

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DE UN PROMOTOR MULTIFUNCIONAL EN LA
DIETA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE
JUVENILES DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*)”**

Presentado por:

MILAGROS NATIVIDAD PONCE CANALES

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

LIMA-PERÚ

2014

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Promotores de crecimiento	2
2.2. Promotor multifuncional (PMF)	3
2.2.1. Enzimas exógenas	3
2.2.2. Probióticos	5
2.2.3. Prebióticos	8
2.3. Componentes del PMF evaluado	9
2.3.1. Cultivos viables del género <i>Bacillus</i>	9
2.3.2. Extracto de levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13
2.3.3. Proteasas	15
2.3.4. Amilasa	15
2.3.5. Lipasa	17
2.3.6. Carbonato de calcio	17
2.3.7. Bicarbonato de sodio	17
2.4. Efecto del uso del PMF	18
2.4.1. Mejora de la digestibilidad de nutrientes	18
2.4.2. Proliferación de organismos benéficos	18
2.5. Trucha arco iris	20
2.5.1. Microbiota del tracto intestinal en peces y factores que la afectan	21
2.5.2. Requerimientos nutricionales	24
2.5.3. Alimentación	27
2.5.4. Frecuencia alimenticia	28
2.5.5. Tasa de alimentación	28
2.5.6. Condiciones medio ambientales	29
2.6. Uso de promotores en peces	29
III. MATERIALES Y METODOS	32

3.1. Materiales	32
3.1.1. Lugar de ejecución y duración	32
3.1.2. Instalaciones y equipos	32
3.1.3. Animales experimentales	33
3.1.4. Producto evaluado	33
3.1.5. Tratamientos	34
3.1.6. Dietas experimentales	34
3.1.7. Análisis proximal	36
3.2. Manejo experimental	36
3.3. Evaluación de la calidad del agua	36
3.3.1. Temperatura	37
3.3.2. Oxígeno disuelto	37
3.3.3. p H	37
3.3.4. Dureza	37
3.3.5. Amonio y Amoniaco	37
3.4. Parámetros a evaluar	38
3.4.1. Peso y longitud	38
3.4.2. Ganancia de peso e incremento de longitud	38
3.4.3. Incremento de la Biomasa	38
3.4.4. Consumo de alimento	39
3.4.5. Conversión alimenticia	39
3.4.6. Tasa de crecimiento	39
3.4.7. Supervivencia	40
3.4.8. Retención de la Eficiencia Proteica	40
3.4.9. Costo de alimento por Kg de ganancia de peso	41
3.4.10. Diseño estadístico	41
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Peso y ganancia de peso	42
4.2. Talla e incremento de talla	45
4.3. Consumo de alimento	46
4.4. Conversión alimenticia	46

4.5. Tasa de crecimiento	47
4.6. Supervivencia	48
4.7. Retención de la Eficiencia Proteica	48
4.8. Costo del alimento por Kg de peso ganado	49
V CONCLUSIONES	50
VI RECOMENDACIONES	51
VII BIBLIOGRAFÍA	52
VIII ANEXOS	75

INDICE DE CUADROS

CuadroPágina

1	Respuesta obtenida en dos especies de peces en la utilización de diversos probióticos (Adaptada de Burr y Gatlin, 2005).	11
2	Análisis proximal porcentual de la levadura, del extracto de levadura y de la pared celular de la levadura.	14
3	Requerimientos nutricionales para juveniles de trucha arco iris .	18
4	Fórmulas de las dietas y su valor nutritivo calculado	35
5	Efecto de los diferentes niveles del Promotor Multifuncional en el desarrollo productivo de juveniles de Trucha Arco Iris.	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo Página

I	Peso vivo e incremento de peso por tratamiento	74
II	Biomasa y ganancia de biomasa por tratamiento	74
III	Incremento de longitud por tratamiento	75
IV	Consumo de alimento por tratamiento	75
V	Conversión alimenticia por tratamiento	76
VI	Tasa de crecimiento por tratamiento	76
VII	Retención de la Eficiencia Proteica	77
VIII	Instalaciones y equipos del LINAPC	78
IX	Recomendaciones de calidad de agua para truchas	79
X	Tasa y frecuencia de alimentación para diferentes pesos de trucha a 15 °C	79
XI	Registro de los parámetros de calidad del agua	80
XII	Evaluación de los costos de alimento por kg. de ganancia de peso	80
XIII	Costo de las dietas	81
XIV	Análisis químico proximal de la dieta experimental	81
XV	Distribución de unidades experimentales	82
XVI	Resultados obtenidos por tratamientos y repetición para evaluación	83
XVII	Análisis de varianza del peso	84
XVIII	Análisis de varianza de la biomasa	85
XIX	Análisis de varianza de la longitud	86
XX	Análisis de varianza de la tasa de crecimiento	87
XXI	Análisis de varianza del consumo	87
XXII	Análisis de varianza de la conversión alimenticia	87
XXIII	Análisis de varianza de la retención de eficiencia proteica	88
XXIV	Análisis de costos de alimento por Kg de ganancia de peso	88
XXV	Hoja informativa-comercial del producto evaluado	89

RESUMEN

Durante las últimas décadas, los antibióticos han sido utilizados como estrategia tradicional para mejorar la productividad en peces, sin embargo, estos causan perjuicios al animal, al ser humano y al medio ambiente. Ante esta situación, la propuesta de promotores alternativos podrían ser una solución eficaz en la alimentación acuícola. El objetivo fue evaluar cuatro dietas isoproteicas e isocalóricas, con niveles de inclusión de 0.0%, 0.1%, 0.2% y 0.3% de un Promotor Multifuncional (PMF), en dietas para juveniles de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). El experimento se realizó en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Peces y Crustáceos (LINAPC), del Departamento de Académico de Nutrición, de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), durante 30 días, para lo cual se utilizaron 80 juveniles de trucha arco iris con peso promedio de 54 gr., provenientes de la estación piscícola de Huaros-Canta. Se formaron 16 unidades experimentales con 5 peces cada una, repartidos en cuatro tratamientos de 4 repeticiones. Las dietas fueron formuladas por programación lineal al mínimo costo. Los parámetros evaluados fueron el peso final, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, incremento de longitud, tasa de crecimiento, sobrevivencia, retención de la eficiencia proteica (PER) y costo de alimentación. El modelo estadístico empleado fue el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.), se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan. Los resultados obtenidos para los parámetros evaluados peso final, ganancia de peso y tasa de crecimiento mostraron diferencias significativas ($\alpha < 0.05$); sin embargo, en los parámetros, consumo de alimento e incremento de longitud, solo se observa un mayor rendimiento numérico al tratamiento de 0.3% del PMF; en la conversión alimenticia, retención de la eficiencia proteica (PER) y costo de alimentación, se observó un mejor rendimiento numérico para el tratamiento de 0.2% del PMF. La sobrevivencia observada fue del 100% durante todo el experimento. El costo de alimento por kilogramo de peso vivo, mostró que no existen diferencias significativas en los beneficios económicos entre tratamientos, sin embargo, existe un ahorro considerable en el uso del tratamiento con 0.2% del PMF. En conclusión los resultados obtenidos indican que el PMF puede incluirse hasta un nivel de 0.2 % en dietas para juveniles de trucha arcoíris.

