., & Venkateshwarlu, G. (2014). Growth and survival of Pengba, *Osteobrama belangen* (Val.) larvae in response to co-feeding with live feed and micro particulate diet. *Eco. Env. & Cons.*, 20 (4), pp. (1715-1721).
77. Ramírez, L., & Olvera, R. (2006). Conocimientos acerca del alga *Spirulina* (*Arthrospira*). *Interciencia*, vol.31 (n° 009).
78. Real Academia de las Ciencias Exactas y Formales (2001). Diccionario esencial de las Ciencias Siclo. XXI. ESPASA. 1022 pp. .

- 79.Reartes, J. (1989). Cría de alevinos y juveniles de pejerrey en un sistema cerrado utilizando diversos tipos de alimento . Ushuahia, pp 1-6: Tercera Reun. Argentina de Acuicultura.
- 80.Reartes, J. L. (1995). El Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*): Métodos de cría y cultivo masivo. Roma. 35p.: COPESCAL, FAO.
- 81.Ringuelet, A. (1942). Ecología alimenticia del pejerrey. Rev.Mus.La Plata (Nueva Ser.).
- 82.Ringuelet, R., Iriart, R., & Escalante, A. (1980). Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) en la laguna Chascomús (Buenos Aires,Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. .
- 83.Robaina, L., & Izquierdo, M. (2000). Methodological Strategies for the Determination of Nutrient Requirements in Finfish. *CIHEAM-Options Mediterraneeennes (2000)*, pp: 25-41.
- 84.Rodriguez, A. (2009). Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. *Revista AquaTIC*, n° 30, pp. 1-18.
- 85.Rojas, M. (2010). *Odonthestes bonariensis* (Pejerrey). En N. Flores, & A. Brown, Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo (págs. pp. 81-88). FAO.
- 86.Rojas, M., Navarrete, N., Elías, G., & Contreras, G. (1999). Efecto de Jugos vegetales sobre la produccion de *Daphnia pulex* (Cladocera: Daphnidae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Biol. Trop.* , 47(3): 429-435.
- 87.Rojas, T., & Vargas, A. (2009). Diseño de un sistema a nivel piloto para la remocion de plomo y zinc por debajo de la concentracion letal media (cl50-48) para *Daphnia pulex*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- 88.Romo, I. (2014). Efecto del alimento de *Daphnia magna* y *Echytraeus buchholzi* en juveniles de *Apistogramma cacatuoides* en condiciones de cautiverio, en la ciudad de Palmiria, Valle de Cauca. Palmira: Universidad de Nariño.
- 89.Rueda, R. (1996). Efecto nutricional en tres microalgas y una cianobacteria en el cultivo del rotifero *Brachionus plicatilis*. *Ciencias Marinas - Mexico.*, 22(3): 3 13-328 .
- 90.Sales, J., & Janssens, G. (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16: 533-540.

- 91.Schipp, G., Bosmans, J., & Marshall, A. (1999). A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods. *Aquaculture* 174, pp. 81–88.
- 92.Silveira, N. (1993). El estado actual de la alimentación y nutrición de la acuicultura de Brasil. Universidad Federal De Santa Catarina-Brasil.
- 93.Somoza, G., Miranda, L., Berasain, G., Colautti, D., Remes Lenicov, M., & Strüssmann, C. (2008). Historical aspects, current status, and prospects of pejerrey aquaculture in South America. *Aquaculture Research*, 39: 784-793.
- 94.Sorgeloos, P., Dhert, P., & Candreva, P. (2001). Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200, 147–159, 147–159.
- 95.Strembel, C. (2004). Clasificación de las algas *Spirulina*. Laboratorios HydroGrow. *Spiruline*.
- 96.Thalia Castro B., R. D. (2003). Alimento vivo en la acuicultura. Departamento El Hombre y su Ambiente, Division de CBS. UAM Unidad Xochimilco.
- 97.Tiboni, O., & Ciferri, O. (1985). The biochemistry and industrial potential of *Spirulina* sp. *Ann Rev. Microbiol.*, 39:503-526.
- 98.Torrentera, L., & Tacon, A. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. FAO - Brasilia.
- 99.Velasco, C., Berasain, G., & Padin, D. (2014). Crecimiento de juveniles de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) bajo dos diferentes condiciones de cultivo. *Biología Acuática* , N° 30, 229-239.
- 100.Vera Rivas Plata, J. (1989). El pejerrey de la cuenca del Lago Titicaca. Lima, Perú.: Publ.Centro de Investigación y Desarrollo Agro Pesquero (CEIDAP).
- 101.Vila, I., & Soto, D. (1986). *Odontesthes bonariensis* "pejerrey argentino", una especie para cultivo extensivo. Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses. COPESCAL Documento Técnico, 4:224-235.
- 102.Watanabe, T., Kitajima, C., & Fujita, S. (1983). Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish. *Aquaculture*, 34, 115–145.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 28. Prueba de ANOVA para evaluar diferencias significativas entre las raciones de *Arthrospira* sp. respecto a la composición nutricional de *Daphnia pulex*

Variables (%)	Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Proteína	Tratamientos	3	3.232	1.077	16.694	0.001
	Error	8	0.516	0.065		
	Total	11	3.749			
Grasa	Tratamientos	3	1.230	0.410	30.449	0.000
	Error	8	0.108	0.013		
	Total	11	1.338			
Cenizas	Tratamientos	3	0.062	0.021	5.079	0.029
	Error	8	0.033	0.004		
	Total	11	0.095			
Carbohidratos	Tratamientos	3	6.666	2.222	15.148	0.001
	Error	8	1.173	0.147		
	Total	11	7.839			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 29. Prueba de comparación múltiple de Dunnett para evaluar que tratamiento (T1, T2, T3) es mejor que el grupo control (*T4)