Palabras clave: Trucha arcoíris, Promotor Multifuncional, juveniles

SUMMARY

In recent decades, antibiotics have been used as traditional strategy to improve productivity in fish, however, they cause harm to the animal, the human being and the environment. In this situation, the proposed alternative promoters could be an effective solution in aquaculture feed. The objective was to evaluate four isonitrogenous and isocaloric diets with inclusion levels of 0.0, 0.1%, 0.2% and 0.3% of a Multifunctional Promoter (PMF) in diets for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The experiment was performed at the Laboratory for Research in Nutrition and Food Fish and Shellfish (LINAPC), Academic Department of Nutrition, National Agrarian University La Molina (UNALM), for 30 days, for which 80 juveniles were used rainbow trout with an average weight of 54 gr., from the fish station Huaros-Canta. 16 experimental units were formed with 5 fish each, divided into four treatments of 4 replications. Diets were formulated by linear programming at minimal cost. The parameters evaluated were the final weight, weight gain, feed intake, feed conversion, increase in length, growth rate, survival, protein retention efficiency (PER) and feed cost. The statistical model used was Completely Randomized Design (DCA), analysis of variance and Duncan test was performed. The results obtained for the parameters evaluated final weight, weight gain and growth rate showed significant differences ($\alpha < 0.05$); however, parameters, feed consumption and increase in length, a greater numerical performance single treatment of 0.3% of PMF is observed; feed conversion, protein retention efficiency (PER) and feed cost, better numeric performance for the treatment of 0.2% of the PMF was observed. The observed survival was 100% throughout the experiment. The cost of feed per kilogram of body weight, showed no significant differences in economic benefits between treatments, however, there is a considerable saving in the use of treatment with 0.2% of the PMF. In conclusion, the results indicate that the PMF can be included to a level of 0.2% in diets for juvenile rainbow trout.

Keywords: rainbow trout, Multifunctional promoter, juveniles

I.INTRODUCCION

La acuicultura es una actividad productiva muy importante en el mundo debido, a la gran demanda del mercado por el consumo de especies hidrobiológicas. Así dentro del ámbito continental, el principal producto cultivado es la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), siendo Puno y Junín los principales departamentos dedicados al cultivo de esta especie. Su cosecha proveniente de la acuicultura se incrementó de 1928 TM en el año 2000 a 20100 TM en el año 2012 (PRODUCE, 2012).

En el 2002, según informes de la FAO, sesenta y cuatro países se dedicaron a la producción de trucha arcoíris pero muchos de estos en menor escala en comparación a los principales centros de producción de trucha como Europa, Norteamérica, Chile, Japón y Australia (FAO, 2002). Debido a esta expansión y desarrollo en la acuicultura, el costo de la alimentación representa hasta el 70 por ciento de los costos de producción en las empresas acuícolas; una de las estrategias de reducir los costos de alimentación es promover una mayor eficiencia en el comportamiento productivo. Los promotores multifuncionales se hacen de vital importancia debido a que generan beneficios en cuanto al rendimiento productivo, condición corporal, soporte inmunológico por efecto de sus componentes como los probióticos, prebióticos, enzimas digestivas y minerales, maximizando así la utilización del alimento.

Dichos promotores son utilizados en la alimentación de especies domésticas, principalmente aves y porcinos, con resultados favorables, sin embargo, no se han realizado evaluaciones en la alimentación de especies de acuicultura como la trucha.

Por lo expuesto el objetivo de la presente investigación fue evaluar cuatro niveles de un Promotor Multifuncional en dietas para juveniles de truchas, medido por los parámetros de peso vivo, ganancia de peso, alimento consumido, conversión alimenticia, longitud, tasa de crecimiento, sobrevivencia, costo de alimento por kilogramo de peso ganado y la retención de eficiencia proteica (PER).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PROMOTORES DE CRECIMIENTO

Son sustancias de composición perfectamente conocida que se incorporan en la dieta en bajas concentraciones para cumplir un determinado objetivo, mejorando la absorción de nutrientes, la eficiencia alimenticia y, en algunos casos, ocasionando un aumento en la velocidad de crecimiento y productividad (Haese y Nunes, 2004).

Los promotores de crecimiento se incorporan al alimento de los animales domésticos con fines fisiológicos o dietéticos. La normativa correspondiente al uso de estos productos depende directamente de la comunidad económica europea, y es cada país el que establece el necesario control, mediante legislación sobre nutrición animal. Los promotores de crecimiento pueden ser de tres tipos: a) Antibióticos y quimioterapéuticos de actuación sobre la microflora bacteriana del tubo digestivo, en concentraciones entre 30 y 100 mg/Kg de alimento, administrados sistemáticamente durante periodos largos; actualmente ya no son utilizados en la alimentación animal. b) Sustancias ionóforas de actuación sobre el rumen. c) Anabolizantes, generalmente sustancias de tipo hormonal, los cuales actúan como promotores de crecimiento mediante una acción sobre el metabolismo. d) Aditivos utilizados como promotores de crecimiento alternativos, entre ellos destacan las enzimas, los acidificantes orgánicos, los probióticos, los oligosacáridos, los extractos vegetales entre otros de carácter diverso (Mateos, 2000).

Estos favorecen indirectamente al animal, porque mantienen el equilibrio natural de la flora del tracto digestivo con lo que impiden la producción de toxinas por parte de esta y facilitan la absorción de los nutrientes del alimento. Desde el punto de vista económico, el uso de promotores de crecimiento permite producir la misma cantidad con menos alimento, lo que significa menor costo, y por lo tanto, productos más competitivos (Höchst Veterinar, 1999).

Durante las últimas décadas, los antibióticos han sido utilizados como estrategia tradicional para la gestión de enfermedades de los peces, sino también para la mejora del crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia. Sin embargo, el desarrollo y la propagación de agentes patógenos resistentes a los antimicrobianos fueron bien documentados (SCAN 2003; Kim *et al.*,2004). Hay un riesgo asociado con la transmisión de bacterias resistentes de los entornos de acuicultura a los seres humanos, y el riesgo asociado con la introducción en el medio ambiente humano de bacterias no patógenas, que contiene genes de resistencia antimicrobiana, y la posterior transferencia de dichos genes a los patógenos humanos (FAO, 2005) . Por otro lado los antibióticos inhiben o matan microbiota beneficiosa en el tracto gastrointestinal (GI) de los ecosistemas, sino que también hicieron residuos de antibióticos acumulado en productos de la pesca que sea nocivo para el consumo humano (OMS, 2006). Dentro de los antibióticos más utilizados en la industria salmonera, podemos encontrar Oxitetraciclina, Flumequina, Florfenicol y Ácido Oxolínico (Bravo *et al*, 2003).

Por las razones anteriores expuestas, la Unión Europea (UE) empieza a limitar desde Enero del 2006 el uso de antibióticos, debido a que las células que pueden sobrevivir en presencia de bajos niveles de antibióticos, se tornan resistentes y crecen, produciendo una población resistente a los antibióticos en los productos finales. Esta es la razón que en los últimos años las investigaciones en la alimentación, se está desarrollando diferentes aditivos como reguladores fisiológicos (Toghyani *et al.*, 2011).

2.2. PROMOTOR MULTIFUNCIONAL(PMF)

Los promotores multifuncionales son productos que contienen a su vez más de un aditivo y que realizan diferentes funciones en el tracto digestivo(Vergara, 2013).Estáncompuestos de enzimas exógenas, probióticos yprebióticos.

2.2.1. ENZIMAS EXÓGENAS

Las enzimas son compuestos orgánicos, proteicos, de estructuras tridimensionales, que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y metabólicos (McDonald, 1999).

Estos incluyen todas las reacciones de síntesis, digestión y degradación, convirtiendo a las enzimas en el motor que mueve la actividad de todas las células del organismo, controlando así todas las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales (Carlón, 2007). Hofer y Kock (1989) sugirieron que, a partir del perfil de las enzimas digestivas, es posible predecir la capacidad de una especie de utilizar diferentes nutrientes.