Variables		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	
Proteína	T1	*T4	0.43333	0.20743	0.081	-0.0679
	T2	*T4	1,06333*	0.20743	0.001	0.5621
	T3	*T4	1,32000*	0.20743	0.000	0.8188
Grasa	T1	*T4	,73000*	0.09475	0.000	0.5010
	T2	*T4	,64667*	0.09475	0.000	0.4177
	T3	*T4	,80667*	0.09475	0.000	0.5777
Cenizas	T1	*T4	-0.18667	0.05228	1.000	-0.3130
	T2	*T4	-0.10333	0.05228	0.995	-0.2297
	T3	*T4	-0.16333	0.05228	0.999	-0.2897
Carbohidratos	T1	*T4	-0.97667	0.31270	0.999	-1.7323
	T2	*T4	-1.60667	0.31270	1.000	-2.3623
	T3	*T4	-1.96333	0.31270	1.000	-2.7190

Fuente: Elaboración propia (2019).

*T4 Tratamiento control

Tabla 30. Cultivo de *Daphnia pulex*

TRAT/ REP	Fecha	<i>D. pulex</i> / 200 ml	<i>D. pulex</i> / 10000 ml	Talla (mm)	Biomasa (g)	Mortalidad (%)	<i>Arthrospira</i> sp. (g)
1%							
T ₁ R ₁	13/12/2018	1335	66750	0,632	6,4748	-	0,0647
	15/12/2018	1152	57600	0,753	5,5872	13,71	0,0559
	17/12/2018	850	42500	0,816	4,1225	26,22	0,0412
T ₁ R ₂	13/12/2018	1247	62350	0,718	6,0480	-	0,0605
	15/12/2018	1045	52250	0,792	5,0683	16,20	0,0507
	17/12/2018	884	44200	0,802	4,2874	15,41	0,0429
T ₁ R ₃	13/12/2018	1372	68600	0,664	6,6542	-	0,0665
	15/12/2018	1099	54950	0,725	5,3302	19,90	0,0533
	17/12/2018	847	42350	0,803	4,1080	22,93	0,0411
1,5 %							
T ₂ R ₁	13/12/2018	1349	67450	0,665	6,5427	-	0,0981
	15/12/2018	1014	50700	0,767	4,9179	24,83	0,0738
	17/12/2018	782	39100	0,867	3,7927	22,88	0,0569
T ₂ R ₂	13/12/2018	1122	56100	0,644	5,4417	-	0,0816
	15/12/2018	969	48450	0,754	4,6997	13,64	0,0705
	17/12/2018	841	42050	0,813	4,0789	13,21	0,0612
T ₂ R ₃	13/12/2018	1325	66250	0,641	6,4263	-	0,0964
	15/12/2018	1060	53000	0,773	5,1410	20,00	0,0771
	17/12/2018	873	43650	0,854	4,2341	17,64	0,0635
2%							
T ₃ R ₁	13/12/2018	1427	71350	0,654	6,9210	-	0,1384
	15/12/2018	1231	61550	0,775	5,9704	13,74	0,1194
	17/12/2018	1010	50500	0,881	4,8985	17,95	0,0980
T ₃ R ₂	13/12/2018	1675	83750	0,692	8,1238	-	0,1625
	15/12/2018	1324	66200	0,752	6,4214	20,96	0,1284
	17/12/2018	1103	55150	0,839	5,3496	16,69	0,1070
T ₃ R ₃	13/12/2018	1573	78650	0,734	7,6291	-	0,1526
	15/12/2018	1317	65850	0,825	6,3875	16,27	0,1277
	17/12/2018	1056	52800	0,888	5,1216	19,82	0,1024
PROMEDIO		-	-	0,7601	-	18,44	-
TOTAL		30882	1544100	-	149,7777	-	2,2924

Fuente: Elaboración propia (2019).

T1								
Parámetro	TR1	TR2	TR3	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V
Temperatura (°C)	18,30	17,80	17,97	18,02	18,30	17,80	0,25	1,41
Oxígeno (mg/l)	5,78	5,71	5,80	5,76	5,80	5,71	0,05	0,83
pH	7,66	7,63	7,63	7,64	7,66	7,63	0,02	0,21
NH ₄ (mg/l)	0,82	0,92	0,94	0,89	0,94	0,82	0,06	7,01
NH ₃ (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	13,32
T2								
Temperatura (°C)	18,00	17,37	17,37	17,58	18,00	17,37	0,37	2,08
Oxígeno (mg/l)	5,70	5,93	5,84	5,82	5,93	5,70	0,12	2,00
pH	7,21	7,37	7,31	7,30	7,37	7,21	0,08	1,11
NH ₄ (mg/l)	0,94	0,93	0,92	0,93	0,94	0,92	0,01	0,82
NH ₃ (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	25,00
T3								
Temperatura (°C)	18,03	17,70	17,47	17,73	18,03	17,47	0,28	1,61
Oxígeno (mg/l)	5,95	5,67	5,90	5,84	5,95	5,67	0,15	2,54
pH	7,12	7,14	7,34	7,20	7,34	7,12	0,12	1,65
NH ₄ (mg/l)	0,96	0,93	0,98	0,95	0,98	0,93	0,03	2,89
NH ₃ (mg/l)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	20,00
*T4								
Temperatura (°C)	17,65		17,65		18,30	17,00	0,46	0,41
Oxígeno (mg/l)	7,01		7,01		7,30	6,72	0,21	0,36
pH	8,39		8,39		8,41	8,37	0,01	0,01
NH ₄ (mg/l)	0,57		0,57		0,61	0,53	0,03	0,05
NH ₃ (mg/l)	0,05		0,05		0,05	0,05	-	-

Tabla 31. Parámetros físico - químicos del cultivo de *Daphnia pulex*

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 32. Resultado de la composición nutricional en base seca de *Daphnia pulex* alimentada con *Arthrospira* sp. a diferentes concentraciones (T1 - 1%, T2 - 1.5%, T3 - 2%)

T1								
Componentes (%)	TR₁	TR₂	TR₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V
Proteína	61,28	61,74	60,89	61,30	61,74	60,89	0,43	0,69
Grasa	20,76	21,04	20,81	20,87	21,04	20,81	0,15	0,72
Cenizas	7,26	7,31	7,22	7,26	7,31	7,22	0,05	0,62
Carbohidratos	10,7	9,91	11,08	10,56	11,08	9,91	0,60	5,65
T2								
Proteína	61,75	62,13	61,92	61,93	62,13	61,92	0,19	0,31
Grasa	20,64	20,78	20,94	20,79	20,94	20,78	0,15	0,72
Cenizas	7,32	7,44	7,28	7,35	7,44	7,28	0,08	1,13
Carbohidratos	10,29	9,65	9,86	9,93	10,29	9,65	0,33	3,28
T3								
Proteína	62,34	61,96	62,27	62,19	62,34	61,96	0,20	0,33
Grasa	20,95	20,85	21,04	20,95	21,04	20,85	0,10	0,45
Cenizas	7,38	7,21	7,27	7,29	7,38	7,21	0,09	1,18
Carbohidratos	9,33	9,98	9,42	9,58	9,98	9,42	0,35	3,68

Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO 2

Tabla 33. Alimento vivo para alevinos de *Odontesthes bonariensis*

SEM	Fecha	Microalga	<i>D. pulex</i> / 200 (ml)	<i>D. pulex</i> / 35000 (ml)	Biomasa (g)	Ración	
						<i>Arthrospira</i> sp. (g)	<i>Chlorella</i> sp (ml)
						2 %	3×10^6 cel./ <i>D. pulex</i>
SEMANA 1	08/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	585	102375	9,9304	0.1986	-
		<i>Chlorella</i> sp.	753	131775	12,7822	-	426.2
		Medio natural	387	67725	6,5693	-	-
	10/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	359	62825	6,0940	0.1219	-
		<i>Chlorella</i> sp.	697	121975	11,8316	-	394.5
		Medio natural	305	53375	5,1774	-	-
	12/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	261	45675	4,4305	0.0886	-
		<i>Chlorella</i> sp.	558	97650	9,4721	-	315.8
		Medio natural	266	46550	4,5154	-	-
	13/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	469	82075	7,9613	0.1592	-
		<i>Chlorella</i> sp.	453	79275	7,6897	-	256.4
		Medio natural	619	108325	10,5075	-	-
SEMANA 2	15/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	276	48300	4,6851	0.0937	-
		<i>Chlorella</i> sp.	365	63875	6,1959	-	206.6
		Medio natural	548	95900	9,3023	-	-
	17/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	212	37100	3,5987	0.0720	-
		<i>Chlorella</i> sp.	246	43050	4,1759	-	139.2
		Medio natural	439	76825	7,4520	-	-
	18/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	250	43750	4,2438	0.0849	-
		<i>Chlorella</i> sp.	259	45325	4,3965	-	146.6
		Medio natural	284	49700	4,8209	-	-
	20/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	212	37100	3,5987	0.0720	-
		<i>Chlorella</i> sp.	236	41300	4,0061	-	133.6
		Medio natural	249	43575	4,2268	-	-
SEMANA 3	22/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	173	30275	2,9367	0.0587	-
		<i>Chlorella</i> sp.	196	34300	3,3271	-	110.9
		Medio natural	206	36050	3,4969	-	-
	23/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	888	155400	15,0738	0.3015	-
		<i>Chlorella</i> sp.	961	168175	16,3130	-	544.0
		Medio natural	890	155750	15,1078	-	-
25/02/2019	<i>Arthrospira</i> sp.	725	126875	12,3069	0.2461	-	

Continuación de la tabla 34.