Las enzimas exógenas son aquellas que no pertenecen al sistema digestivo endógeno del animal, por lo que deben ser incorporadas en el alimento. Las enzimas exógenas representan una importante alternativa para incrementar la productividad y reducir los costos en los sistemas de producción animal (Schingoethe *et al.*, 1999). El uso de enzimas digestivas exógenas a la ración alimenticia se justifica cuando la capacidad de digestión del animal es limitada, como es el caso de los animales jóvenes, enfermos o bajo estrés; en los altos niveles de producción, donde la inclusión de enzimas digestivas a la ración de los animales puede mejorar el uso del alimento y el rendimiento animal y, cuando existe carencia de una enzima específica para la digestión de un nutriente (Wenk, 2000). Por tanto, los suplementos multienzimáticos son necesarios para obtener una respuesta más significativa que una o dos enzimas activas; sin embargo, las actividades enzimáticas de diferente origen, pueden diferir en la habilidad para degradar sus sustratos (Inborr, 1990).

Según Jorgensen y Just (1988) y Sutton *et al.* (1992) indicaron que la acción de las enzimas endógenas en el tracto gastrointestinal es básicamente a nivel de intestino delgado. A pesar de la gran producción de enzimas a nivel de boca y estómago, la degradación de los nutrientes no es tan importante debido al corto periodo de tiempo que permanece la enzima con el sustrato, además el bajo pH estomacal influye de una manera directa inhibiendo la actividad enzimática. El lugar de actividad de las enzimas exógenas coincide con el de las endógenas por lo tanto, la suplementación enzimática es más activa en la parte anterior del intestino delgado; consecuentemente, ellas tienden a sobrevivir a los bajos valores de pH del estómago donde la degradación microbial de nutrientes no puede ser realizada.

El empleo de enzimas exógenas no inhiben la producción de las enzimas endógenas, sino al contrario estimula su producción, de esta manera el monto de los nutrientes en el intestino disponible para la degradación y absorción se incrementan, estimulando el desarrollo del sistema digestivo (Graham, 1991).

La adecuada utilización de enzimas puede mejorar la digestibilidad de materias primas y reducir la variabilidad de estas de la siguiente manera: Rompiendo la pared celular y permitiendo un mejor acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes encapsulados, inactivando los factores antinutricionales encontrados en los cereales y en las fuentes de proteína vegetal, suplementando el sistema enzimático del animal, ya que después de nacer, el tracto gastrointestinal necesita madurar, minimizando la fermentación bacteriana en el intestino delgado y fomentándola en los ciegos, reduciendo la viscosidad de la dieta causada por fibras solubles, mejorando la digestión efectiva de las enzimas endógenas. (Choct *et al.*, 1996; Ghazi *et al.*, 1996; Pack *et al.*, 1998).

2.2.2. PROBIÓTICOS

“Probióticos” viene de la terminología griega “para la vida” y fue utilizado por primera vez por Parker en 1974. Parker definió al término *probiótico* como organismos y sustancias que contribuyen al balance microbiano intestinal. Su fundamento consiste en utilizar microorganismos beneficiosos, para conseguir una población estable de bacterias beneficiosas que controlen las poblaciones bacterianas patógenas (Mendel *et al.*, 1999).

El término probiótico se atribuye más a la reintroducción de cultivos viables y vivos (bacterias ácido lácticas) al animal, a través de la alimentación. Dependiendo de la especie animal, diferentes especies de microorganismos se pueden encontrar en el lumen o en el epitelio de cualquier sección del tracto gastrointestinal. (Parker, 1999). Asimismo, Hutcheson (1987), menciona que una bacteria probiótica es efectiva cuando esta es un habitante normal del intestino y tiene un periodo corto de regeneración, produce sustancias antimicrobianas y resiste a la manufactura de los alimentos balanceados.

Estos cultivos viables constan de una o más especies de microorganismos, que son administrados como aditivos a los animales desencadenando en ellos efectos beneficiosos, como consecuencia de las modificaciones en la microbiota de su tracto digestivo. El objetivo de administrarlos es establecer una microbiota intestinal favorable antes de que los microorganismos productores de enfermedades puedan colonizar (Caja *et al.*, 2003).

Asimismo, los probióticos deberían de cumplir los siguientes requisitos: Efectos benéficos sobre el animal, no ser patógenos ni tóxicos, deben estar presente en forma viable capaces de sobrevivir durante largos periodos de almacenamiento, producir compuestos antibacterianos incluidos ácidos que reduzcan el pH intestinal, competir por nutrientes o lugares de adhesión con microorganismos patógenos, estimular el sistema inmunitario y resistir el calor (De Blas *et al.*, citados por Julca, 2000).

Los probióticos han sido definidos como cultivos mono - o mixtos de microorganismos vivos que, cuando se administra a los animales o las cantidades adecuadas, confieren un beneficio de salud en el hospedador (FAO, 2002). La dosis de probióticos es un factor clave para los efectos beneficiosos óptimos en animales hospedadores (Minelly Benini, 2008; Nayak, 2010). Así como la efectividad de las bacterias probióticas depende también de su resistencia al ácido clorhídrico y a las sales biliares. Está bien establecido que la acidez gástrica es una barrera importante para la colonización del intestino. Es esencial por lo tanto que éstos tengan la habilidad de sobrevivir en las condiciones ácidas del estómago (Lyons, 1991).

Se ha estado recomendando que los microorganismos susceptibles de emplearse como aditivos fueran especies o cepas vivas de microorganismos capaces de adherirse a las células epiteliales y multiplicarse seguidamente. Sin embargo, cepas de otras bacterias como el *Bacillus cereus*, a pesar de no adherirse al epitelio intestinal han ser eficaces como probióticos. Su capacidad no depende de adherirse sino de colonizar el tracto gastro intestinal, por lo que su suministro debe ser periódico para que circule a lo largo de todo el tracto intestinal bajo una forma viva y activa (Hoa *et al.*, 2000 y Duc *et al.*, 2003). La mayoría de los microorganismos que se utilizan en los animales de granja, son especies de los géneros: *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus* entre las bacterias, así como cepas de *Saccharomyces cerevisiae* entre las levaduras y de *Aspergillus oryzae* entre los hongos filamentosos (Shiva, 2007).

Como uso en la acuicultura, la mayoría de probióticos que se han propuesto, pertenecen al grupo de las bacterias ácido lácticas y a los generos *Vibrio*, *Bacillus* y *Spseudomonas*, principalmente (Austin *et al.*, 1995; Garriquer y Arévalo, 1995; Ringo y Gatesoupe, 1998; Verschuere *et al.*, 2000; Sullivan, 2001).

En los años recientes, se han llevado a cabo una serie de investigaciones para demostrar los efectos favorables que los probióticos inducen en sus hospederos. La mayoría de los estudios se realizaron inicialmente en vertebrados terrestres, principalmente cerdos (Sakata *et al.*, 2003), pollos (Netherwood *et al.*, 1999), ratas (Susuki *et al.*, 1989) y humanos (Tannock, 1997). Las investigaciones en peces son recientes (Gatesoupe, 1999, Verschuere *et al.*, 2000). En el Cuadro 1 se presenta una síntesis de los principales efectos obtenidos con el uso de probióticos en dos especies de peces cultivados. (Adaptada de Burr y Gatlin, 2005).

En el caso de la acuicultura, el primer probiótico usado comercialmente se registró en 1992 y fue una cepa no patógena de *Vibrio alginolyticus* que permitió mejorar sustancialmente el rendimiento en viveros de camarones en Ecuador y México (Verschuere *et al.*, 2000). Entre los probióticos más utilizados se encuentran las bacterias lácticas, bifidobacterias y las levaduras. Algunos probióticos ya se comercializan bajo la forma de preparados, que contienen uno o varios microorganismos vivos, los cuales han permitido mejoras en el crecimiento, sobrevivencia y resistencia a enfermedades de diferentes organismos acuáticos (Himabindu *et al.*, 2004; Dotta *et al.*, 2011).

Sin embargo, la mayoría ha sido aislada del ser humano y de otros mamíferos, por lo que es indispensable caracterizar la microbiota intestinal de peces, moluscos y crustáceos, con el fin de seleccionar cepas específicas y obtener mayores beneficios que los obtenidos hasta ahora ya que los microorganismos probióticos deben ser seleccionados de manera específica de los hospederos en los que se van aplicar, lo que permite minimizar los efectos provocados por las amplias diferencias entre los ambientes en los que se desarrollan los organismos.