			832	145600	14,1232	-	470.9
		Medio natural	796	139300	13,5121	-	-
	27/02/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	517	90475	8,7761	0.1755	-
		<i>Chlorella sp.</i>	604	105700	10,2529	-	341.9
		Medio natural	648	113400	10,9998	-	-
	28/02/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	421	73675	7,1465	0.1429	-
		<i>Chlorella sp.</i>	563	98525	9,5569	-	318.7
		Medio natural	545	95375	9,2514	-	-
SEMANA 4	01/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	334	58450	5,6697	0.1134	-
		<i>Chlorella sp.</i>	543	95025	9,2174	-	307.4
		Medio natural	345	60375	5,8564	-	-
	03/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	223	39025	3,7854	0.0757	-
		<i>Chlorella sp.</i>	452	79100	7,6727	-	255.8
		Medio natural	245	42875	4,1589	-	-
	05/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	356	62300	6,0431	0.1209	-
		<i>Chlorella sp.</i>	421	73675	7,1465	-	238.3
		Medio natural	376	65800	6,3826	-	-
	07/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	235	41125	3,9891	0.0798	-
		<i>Chlorella sp.</i>	384	67200	6,5184	-	217.4
		Medio natural	233	40775	3,9552	-	-
SEMANA 5	08/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	188	32900	3,1913	0.0638	-
		<i>Chlorella sp.</i>	212	37100	3,5987	-	120.0
		Medio natural	210	36750	3,5648	-	-
	10/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	452	79100	7,6727	0.1535	-
		<i>Chlorella sp.</i>	386	67550	6,5524	-	218.5
		Medio natural	654	114450	11,1017	-	-
	12/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	345	60375	5,8564	0.1171	-
		<i>Chlorella sp.</i>	342	59850	5,8055	-	193.6
		Medio natural	585	102375	9,9304	-	-
	14/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	271	47425	4,6002	0.0920	-
		<i>Chlorella sp.</i>	297	51975	5,0416	-	168.1
		Medio natural	322	56350	5,4660	-	-
SEMANA 6	15/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	321	56175	5,4490	0.1090	-
		<i>Chlorella sp.</i>	387	67725	6,5693	-	219.1
		Medio natural	435	76125	7,3841	-	-
	17/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	287	50225	4,8718	0.0974	-
		<i>Chlorella sp.</i>	330	57750	5,6018	-	186.8
		Medio natural	389	68075	6,6033	-	-

Continuación de la tabla 34

SEMANA 7	19/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	170	29750	2,8858	0.0577	-	
		<i>Chlorella sp.</i>	271	47425	4,6002	-	153.4	
		Medio natural	221	38675	3,7515	-	-	
	21/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	336	58800	5,7036	0.1141	-	
		<i>Chlorella sp.</i>	451	78925	7,6557	-	255.3	
		Medio natural	356	62300	6,0431	-	-	
	SEMANA 7	22/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	252	44100	4,2777	0.0856	-
			<i>Chlorella sp.</i>	331	57925	5,6187	-	187.4
			Medio natural	276	48300	4,6851	-	-
24/03/2019		<i>Arthrospira sp.</i>	220	38500	3,7345	0.0747	-	
		<i>Chlorella sp.</i>	180	31500	3,0555	-	101.9	
		Medio natural	176	30800	2,9876	-	-	
26/03/2019		<i>Arthrospira sp.</i>	478	83650	8,1141	0.1623	-	
		<i>Chlorella sp.</i>	423	74025	7,1804	-	239.4	
		Medio natural	532	93100	9,0307	-	-	
28/03/2019	<i>Arthrospira sp.</i>	418	73150	7,0956	0.1419	-		
	<i>Chlorella sp.</i>	356	62300	6,0431	-	201.5		
	Medio natural	487	85225	8,2668	-	-		
TOTAL			34747	6080725	589,8303	6,9489	14138,5	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 34. Cantidad y ración teórica de *Daphnia pulex* por alevín de *Odontesthes bonariensis* según el contenido estomacal

C.E.	E.O.b	Fecha	TA			TB			TC			TA	TB	TC
			TA1	TA2	TA3	TB1	TB2	TB3	TC1	TC2	TC3			
4 <i>D. pulex</i> (promedio) / <i>Odontesthes bonariensis</i>	42	08/02/2019	196	196	196	192	196	196	192	192	192	5188	5296	5004
	43	09/02/2019	192	188	188	188	192	192	188	188	188			
	44	10/02/2019	192	184	180	188	192	188	184	180	188			
	45	11/02/2019	192	180	176	188	188	180	180	168	180			
	46	12/02/2019	184	164	156	180	180	156	168	148	164			
	47	13/02/2019	184	164	156	180	180	156	168	148	164			
	48	14/02/2019	180	164	148	176	180	152	164	144	160			
	49	15/02/2019	180	164	148	176	180	152	164	144	160			
	50	16/02/2019	172	156	140	172	172	140	152	136	156			
	51	17/02/2019	172	156	140	172	172	140	152	136	156			
6 <i>D. pulex</i> (promedio) / <i>Odontesthes bonariensis</i>	52	18/02/2019	246	228	204	240	252	198	222	198	228	6054	5952	5772
	53	19/02/2019	246	228	204	240	252	198	222	198	228			
	54	20/02/2019	240	222	192	228	246	192	216	192	222			
	55	21/02/2019	222	216	180	222	234	156	204	192	204			
	56	22/02/2019	222	216	180	222	234	156	204	192	204			
	57	23/02/2019	210	198	162	204	216	138	180	174	186			
	58	24/02/2019	210	198	162	204	216	138	180	174	186			
	59	25/02/2019	210	192	156	192	210	126	180	162	186			
	60	26/02/2019	210	192	156	192	210	126	180	162	186			
	61	27/02/2019	210	186	156	186	204	120	174	156	180			
8 <i>D. pulex</i> (promedio) / <i>Odontesthes bonariensis</i>	62	28/02/2019	280	248	208	248	272	160	232	208	240	6968	6464	6336
	63	01/03/2019	272	240	200	248	264	160	224	208	232			
	64	02/03/2019	272	240	200	248	264	160	224	208	232			
	65	03/03/2019	272	240	192	240	256	160	224	200	224			
	66	04/03/2019	272	240	192	240	256	160	224	200	224			
	67	05/03/2019	264	232	184	232	248	152	216	192	216			
	68	06/03/2019	264	232	184	232	248	152	216	192	216			
	69	07/03/2019	264	232	184	232	240	152	208	184	208			
	70	08/03/2019	264	232	184	232	240	152	208	184	208			
	71	09/03/2019	264	232	184	232	240	144	200	184	200			
10 <i>D. pulex</i> (promedio) / <i>Odontesthes bonariensis</i>	72	10/03/2019	330	290	230	290	300	180	250	230	250	8240	7490	7190
	73	11/03/2019	330	280	230	290	300	180	250	230	250			
	74	12/03/2019	330	280	230	290	300	180	250	230	250			
	75	13/03/2019	330	270	230	290	300	170	250	230	240			
	76	14/03/2019	330	270	230	290	300	170	250	230	240			
	77	15/03/2019	320	270	230	290	300	160	250	230	240			
	78	16/03/2019	320	270	230	290	300	160	250	230	240			

Continuación de la tabla 35

	79	17/03/2019	310	270	230	290	290	150	240	230	240			
	80	18/03/2019	310	270	230	290	290	150	240	230	240			
	81	19/03/2019	300	270	220	280	280	140	230	230	240			
12 <i>D. pulex</i> (promedio) / <i>Odontesthes bonariensis</i>	82	20/03/2019	360	324	264	336	336	168	276	276	288	8412	7416	7488
	83	21/03/2019	360	324	252	324	336	168	276	276	288			
	84	22/03/2019	360	324	252	324	336	168	276	276	288			
	85	23/03/2019	360	324	252	324	336	168	276	276	288			
	86	24/03/2019	360	324	252	324	336	168	276	276	288			
	87	25/03/2019	360	324	252	324	324	168	276	276	276			
	88	26/03/2019	360	324	252	324	324	168	276	276	276			
	89	27/03/2019	360	324	240	324	324	168	264	276	276			
	90	28/03/2019	360	324	240	324	324	168	264	276	276			
	TOTAL / REPETICION			13208	11816	9838	12144	12570	7904	10770	10128			
TOTAL / TRATAMIENTO			34862			32618			31790					

Fuente: Elaboración propia (2019).

- C.E – Contenido estomacal
- E.O.b – Edad de *Odontesthes bonariensis* - días

Tabla 35. Parámetros fisicoquímicos registrados en el cultivo experimental de alevines de *O. bonariensis*

TA									
Parámetro	R ₁	R ₂	R ₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V	
Temperatura (°C)	17,89	17,74	18,12	17,92	19,80	16,10	0,75	4,21	
Oxígeno (mg/l)	5,85	5,75	5,71	5,77	6,12	5,52	0,15	2,62	
pH	7,81	7,87	7,79	7,82	7,87	7,79	0,17	2,14	
NH ₄ (mg/l)	0,82	0,86	0,90	0,86	0,90	0,82	0,16	18,52	
NH ₃ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	41,62	
TB									
Temperatura (°C)	17,84	17,61	17,97	17,81	19,50	16,27	0,67	3,78	
Oxígeno (mg/l)	5,74	5,74	5,82	5,77	5,82	5,74	0,13	2,24	
pH	7,83	7,92	7,87	7,87	7,92	7,83	0,25	3,24	
NH ₄ (mg/l)	0,78	0,73	0,80	0,77	0,80	0,73	0,13	17,13	
NH ₃ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	41,34	
TC									
Temperatura (°C)	17,95	18,40	18,20	18,18	19,70	16,03	0,81	4,48	
Oxígeno (mg/l)	5,86	5,76	5,73	5,78	5,86	5,73	0,14	2,48	
pH	7,95	7,92	7,97	7,95	7,97	7,92	0,24	3,01	
NH ₄ (mg/l)	0,76	0,74	0,71	0,74	0,76	0,71	0,17	22,56	
NH ₃ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	45,16	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 36. Peso (g) de alevines de *O. bonariensis*

Semana	Tratamiento	R ₁	R ₂	R ₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V (%)
0	A	0,0126	0,0124	0,0131	0,0127	0,0131	0,0124	0,0004	2,84
	B	0,0123	0,0132	0,0128	0,0128	0,0132	0,0123	0,0005	3,53
	C	0,0128	0,0131	0,0124	0,0128	0,0131	0,0124	0,0004	2,75
1	A	0,0153	0,0139	0,0163	0,0152	0,0163	0,0139	0,0012	7,95
	B	0,0126	0,0176	0,0130	0,0144	0,0176	0,0126	0,0028	19,30
	C	0,0149	0,0140	0,0149	0,0146	0,0149	0,0140	0,0005	3,56
2	A	0,0195	0,0210	0,0205	0,0203	0,0210	0,0195	0,0008	3,76
	B	0,0148	0,0195	0,0150	0,0164	0,0195	0,0148	0,0027	16,17
	C	0,0210	0,0180	0,0160	0,0183	0,0210	0,0160	0,0025	13,73
3	A	0,0270	0,0277	0,0268	0,0272	0,0277	0,0268	0,0005	1,86
	B	0,0172	0,0225	0,0257	0,0218	0,0257	0,0172	0,0043	19,82
	C	0,0237	0,0187	0,0175	0,0200	0,0237	0,0175	0,0033	16,40
4	A	0,0341	0,0310	0,0345	0,0332	0,0345	0,0310	0,0019	5,82
	B	0,0331	0,0234	0,0315	0,0293	0,0331	0,0234	0,0052	17,58
	C	0,0294	0,0229	0,0222	0,0248	0,0294	0,0222	0,0040	15,95
5	A	0,0443	0,0437	0,0471	0,0450	0,0471	0,0437	0,0018	4,00
	B	0,0349	0,0268	0,0367	0,0328	0,0367	0,0268	0,0053	16,21
	C	0,0326	0,0292	0,0261	0,0293	0,0326	0,0261	0,0033	11,20
6	A	0,0659	0,0551	0,0494	0,0568	0,0659	0,0494	0,0084	14,73
	B	0,0413	0,0296	0,0530	0,0413	0,0530	0,0296	0,0117	28,32
	C	0,0331	0,0310	0,0296	0,0312	0,0331	0,0296	0,0017	5,59
7	A	0,0724	0,0632	0,0974	0,0777	0,0974	0,0632	0,0177	22,76
	B	0,0419	0,0413	0,0833	0,0555	0,0833	0,0413	0,0241	43,38
	C	0,0397	0,0369	0,0460	0,0408	0,0460	0,0369	0,0047	11,41