Investigaciones recientes describen la forma de selección de un microorganismo probiótico, una serie de características que deben presentar los microorganismos para ser considerados probióticos, como son: Ser habitantes normales del tracto gastrointestinal, no ser patógeno, ni tóxico, tener un tiempo corto de reproducción, ser estables al contacto con bilis, ácido, enzimas y oxígeno, tener habilidad para adherirse a la mucosa intestinal, mostrar potencial de colonización en el tracto gastrointestinal y producir sustancias antimicrobianas (Kailasaphaty y Chin , 2000)

2.2.3.PREBIÓTICOS

Son compuestos indigestibles por el animal, mejoran su estado sanitario debido a que estimulan el crecimiento y/o actividad de determinados microorganismos beneficiosos del tracto digestivo, y que además pueden impedir la adhesión de microorganismos patógenos (Shiva, 2007). Son microorganismos no vivos o sustancias que favorecen el crecimiento de bacterias benéficas, se puede considerar a los prebióticos como alimento para los probióticos (Chávez, 2007). Todo parece indicar que se corresponden con los oligosacáridos (manosa), polisacáridos no amiláceos (galactana) y almidones (Caja *et al.*, 2003).

Según Gibson y Roberfroid (1995); Blondeau (2001), las levaduras son capaces de actuar positivamente sobre el sistema inmune y la absorción de nutrientes en el intestino antes, ya sea como un sustrato selectivo para un conjunto particular de las bacterias comensales beneficiosas. Se espera que el uso de este aditivo refleje deseablemente en el rendimiento, marco sanguíneo bienestar de los peces y la calidad del agua.

La levadura de cerveza seca subproducto de la elaboración de la cerveza tiene casi nula viabilidad (1.0×10^2) de células vivas por gramo, esta levadura se utiliza como prebiótico (García, 2007). Su valor nutritivo varía dependiendo del sustrato utilizado para su crecimiento, el proceso industrial al cual es sometido y el proceso de secado para la obtención del producto (Álvarez y Valdivie, 1980). Esta beneficia al animal y a su flora intestinal poniendo a disposición enzimas, vitamina B, aminoácidos, minerales y iones metálicos, impidiendo así la colonización de microorganismos patógenos (Chávez, 2007).

La levadura también es importante por sus propiedades en el mejoramiento del sabor, que vienen de la interacción de varios aminoácidos, siendo el más importante el ácido glutámico en combinación con 5´nucleótidos, péptido y productos reaccionantes. El sabor promovido por el efecto del Guanosin Monofosfato (5´GMP), Inosina Monofosfato (5´IMP) y ácido glutámico que en una continua estimulación de los receptores de las papilas gustativas crean un mayor potencial sensorial de los sabores. El glutamato es el más importante componente potenciador de sabor de los autolisados de levadura (Caldas, 2007).

2.3. COMPONENTES DEL PMF

2.3.1. CULTIVOS VIABLES DEL GENERO *Bacillus*

De todos los géneros de bacterias PGPR (promoting growth plant rhizobacteria), el género *Bacillus* es uno de los más estudiados últimamente. El potencial del género *Bacillus* como promotor de crecimiento se viene estudiando desde el comienzo de los años setenta (Kloepper *et al.*, 1989).

Las bacterias del género *Bacillus* microbiológicamente son consideradas como Gram positivas en forma de bastoncillo, agrupadas en cadenas, mótils y flagelación peritrica, formadoras de endosporas, anaerobias estrictas o facultativas, no son adherentes, y son productoras de sustancias antimicrobianas y enzimas hidrolasas. Entre las especies de mayor importancia como probióticos pertenecientes a este género representan *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* y *B. natto* (Jawets, 1996).

Son aerobios y anaerobios facultativos ya que en condiciones con medios de cultivo complejos que contienen glucosa se desarrollan como anaerobios con crecimiento débil; son catalasa positivos, quimiorganotrofos con un metabolismo estrictamente respiratorio y fermentativo pudiendo utilizar una gran variedad de sustratos (Folmsbee *et al.*, 2004).

La producción de endosporas es una característica típica de todas las bacterias de los géneros *Bacillus* y *Clostridium*. Estas son pequeñas estructuras ovoides o esféricas, en las que pueden transformarse estas bacterias y constituyen formas celulares muy resistentes al calor y al medio adverso.

Su síntesis se produce frente a condiciones de limitación de nutrientes, agua y oxígeno y constituye un sistema de protección frente a las condiciones ambientales adversas. En su composición química entran el ácido dipicolínico (ADP) y los iones Calcio, que asociados al córtex, forman el dipicolinato de Calcio, responsable de la resistencia al calor (Stanier, 1996).

Las endosporas, por su parte, estimulan el sistema inmune contribuyendo a la resistencia contra el desafío de patógenos ambientales. Otros de los elementos que caracteriza a los *Bacillus sp.* es la producción de enzimas hidrolíticas que ayudan a mejorar la utilización de los alimentos. Dentro de estas se encuentran las proteasas, amilasas y las glicosidasas que descomponen las complejas moléculas de los alimentos y las transforman en nutrientes más simples. Estos compuestos son absorbidos más rápidamente por el animal o pueden ser empleados por otras bacterias beneficiosas para el establecimiento de una microflora intestinal balanceada. El empleo de las bacterias del género *Bacillus* y sus endosporas también viene dado por su capacidad de producción de enzimas, estas además de mejorar la digestión en el hospedero, son capaces de inhibir el crecimiento microbiano de bacterias dañinas (Anot, 1998).

Bacillus subtilis es ampliamente utilizado en la industria alimenticia por ser considerado (por la FDA, Food and Drug Administration), como un organismo seguro para su uso en alimentos (GRAS, generally regarded as safe; Zukowski, 1992, Devine, 2000).

Se han identificado en el *Bacillus subtilis* genes que codifican enzimas secretables como amilasas, arabinasas, manasas, celulasas y xilanasas. También tienen capacidad de producir diversas proteasas tanto intracelulares como extracelulares, las últimas le permiten utilizar fuentes proteicas que se encuentren en su ambiente (Kunst *et al.*, 1997). En esta bacteria al menos 4% de su genoma está dedicado a los procesos de esporulación, germinación y crecimiento, así como también su genoma codifica más de cuarenta proteínas de shock-térmico y estrés que permiten su supervivencia en ambientes muy hostiles y adversos (Kappes *et al.*, 1996).

Cuadro 1: Respuesta obtenida en dos especies de peces en la utilización de diversos probióticos (Adaptada de Burr y Gatlin, 2005).

Probiótico	Especie	Dosis y tiempo	Respuesta encontrada	Referencias
<i>B.subtilis</i> y <i>B.lincheniformis</i>	Trucha arcoiris	4*10 ⁴ esporas /g dieta por 42 días	Resistencia a <i>Yersenia ruckeri</i>	Raida <i>et al.</i> ,2003
<i>Carnobacterium inhibins</i>	Trucha arcoiris	10 ⁶ – 10 ⁸ /g de dieta de 10 a 14 días	Resistencia <i>Aeromonas salmonicida</i> y aumento de la respuesta inmune	Irianto y Austin,2012
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	10 ⁹ células / dieta por 51 días	Resistencia <i>Aeromonas salmonicida</i>	Nikoskelainea <i>et al.</i> ,2001
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	9*10 ⁴ , 2*10 ⁶ , 2.8*10 ⁸ , 9.7*10 ¹⁰ UFC/g dieta.	Mayor respuesta inmune	Nikoskelainea <i>et al.</i> ,2003
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Trucha arcoiris	9*10 ¹¹ CFU/g dietas por 30 días.	Mayor respuesta inmune	Panigrahi <i>et al.</i> ,2005
<i>Vibrio fluvialis</i>	Trucha arcoiris	10 ⁶ -10 ⁸ células/g dietas por 7 a 14	Resistencia neutral a <i>Aeromonas salmonicida</i>	Irianto y Austin,2002
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Tilapia nilótica	0.1% dieta por 60 días	Aumento en ganancia de peso y eficiencia alimenticia	Lara-Flores <i>et al.</i> ,2002

Así como también está involucrado en la producción de antibióticos y sustancias tipo antibióticos como la surfactina y antifúngicos como la fengicina (Nagai y Itoh,1997), también produce bacilina como antibiótico(Loeffler *et al.*, 1990).Se ha estudiado la liberación de compuestos con propiedades antifúngicas como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las Iturinas.Estas últimas son polipéptidos que actúan sobre la pared celular de los hongos.