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 37. Longitud estándar (cm) de alevines de *O. bonariensis*

Semana	Tratamiento	R ₁	R ₂	R ₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V (%)
0	A	1,23	1,21	1,30	1,25	1,30	1,21	0,05	3,79
	B	1,25	1,30	1,25	1,27	1,30	1,25	0,03	2,28
	C	1,25	1,20	1,19	1,21	1,25	1,19	0,03	2,65
1	A	1,35	1,34	1,35	1,35	1,35	1,34	0,01	0,43
	B	1,24	1,41	1,27	1,31	1,41	1,24	0,09	6,94
	C	1,30	1,30	1,25	1,28	1,30	1,25	0,03	2,25
2	A	1,42	1,41	1,46	1,43	1,46	1,41	0,03	1,99
	B	1,30	1,46	1,30	1,35	1,46	1,30	0,09	6,83
	C	1,40	1,35	1,31	1,35	1,40	1,31	0,05	3,52
3	A	1,62	1,55	1,57	1,58	1,62	1,55	0,04	2,43
	B	1,33	1,55	1,46	1,44	1,55	1,33	0,11	7,51
	C	1,54	1,38	1,34	1,42	1,54	1,34	0,11	7,60
4	A	1,80	1,61	1,70	1,71	1,80	1,61	0,09	5,52
	B	1,60	1,64	1,61	1,62	1,64	1,60	0,02	1,25
	C	1,63	1,58	1,46	1,56	1,63	1,46	0,09	5,60
5	A	1,84	1,79	1,91	1,85	1,91	1,79	0,06	3,14
	B	1,65	1,66	1,79	1,70	1,79	1,65	0,08	4,59
	C	1,69	1,72	1,53	1,65	1,72	1,53	0,11	6,39
6	A	2,24	1,99	1,97	2,07	2,24	1,97	0,15	7,22
	B	1,79	1,84	2,14	1,92	2,14	1,79	0,19	9,72
	C	1,83	1,75	1,77	1,78	1,83	1,75	0,04	2,40
7	A	2,61	2,35	2,47	2,48	2,61	2,35	0,13	5,31
	B	2,09	2,06	2,36	2,17	2,36	2,06	0,17	7,61
	C	1,84	1,96	1,92	1,91	1,96	1,84	0,06	3,38

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 38. Factor de condición (K) en alevines de *O. bonariensis*

Semana	Tratamiento	R ₁	R ₂	R ₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V (%)
0	A	0,68	0,70	0,60	0,66	0,70	0,60	0,05	8,28
	B	0,63	0,60	0,66	0,63	0,66	0,60	0,03	4,34
	C	0,66	0,76	0,74	0,72	0,76	0,66	0,05	7,54
1	A	0,62	0,58	0,66	0,62	0,66	0,58	0,04	6,83
	B	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,00	0,57
	C	0,68	0,64	0,76	0,69	0,76	0,64	0,06	9,25
2	A	0,68	0,50	0,66	0,61	0,68	0,50	0,10	15,98
	B	0,71	0,63	0,68	0,67	0,71	0,63	0,04	6,05
	C	0,77	0,73	0,72	0,74	0,77	0,72	0,02	3,21
3	A	0,63	0,73	0,69	0,68	0,73	0,63	0,05	7,50
	B	0,72	0,61	0,77	0,70	0,77	0,61	0,08	11,88
	C	0,64	0,71	0,72	0,69	0,72	0,64	0,04	5,80
4	A	0,58	0,80	0,68	0,69	0,80	0,58	0,11	15,72
	B	0,79	0,51	0,69	0,66	0,79	0,51	0,14	21,39
	C	0,67	0,58	0,70	0,65	0,70	0,58	0,06	9,14
5	A	0,70	0,64	0,64	0,66	0,70	0,64	0,03	5,27
	B	0,79	0,59	0,63	0,67	0,79	0,59	0,10	15,60
	C	0,66	0,56	0,71	0,65	0,71	0,56	0,08	11,80
6	A	0,58	0,66	0,63	0,62	0,66	0,58	0,04	6,55
	B	0,71	0,49	0,55	0,58	0,71	0,49	0,12	20,13
	C	0,54	0,57	0,53	0,55	0,57	0,53	0,02	3,61
7	A	0,45	0,45	0,67	0,52	0,67	0,45	0,13	23,99
	B	0,41	0,50	0,64	0,52	0,64	0,41	0,12	22,14
	C	0,64	0,49	0,62	0,58	0,64	0,49	0,08	13,37

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 39. Tasa específica de crecimiento - SGR (%/día) en alevines de *O. bonariensis*

Semana	Tratamiento	R ₁	R ₂	R ₃	\bar{X}	V. Max	V. Min	D.st	C.V (%)
0	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
1	A	1,20	0,71	1,36	1,09	1,36	0,71	0,34	31,08
	B	0,15	1,78	0,10	0,68	1,78	0,10	0,96	141,82
	C	0,94	0,41	1,14	0,83	1,14	0,41	0,38	45,24
2	A	1,50	2,56	1,42	1,83	2,56	1,42	0,63	34,68
	B	1,00	0,64	0,89	0,84	1,00	0,64	0,19	22,09
	C	2,13	1,56	0,44	1,38	2,13	0,44	0,86	62,34
3	A	2,01	1,73	1,66	1,80	2,01	1,66	0,18	10,19
	B	0,93	0,90	3,35	1,72	3,35	0,90	1,41	81,68
	C	0,74	0,25	0,54	0,51	0,74	0,25	0,25	48,28
4	A	1,46	0,68	1,56	1,24	1,56	0,68	0,48	38,99
	B	4,06	0,24	1,25	1,85	4,06	0,24	1,98	106,91
	C	1,35	1,25	1,49	1,36	1,49	1,25	0,12	8,76
5	A	1,62	2,13	1,93	1,89	2,13	1,62	0,26	13,76
	B	0,34	0,82	0,96	0,71	0,96	0,34	0,32	45,86
	C	0,65	1,49	1,00	1,05	1,49	0,65	0,42	40,42
6	A	2,47	1,44	0,31	1,40	2,47	0,31	1,08	76,96
	B	1,03	0,63	2,28	1,31	2,28	0,63	0,86	65,23
	C	0,09	0,38	0,79	0,42	0,79	0,09	0,35	84,48
7	A	0,59	0,85	4,21	1,88	4,21	0,59	2,02	107,16
	B	0,10	2,06	2,80	1,65	2,80	0,10	1,40	84,45
	C	1,12	1,08	2,72	1,64	2,72	1,08	0,94	57,19

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 40. Supervivencia diaria en alevines *Odontesthes bonariensis*

SE	FECHA	TA1	TA2	TA3	TB1	TB2	TB3	TC1	TC2	TC3	TA	TB	TC
SEMANA 1	8/02/2019	49	49	49	48	49	49	48	48	48	147	146	144
	9/02/2019	48	47	47	47	48	48	47	47	47	142	143	141
	10/02/2019	48	46	45	47	48	47	46	45	47	139	142	138
	11/02/2019	48	45	44	47	47	45	45	42	45	137	139	132
	12/02/2019	46	41	39	45	45	39	42	37	41	126	129	120
	13/02/2019	46	41	39	45	45	39	42	37	41	126	129	120
	14/02/2019	45	41	37	44	45	38	41	36	40	123	127	117
SEMANA 2	15/02/2019	45	41	37	44	45	38	41	36	40	123	127	117
	16/02/2019	43	39	35	43	43	35	38	34	39	117	121	111
	17/02/2019	43	39	35	43	43	35	38	34	39	117	121	111
	18/02/2019	41	38	34	40	42	33	37	33	38	113	115	108
	19/02/2019	41	38	34	40	42	33	37	33	38	113	115	108
	20/02/2019	40	37	32	38	41	32	36	32	37	109	111	105
	21/02/2019	37	36	30	37	39	26	34	32	34	103	102	100
SEMANA 3	22/02/2019	37	36	30	37	39	26	34	32	34	103	102	100
	23/02/2019	35	33	27	34	36	23	30	29	31	95	93	90
	24/02/2019	35	33	27	34	36	23	30	29	31	95	93	90
	25/02/2019	35	32	26	32	35	21	30	27	31	93	88	88
	26/02/2019	35	32	26	32	35	21	30	27	31	93	88	88
	27/02/2019	35	31	26	31	34	20	29	26	30	92	85	85
	28/02/2019	35	31	26	31	34	20	29	26	30	92	85	85
SEMANA 4	1/03/2019	34	30	25	31	33	20	28	26	29	89	84	83
	2/03/2019	34	30	25	31	33	20	28	26	29	89	84	83
	3/03/2019	34	30	24	30	32	20	28	25	28	88	82	81
	4/03/2019	34	30	24	30	32	20	28	25	28	88	82	81
	5/03/2019	33	29	23	29	31	19	27	24	27	85	79	78
	6/03/2019	33	29	23	29	31	19	27	24	27	85	79	78
	7/03/2019	33	29	23	29	30	19	26	23	26	85	78	75
SEMANA 5	8/03/2019	33	29	23	29	30	19	26	23	26	85	78	75
	9/03/2019	33	29	23	29	30	18	25	22	25	85	77	72
	10/03/2019	33	29	23	29	30	18	25	22	25	85	77	72
	11/03/2019	33	28	23	29	30	18	25	21	25	84	77	71
	12/03/2019	33	28	23	29	30	18	25	21	25	84	77	71
	13/03/2019	33	27	23	29	30	17	25	20	24	83	76	69
	14/03/2019	33	27	23	29	30	17	25	20	24	83	76	69
SEMANA 6	15/03/2019	32	27	23	29	30	16	25	20	24	82	75	69
	16/03/2019	32	27	23	29	30	16	25	20	24	82	75	69
	17/03/2019	31	27	23	29	29	15	24	20	24	81	73	68
	18/03/2019	31	27	23	29	29	15	24	20	24	81	73	68