Entre los antibióticos más importantes se encuentran el grupo de los lantibióticos,que son antibióticos de origen peptídico, entre los más importantes se encuentran:sublacin,subtilin,ericin mersadecin,subtilosin,haciendo hincapié que no todos ellos producen todos los tipos de antibióticos,pero se ha identificado que un 4 a 5% del genoma de*Bacillus subtilis* esta dedicado a la producción de los mismos(Kajimura*et al.*, 1995). Otro tipo de antibióticos producidos por este grupo son los de base lipopeptídica y el grupo más representativo dentro de este tipo de antibióticos es el grupo de la Iturinas que a su vez son los que poseen mayor acción;podemos mencionar dentro de este grupo de antibióticos como la surfactina,bacilomina,fengicina entre otros.Se ha descubierto que este último grupo de antibióticos lipopéptidos tienen propiedades antifúngicos muy importantes(Mhammedi *et al.*, 1982; Fiddaman y Rossal, 1994).Asimismo, *B. coagulans* segrega una bacteriocina, coagulina, que tiene actividad contra un amplio espectro de microbios entéricos (Hyronimuset *al.*,1998).

Los grupos más utilizados en la producción de probióticos son los *Lactobacilos*. Es el grupo de bacterias productoras de ácido láctico no formadoras de esporas tales como *Lactobacillusacidophilus*,*Lactobacillusbulgaricus* and *Lactobacillusplanatarum* ampliamente estudiados como probióticos(Abdulrahim *et al.*, 1996). *Bacillus coagulans*, es una bacteria productora de ácido láctico formadora de espora, que es estable, suresistencia a altas temperatura, la tolerancia a los ácidos y sales biliares (Cavazzoni *et al.*, 1998) hace que actualmente gane impulso para su uso como probiótico.

Bortolozzo (2002) informa que dentro de los *Bacillus* más utilizados como probióticos se encuentra el *Bacillus subtilis*, a pesar de estar considerados como microorganismo transitorio del tracto gastrointestinal, pues no poseen la capacidad de adherirse al epitelio intestinal, su efecto está encaminado a multiplicar y favorecer la colonización de otros microorganismos como es el caso del *Lactobacillusacidophylus*.

Asimismo, atribuye que una de las funciones más importante de los *Bacillus* y sus endosporas al fortalecimiento del sistema inmune en las aves. Los mismos pueden actuar en la inmunología específica y en la protección inespecífica de las parvadas.

En los peces, *Bacillus* se ha identificado como ser probióticos en muchos estudios (Günther y Jiménez-Montealegre, 2004, He *et al*, 2011; Nayak, 2010, Sun *et al*, 2010). En estudios previos, las dosis variables de *Bacillus* (10^6 - 10^{12} UFC g⁻¹) han sido probados en la acuicultura, y suplementos de *Bacillus* de más de 10^8 UFC g⁻¹ se ha encontrado ser eficaz para mejorar el rendimiento, crecimiento y efectos inmunoestimulantes de los peces (Liu *et al*, 2012; Nayak, 2010; Yu *et al*, 2008; Zhou *et al*, 2010).

2.3.2. EXTRACTO DE LEVADURA

El extracto de levadura es un ingrediente proteico elaborado con el contenido intracelular de la levadura, compuesto mayoritariamente por aminoácidos, péptidos, carbohidratos y sales (EURASYP, 2008). Los principales procesos de producción de este producto son la lisis de la célula y la remoción de la pared celular (Stone, 1998). Presenta cantidades significativas de ácido glutámico, glutamato y nucleótidos activos que incrementan la palatabilidad y son reconocidos por ser potentes estimulantes del apetito; exhibiendo alta digestibilidad, disponibilidad y consistencia. Como resultado de la remoción de la pared celular, el extracto de levadura tiene más alto contenido proteico que la levadura entera o hidrolizada, y dicha proteína es altamente digestible (Fegan, 2006). Asimismo, Perdomo *et al* (2004) señalan que el extracto de levadura contiene 35,19 y 23% mayor concentración de proteína, aminoácidos esenciales y aminoácidos no esenciales, respectivamente, comparando con la levadura íntegra, la digestibilidad de los aminoácidos esenciales, de la materia seca, nitrógeno y energía también fueron superiores a los de la levadura completa. En el Cuadro 2 se muestra el Análisis proximal porcentual de la levadura, del extracto de levadura y de la pared celular de la levadura.

El extracto de levadura es conocido por su capacidad potenciadora del sabor, como resultado de la combinación de varios aminoácidos siendo el más importante el ácido glutámico en combinación con 5 nucleótidos, péptido y productos reaccionantes.

El sabor promovido por el efecto de 5´GMP, 5´IMP y el ácido glutámico es una continua estimulación de los receptores en las papilas gustativas que crea un mayor potencial sensorial de los sabores (Sommer, 1996).

Tacon (1987) menciona que el extracto de levadura es una excelente fuente de vitaminas B, inositol, colina y fosforo. Nagodawithana (1995) citado por Komorowska *et al.* (2003) reportó que la levadura contiene un alto porcentaje de ácidos nucleicos, casi llegando a 10% de RNA y Kihlberg(1972) citado por Tacon(1987), reportó hasta 12% de ácidos nucleicos totales en base seca. Se menciona que los valores de los ácidos nucleicos en los ingredientes tradicionalmente usados en la alimentación de monogástricos son mínimos comparado con las fuentes de proteínas provenientes de microorganismos unicelulares como la levadura (Tacon y Jackson, 1985, citado por Tacon, 1987).

En una reciente investigación realizada por Kwiatkowaki *et al.* (2005) se cuantificó los componentes nucleótidos en el extracto de levadura por medio de la aplicación de la resonancia magnética nuclear obteniéndose para el extracto de levadura, 0.14% de bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos, 1.13% nucleósidos de RNA y 14.07% nucleótidos de RNA. Esta mezcla está compuesta por adenosina monofosfato en 1.2%, guanosina monofosfato en 7.04%, citidina monofosfato en 2.01%, uridina monofosfato en 3.82% y inosina monofosfato en 6.38%.

Cuadro 2. Análisis proximal porcentual de la levadura, del extracto de levadura y de la pared celular de la levadura.

Producto	Humedad	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Cenizas totales
Levadura	5.3	52.3	0.06	1.44	7.41
Extracto de levadura	5.5	70.8	0.17	0.67	12.07
Pared celular de la levadura	10.7	21.8	0.93	1.52	1.43

FUENTE: Perdomo *et al* (2004)

2.3.3. PROTEASAS

Su función de la enzima es la hidrólisis de las proteínas y el beneficio que se obtiene, es de incrementar la absorción de aminoácidos, disminuyendo las secreciones de nitrógenos, mejorando la integridad intestinal (Brufau, 2002). La suplementación de proteasas ayuda a destruir a los inhibidores de tripsina y el contenido de lectinas en las leguminosas como la soya; esto mejora la digestibilidad de la proteína y el valor nutricional de la dieta. (Bartoli y Labala, 2009).