Continuación tabla 41

	19/03/2019	30	27	22	28	28	14	23	20	24	79	70	67
	20/03/2019	30	27	22	28	28	14	23	20	24	79	70	67
	21/03/2019	30	27	21	27	28	14	23	19	24	78	69	66
SEMANA 7	22/03/2019	30	27	21	27	28	14	23	19	24	78	69	66
	23/03/2019	30	27	21	27	28	14	23	18	24	78	69	65
	24/03/2019	30	27	21	27	28	14	23	18	24	78	69	65
	25/03/2019	30	27	21	27	27	14	23	18	23	78	68	64
	26/03/2019	30	27	21	27	27	14	23	18	23	78	68	64
	27/03/2019	30	27	20	27	27	14	22	18	23	77	68	63
	28/03/2019	30	27	20	27	27	14	22	18	23	77	68	63
		TA1	TA2	TA3	TB1	TB2	TB3	TC1	TC2	TC3			
	N° INICIAL	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
	N° MUERTOS	20	23	30	23	23	36	28	32	27			
	N° FINAL	30	27	20	27	27	14	22	18	23			
	% SOBREVIVENCIA	60	54	40	54	54	28	44	36	46			
	% PROMEDIO	51,33			45,33			42,00					

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 41. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en el peso de alevinos de *O. bonariensis* en la 5.^a semana de evaluación

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0.002	2	0,000	12,316	0,008
Error	0.002	6	0,000		
Total	0.004	8			

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 42. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en peso (g) respecto al tratamiento control - 5.^a semana

Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
		Límite inferior			
TB	TC	0,00163	0,00349	0,476	-0,0065
TA	TC	,01573*	0,00349	0,004	0,0076

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 43. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en la talla de alevinos de *O. bonariensis* en la 7.^a semana de evaluación

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0.487	2	0.244	15.052	0.005
Error	0.097	6	0.016		
Total	0.584	8			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 44. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en la talla (cm) respecto al tratamiento control - 7.^a semana

Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
		Límite inferior			
TB	TC	,2630000*	0.1038671	0.039	0.020283
TA	TC	,5693333*	0.1038671	0.001	0.326616

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 45. ANOVA para determinar la diferencia estadística significativa en el factor de condición (K) en alevinos de *O. bonariensis* durante el periodo de evaluación - 7.^a semana

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0.010	2	40,444	0,335	0,728
Error	0.506	6	120,667		
Total	0.516	8			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 46. ANOVA para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en la tasa específica de crecimiento (SGR) de alevinos de *O. bonariensis* en la 5.^a semana de evaluación

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3.381	2	1,120	9,608	0,013
Error	46.286	6	0,117		
Total	49.667	8			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 47. Prueba Dunnett para determinar que tratamiento es mejor en la tasa específica de crecimiento (SGR) respecto al tratamiento control - 5.ª semana

Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
TB	TC	-0,34000	0,27881	0,947	-0,9915
TA	TC	,84667*	0,27881	0,020	0,1951

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 48. ANOVA para determinar la falta de diferencia estadística significativa en el % de sobrevivencia de alevinos de *O. bonariensis* durante el periodo de evaluación - 7º semana

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1817.184	2	0,444	2,000	0,216
Error	72828.122	6	0,222		
Total	74645.306	8			

Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO 3



Figura 21. Extracción de *Daphnia pulex* del medio natural (Bahía de Puno)



Figura 22. Medición de parámetros en el cultivo de pejerrey



Figura 23. Extracción de mortalidad de pejerrey



Figura 24. Limpieza de acuarios de pejerrey

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 164-018
Muestra : ARTHROSPIRA SP
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 19-11-2018

1. Análisis químico proximal

Componente	Cantidad (%)
Proteína	66.20
Humedad	5.61
Grasa	6.28
Ceniza	7.18
Carbohidratos	14.73

Arequipa, 23 de Noviembre del 2018



M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 015-019 (A)
Muestra : DAPHNIA PULEX 1%
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 14-01-2019

1. Análisis químico proximal (base seca)

Componente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Proteína	61.28	61.74	60.89
Grasa	20.76	21.04	20.81
Ceniza	7.26	7.31	7.22
Carbohidratos	10.70	9.91	11.08

Arequipa, 18 de Enero del 2019



M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS


CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 015-019 (B)
Muestra : DAPHNIA PULEX 1.5%
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 14-01-2019

1. Análisis químico proximal (base seca)

Componente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Proteína	61.75	62.13	61.92
Grasa	20.64	20.78	20.94
Ceniza	7.32	7.44	7.28
Carbohidratos	10.29	9.65	9.86

Arequipa, 18 de Enero del 2019


M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 015-019 ©
Muestra : DAPHNIA PULEX 2%
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 14-01-2019

1. Análisis químico proximal (base seca)

Componente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Proteína	62.34	61.96	62.27
Grasa	20.95	20.85	21.04
Ceniza	7.38	7.21	7.27
Carbohidratos	9.33	9.98	9.42

Arequipa, 18 de Enero del 2019



M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS


CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 016-019 (A)
Muestra : DAPHNIA CON CHLORELLA SP
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 16-01-2019

1. Análisis químico proximal (base seca)

Componente	Cantidad (%)
Proteína	62.54
Grasa	22.65
Ceniza	6.24
Carbohidratos	8.57

Arequipa, 22 de Enero del 2019


M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS CURADOS

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Número : 016-019 (B)
Muestra : DAPHINIA MEDIO NATURAL
Solicitante : RUDY BRANDO YTUZA HANCCO
Fecha de recepción : 16-01-2019

1. Análisis químico proximal (base seca)

Componente	Cantidad (%)
Proteína	60.87
Grasa	20.14
Ceniza	7.45
Carbohidratos	11.54

Arequipa, 22 de Enero del 2019



M.Sc. Gustavo E. Benavente Velásquez
C.I.P. 77703
Docente responsable
Laboratorio de Tecnología y Productos Curados