Se pueden encontrar dentro de este grupo a las endopeptidasas (tripsina, quimiotripsina y elastasa) que rompen los enlaces internos de las moléculas de proteínas produciendo fragmentos de proteína (péptidos), este grupo de enzimas posee especificidad por residuos de aminoácidos, rompiendo los enlaces covalentes en los sitios donde se encuentran sus aminoácidos preferidos; y las exopeptidasas que liberan uno a uno los aminoácidos de los fragmentos de proteína resultantes de la acción de las endopeptidasas (Carey, 1998).

Según Soto-Salanova *et al.* (1996) la proteasa microbiana proveniente del *Bacillus subtilis*, cuando es incluida en el complejo enzimático, se caracteriza por su gran eficacia catalítica al degradar las proteínas y los factores antinutritivos de la soya, su eficiencia ha sido establecida tanto en pruebas *in vitro* como *in vivo*.

Con respecto a la actividad de la proteasa se encuentra en diferentes especies de peces, no es posible la clasificación de acuerdo con el comportamiento de alimentación. La trucha arco iris y la carpa común tienen valores altos de actividad de la proteasa, mientras que algunos otros peces carnívoros como la anguila europea y la dorada tienen actividades inferiores (Hidalgo *et al.*, 1999).

2.3.4. AMILASA

Enzimas que descomponen el almidón. Para utilizar los almidones vegetales presentes en la nutrición, todos los organismos que se nutren de vegetales tienen que descomponer las moléculas de almidón grandes en unidades más pequeñas. Esta disgregación del almidón se provoca por medio de amilasas, alfa-amilasa, beta-amilasa y amiloglucosidasa (Carey, 1998).

Las amilasas se pueden dividir en tres grupos: alfa-amilasas, las cuales rompen al azar los enlaces en el interior del sustrato (endo-amilasas); beta-amilasas, las cuales hidrolizan ordenadamente unidades de maltosa a partir de los extremos no reductores del sustrato (exoamilasas) y glucoamilasas que liberan unidades de glucosa (Gacesa y Hubble, 1990).

Se considera la enzima de mayor importancia para degradar los polisacáridos amiláceos de reserva, está presente de manera natural en los mamíferos, hongos y bacterias; en escalas tecnológicas se obtienen estas enzimas, a partir del páncreas, cultivos de bacterias y de hongos, así como de los granos de cereales (Selinger *et al.*, 1997). La α -amilasa es activada por los iones de Ca, y esta enzima actúa sobre el almidón gelatinizado, licuando y rompiendo la capa de amilopectina en los enlaces glucosídicos α 1-4 y reduciendo la estructura a dextrina. Esta enzima hidroliza el almidón y permite que la viscosidad en la solución almidonosa sea reducida de manera rápida (Rebollar, 2002).

La alfa-amilasa es producida en mayor cantidad por el *Bacillus subtilis* y amiloglicosidasa por fermentación semisólida del *Aspergillus awari*. Esta optimizada para actuar en la región inicial del tracto gastrointestinal del animal para compensar una probable digestión incompleta del almidón del endospermo (Soto-Salanova, 1997).

Las máximas actividades de las amilasas están hacia la región ácida entre 4.5-7.0, pero la locación del pH óptimo difiere dependiendo del origen de la enzima. La alfa-amilasa de *Bacillus subtilis* tiene un pH óptimo más bien amplio, entre 5 y 7. La amilasa de *Bacillus stearothermophilus*, tienen un rango estrecho, con pH óptimo alrededor de 3 (Illanes, 1994). La trucha arco iris, un pez carnívoro, tiene una baja actividad de la amilasa. En los peces herbívoros y omnívoros, actividad de la amilasa es mayor que en los carnívoros (Hsu y Wu, 1979; Hofer *et al.*, 1982; Kuz'mina, 1986; Munilla-Morán y Saborido-Rey, 1996; Hidalgo *et al.*, 1999).

2.3.5. LIPASA

Son pocos los informes que están disponibles sobre las secreciones digestivas y actividad de la lipasa en el pez. Leger *et al.* (1979) purificaron una lipasa y colipasa en la trucha arco iris. Lie y Lambertsen (1985) han descrito la actividad de la lipasa digestiva en el bacalao del Atlántico. Borlongan (1990) reportó actividad óptima para la lipasa pancreática y la lipasa intestinal de Chano (*chanos chanos*), a dos valores de pH. Parece que los peces carnívoros tienen una mayor actividad de la lipasa digestivo que lo hacen los peces omnívoros o herbívoros (Chakrabarti *et al.*, 1995; Opuszynski y Shireman, 1995; Tengjaroenkul *et al.*, 2000).

2.3.6. CARBONATO DE CALCIO

Las fuentes de calcio pueden ser de origen orgánico e inorgánico. Las fuentes de calcio de origen inorgánico pueden contener agentes contaminantes debido a que contienen otros minerales como: Mg, Fe y Cu. Las diferentes fuentes de calcio contienen entre 16% y 39% de calcio. Asimismo, el aporte de las diferentes fuentes de origen orgánico o inorgánico que se adiciona a las raciones, debe de ser puro; conteniendo a lo mas entre 2% y 3% de impurezas, sin contener otro tipo de nutrientes como el fósforo (Hand *et al.*, 2000).

El carbonato de calcio (CaCO_3) contiene 39% de calcio; según los reportes del Nacional Research Council, DC (NRC): Nacional Academy of Sciences, de Estados Unidos (1986), citado por Hand *et al.* (2000).

2.3.7. BICARBONATO DE SODIO

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) es el producto de las cenizas de determinadas plantas, cuyo resultado da lugar a una de las sustancias tampones o búfer más utilizada como aditivo en la alimentación animal, sobre todo en rumiantes, gracias a su capacidad para mantener el pH. Ejerce, pues, una acción en soluciones ácidas, pero también en las fuertemente alcalinas. Por esa razón, está presente en la composición de numerosos y variados productos (Moro, 2011).

2.4.EFECTO DEL USO DEL PROMOTOR MULTIFUNCIONAL (PMF)

2.4.1.MEJORA DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES

Los animales monogástricos producen las enzimas necesarias en el tracto digestivo (amilasas, proteasas y lipasas), pero en ciertas etapas como sucede en animales jóvenes, especialmente bajo condiciones de estrés, estas enzimas endógenas no siempre están presentes en suficiente cantidad (Rojas, 2011). Las enzimas por ser catalizadores biológicos que hacen posible las reacciones químicas de la digestión y el metabolismo, determinan que estas reacciones sean más eficientes con el aporte de proteasas, amilasas y lipasas generándose mayor disponibilidad y absorción de aminoácidos, azúcares simples y ácidos grasos junto a glicerol respectivamente. Varias enzimas y paquetes de enzimas han sido desarrolladas para aumentar la digestibilidad de la dieta, la disponibilidad de energía, proteínas y ácidos grasos. Dichas enzimas son propiamente orientadas a mejorar la eficiencia de la utilización de monogástricos, principalmente cerdos y aves (Arias, 1997).

2.4.2.PROLIFERACIÓN DE ORGANISMOS BENÉFICOS

Los beneficios posibles vinculados a la administración de probióticos ya se han sugerido como : la exclusión competitiva de bacterias patógenas (Garriques y Arévalo , 1995 ; Moriarty ,1997; Gómez - Gil *et al* , 2000 ; Balcázar , 2003 ; Balcázar *et al* , 2004 ; Vine *et al* , 2004) ,fuente de nutrientes, contribución a la digestión enzimática (Sakata , 1990 ; Prieur *et al* , 1990 ; Garriques y Arévalo , 1995) ; captación directa de material orgánico disuelto mediada por las bacterias (Garriques y Arévalo, 1995; Moriarty, 1997) , y otros todavía se están investigando como : mejora de la respuesta inmune contra los microorganismos patógenos (Andlid *et al.*, 1995 ; Scholz *et al.*, 1999 ; Rengpipat *et al.*, 2000; Gullian y Rodriguez , 2002 ; Irianto y Austin , 2002 ; Balcázar , 2003; Balcázar *et al* , 2004), efectos antivirales (Kamei *et al* ., 1988; Girones *et al.*, 1989 ; Direkbusarakom *et al.*, 1998).

Los probióticos afectan en forma beneficiosa al animal, modificando las interacciones metabólicas que tienen lugar en el intestino por medio de la supresión de reacciones generadoras de metabolitos tóxicos o potenciando reacciones de detoxificación, estimulando la digestión mediante sustitución de deficiencias en enzimas digestivas o sintetizando vitaminas y otros nutrientes no disponibles en la dieta (Fuller, 1989). *Bacillus spp.* produce varios antibióticos peptídicos, incluyendo la subtilina y bacitracina producidas por *B. subtilis* y *B. leicheniformis*, respectivamente. Por otra parte, hay un número de otras sustancias con actividades de biocontrol aisladas de especies de *Bacillus*. Iturinas, lipoproteínas cíclicas aisladas de *B. subtilis* son tóxicas para una amplia gama de hongos y levaduras. Especies de *Bacillus* producen proteasas (por ejemplo, subtilina), que ayuda en la digestión. También se dice que produce vitamina K y B12 (Rosvitzet al., 1998).

Las bacterias gram -positivas, incluyendo los miembros del género *Bacillus*, secreta una amplia gama de exoenzimas (Moriarty, 1997), que podrían haber suministrado las enzimas digestivas y ciertos nutrientes esenciales para promover un mejor crecimiento. *Bacillus subtilis* y *B. leicheniformis* pueden descomponer las proteínas y los hidratos de carbono (Rosvitzet al., 1998).

Por lo tanto, se puede sugerir que la administración de bacterias *Bacillus* para trucha resulta en una mayor digestión de los alimentos y en la mejora del crecimiento, incluyendo baja relación de conversión de alimentos (FCR), y una alta tasa de crecimiento (SGR). Alta tasa de eficiencia proteica (PER), así como mayores valores de proteína de carcasa en tratamientos probióticos pueden ser debido a las proteínas secretadas por los miembros del género *Bacillus* (Rosvitzet al., 1998).

El mecanismo de acción de las bacterias acidolácticas se inicia con la producción de ácido láctico y acético y por lo tanto, se disminuye el pH. Estos efectos pueden contribuir en la resistencia del hospedador frente a patógenos. Por otro lado, estas bacterias van a estimular el sistema inmune por medio de las células sanguíneas (macrófagos y linfocitos), también aumentan las concentraciones de Inmunoglobulina A (Ig A) y la producción de interferón Gamma, favoreciendo también al hospedador (Gorbach, 1996).

Las sustancias que producen estos microorganismos contribuyen a mejorar el equilibrio de los microorganismos en el tracto intestinal, con lo cual se logra disminuir el nivel de acidez en el intestino bajando la carga de los microorganismos que causan la descomposición de las heces, disminuyendo así las sustancias que originan el mal olor llevando a una optimización de la condición animal.

2.5 LA TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie de la clase Osteichthyes, subclase Actinopterygios, orden Salmoniformes, suborden Salmonoidei. Es originaria de la vertiente del Pacífico de Norteamérica (Blanco, 1995). Es la especie de agua fría más cultivada e importante en el Perú que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. En América del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (CEDEP, 2009).

Presenta un color verde olivo oscuro en el dorso y en los flancos tiene una franja iridiscente que refleja la luz, de donde deriva su nombre, además posee manchas negras y pequeñas distribuidas en todo su cuerpo, el cual es alargado, ligeramente comprimido, de una longitud promedio de 40 a 60 cm. La coloración que posee varía en función de medio, de la talla, del sexo, del tipo de alimentación, y del grado de maduración sexual (Phillips, 2006).

El intestino de los salmónidos es corto y en su porción anterior se encuentran los llamados ciegos pilóricos o embolsamientos intestinales, el número de estos ciegos pilóricos varía pudiendo ser de 50-60 (Hepher, 1993), 30-80 (Roberts y Shepherd, 1980), 35-100 (Steffens, 1987), aunque se encuentra genéticamente fijado, puede ser modificado en la trucha arco iris, por el tipo de alimentación en épocas de juveniles e incluso por el grado de temperatura del agua durante la incubación (Chevasus *et al.*, 1979 citado por Blanco, 1995), actualmente se cree que la función de estas estructuras es la de aumentar la superficie de la mucosa intestinal, para favorecer la absorción de sustancias alimenticias (Ash, 1980 citado por Blanco, 1995), también se le atribuye funciones de segregación de jugos pancreáticos, por la ubicación del páncreas diseminado alrededor de estas formaciones.

Al respecto de su digestión, la actividad máxima de las proteasas gástricas y entéricas en la trucha arco iris se desarrolla a 40-45°C, por otro lado, a temperaturas de 20 a 5°C desciende la actividad proteolítica al 30-40% de su valor de partida, siendo el pH óptimo en el intestino de la trucha de 7.6-8.0, mientras que la actividad lipásica del estómago es relativamente escasa, la digestión última de las grasas tiene lugar en el intestino con la ayuda de las lipasas pancreáticas, siendo la temperatura óptima de la actividad de las lipasas entre 20-25°C. En el intestino se desarrolla la esterasa siendo su máximo efecto a un pH de 7.6, esta actividad baja en el intestino cuando la proporción de almidón en el alimento se eleva hasta 60% (Steffens, 1987).

Los salmónidos digieren algunos carbohidratos (en particular el almidón), con menor eficacia que los peces omnívoros o herbívoros, siendo su digestión inversamente proporcional al contenido en el alimento, así la trucha arco iris absorbe 69% del almidón cuando el contenido de éste en el alimento fue de 20%, pero cuando el contenido aumentó en 60% solo absorbió el 26% (Hepher, 1993).

Las truchas presentan tanto en el estómago como en el intestino igual cantidad de la actividad amilásica, pero en los apéndices pilóricos muestran doble intensidad. También se observa la presencia de alfa-glucosidasa en el intestino y apéndices pilóricos, mientras que en el estómago no se presenta. Igualmente en la trucha arco iris no se evidencia la presencia de beta-glucosidasa, alfa-galactosidasa, b-fructoquinasa y celulasas (Steffens, 1987).

2.5.1 MICROBIOTA INTESTINAL EN PECES Y FACTORES QUE LA AFECTAN

El término “microflora” o “microbiota” intestinal hace referencia al ecosistema microbiano que coloniza el tracto digestivo y constituye la principal superficie de intercambio entre el medio externo y el medio interno de cualquier organismo (Guarner, 2007). En el caso de los organismos acuáticos, la flora intestinal es un ecosistema muy complejo y en constante cambio a lo largo del ciclo de vida del organismo, que se origina en algunos casos desde la eclosión, cuando las especies empiezan a filtrar diversas partículas que se van adhiriendo al organismo y forman una película protectora aun cuando su tracto digestivo no se ha desarrollado (Guarner y Malagelada, 2003)

Inicialmente, cepas anaerobias facultativas dominan en el intestino (Cahill, 1990; Isolauriet *al.*, 2001). Posteriormente con la diferenciación del tubo digestivo, la actividad enzimática y la alimentación exógena se da la colonización de diferentes comunidades microbianas, que continuamente se ven afectadas por los cambios ambientales como la temperatura, salinidad, contaminación o por el uso de químicos y antibióticos ,tipo de dieta ingerida, la edad, la ubicación geográfica, pueden eliminar la microbiota ya establecida, dejando libre la entrada para cualquier microorganismo incluso aquellos potencialmente patógenos(Ringo *et al.*, 2007; Sun *et al.*, 2010). De esta manera, la microflora gastrointestinal, juega un papel muy importante e influye de manera directa sobre la nutrición y la salud de los animales en general. Por eso, al alterarla se afecta es estatus fisiológico de los organismos incluyendo la inmunidad, el crecimiento, su desarrollo general y la calidad final del producto(Al-Harbi y Uddin,2005).

En los animales acuáticos, la microflora no existe como una entidad absoluta sino que hay una interacción constante entre el ambiente y la del pez, de tal forma que los hospederos y los microorganismos comparten un mismo ecosistema y estos últimos tienen la opción de vivir en asociación o bien de manera independiente. Los organismos en sistemas de cultivo viven bajo condiciones controladas para promover su crecimiento y desarrollo, sin embargo, se encuentran rodeados por microorganismos patógenos que comparten su ambiente y que en la mayoría de los casos son oportunistas en espera de algún cambio ambiental para presentar virulencia y dañar a las especies (Verschuere *et al.*, 2000).

El principal factor que influye en la variación de la flora gastrointestinal de los animales de cultivo es el estrés, el cual generalmente se relaciona con fluctuaciones en la salinidad y temperatura (Lea Mayer *et al.*, 1997), con la concentración de oxígeno, calidad y cantidad de alimento así como con la densidad del cultivo (Suzuki *et al.*, 1989), además del manejo, higiene y contaminantes en los sistemas de cultivo (Pal, 1992). Como consecuencia del estrés, el sistema inmunológico se ve afectado y debilitado, lo cual es aprovechado por patógenos en general para proliferar de manera acelerada dentro del huésped. Si el organismo no se ajusta de manera adecuada a estas condiciones o si estas no son corregidas, los animales dentro del cultivo comenzarán a presentar enfermedades (Verschuerer *et al.*, 2000).

En este sentido, la microflora intestinal de los peces se considera como autóctona o nativa cuando los microorganismos son capaces de colonizar la superficie epitelial del intestino del hospedero, o en su defecto, alóctona o transitoria si los microorganismos presentes en el medio circundante no logran permanecer dentro del intestino (Ringo y Olsen, 2003).

Sakata *et al.* (1980) aislaron microorganismos anaerobios obligados y facultativos así como aerobios estrictos del contenido intestinal de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), del ayu (*Plecoglossus altivelis*), de la tilapia nilótica, de la carpa común (*Cyprinus carpio*) y de la carpa dorada (*Carassius auratus*). Observaron que en la tilapia y en el ayu, la cantidad de microorganismos anaerobios obligados resultó ser mayor que el de anaerobios facultativos, mientras que en las demás especies resultó ser a la inversa. Así mismo en todas las especies la comunidad microbiana de anaerobios y aerobios fue igual.

Actualmente se acepta que los peces tienen una microflora intestinal específica que se vuelve estable al llegar a la etapa adulta, diversos estudios señalan que la microflora para peces de agua dulce dominan los géneros *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Lactococcus*, y *Pseudomonas* (Veschuere *et al.*, 2000; Burr y Gatlin, 2005). Sin embargo, gracias a las nuevas técnicas de detección e identificación bacteriana, como el aislamiento de ADN r16S, el análisis del ADN polimórfico (RAPD), pruebas de PCR, Inmunohistoquímica y sondas moleculares para fluorescencia, se han podido identificar otras especies como *Lactobacillus sp*, *Bacillus sp*, *Citrobacter gillenii*, *Shewanella marinus*, entre otras, antes no descritas por lo que se siguen efectuando estudios para la identificación de las especies que predominan en la microbiota intestinal de diversos organismos (Balcázar, *et al.*, 2006).

Por lo expuesto, el conocimiento de la flora intestinal de los animales de cultivo permite establecer nuevas estrategias para el manejo de las enfermedades, partiendo del criterio de inicialmente prevenirlas y posteriormente tratarlas, para lo cual se ha recomendado el uso de vacunas y promotores de crecimiento. Las vacunas utilizadas para la inmunización de los animales generalmente son caras y en la mayoría de los casos no previenen el desarrollo de enfermedades en animales jóvenes y en recién nacidos, por lo que estos organismos deben ser protegidos utilizando otros métodos (Austin *et al.*, 1995; Garriques y Arévalo, 1995; Ringo y Gatesoupe, 1998; Verschuerer *et al.*, 2000; Spanggaard *et al.*, 2001; Sullivan, 2001).

Razón por la cual la utilización de bacterias antagónicas, como una medida precautoria en contra de los microorganismos patógenos que provocan enfermedades en los sistemas de cultivo ha recibido últimamente mucha atención. En este sentido, los probióticos se presentan como una alternativa potencial y efectiva, tanto como promotores de crecimiento así como sustancias que previenen la proliferación de enfermedades en los sistemas de cultivo, con la ventaja de que pueden ser incluidos directamente en los alimentos y promover la funcionalidad de los estos últimos (Nikoskelainen *et al.*, 2001).

Adicionalmente, estos provocan modificaciones en la microflora intestinal en los peces, lo cual influye positivamente en numerosos procesos incluyendo la digestión, la inmunidad y la resistencia a las enfermedades, de tal manera que funcionan adecuadamente como promotores de crecimiento. Actualmente su aplicación en la acuicultura tiene un alto potencial (Austin *et al.*, 1995; Garriques y Arévalo, 1995; Verschuerer *et al.*, 2000; Sullivan, 2001).

2.5.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

La cantidad de energía que requiere un animal depende de la etapa del ciclo biológico en que se encuentra, de la estación y de las condiciones ambientales en las que habita (Young, 1987; citado por Zegarra, 2003). Las truchas tienen requerimientos de energía digestible que oscila entre 8-10 Kcal/gr de proteína, los peces utilizan la grasa y la proteína mas eficientemente que los hidratos de carbono para producir energía. Los valores comunes de energía digestible de la grasa, proteína e hidratos de carbono en truchas son 8.0 Kcal/gr., 4.0 Kcal/gr y 2.5 Kcal/gr respectivamente. (Akiyama, 1988; citado por Flores, 2000).

La proteína en los tejidos del cuerpo de la trucha incorpora alrededor de 23 aminoácidos y de estos, 10 aminoácidos deben ser suplementados en la dieta debido a que el pez no puede sintetizarlos (Bureau y Cho, 2000). En condiciones prácticas, con los ingredientes usualmente disponibles, el aminoácido cuyo requerimiento resulta mas difícil satisfacer es la arginina; esta situación, que no es frecuente al balancear raciones de otras especies se debe probablemente al hecho de que los peces excretan el nitrógeno directamente como amoniaco excedentario, no operando activamente el denominado ciclo de la urea, que en mamíferos genera abundante arginina (Romero, 1994).

La calidad proteica de una dieta depende no solamente de su composición en aminoácidos esenciales si no de su utilización digestiva, ya que esta va a condicionar la cantidad de cada uno de los aminoácidos absorbidos y en consecuencia, el patrón disponible para un crecimiento óptimo (Walton, 1987; citado por Zegarra, 2003). A fin de conseguir el máximo crecimiento, es necesario alimentar a las truchas con las dietas que contengan niveles altos de proteínas de buena calidad, del orden del 35% al 50% y con un nivel de proteína digestible no menor del 34% (NRC, 1993).

Blanco (1995) menciona que se sabe desde años atrás que las dietas ricas en glúcidos son muy perjudiciales para las truchas, provocando alteraciones metabólicas importantes, con un comportamiento de las truchas netamente diabético, con acumulo en exceso de glucógeno en el hígado, originando hepatomegalia y transtornos patológicos. Se establece que el nivel de incorporación de glúcidos en la dieta debería ser inferior al 12%. Sin embargo, estos porcentajes están en relación con la digestibilidad de los hidratos de carbono que pueden ser mejorados por técnicas modernas de extrusión y expansión, optimizando su utilización. Pudiendo ser incorporados a la dieta substituyendo en un 10-20% a la proteína, obteniéndose excelentes resultados en cuanto a ganancia de peso, sin modificarse la digestibilidad de la proteína.

Las truchas están por su naturaleza preparadas enzimáticamente para digerir grandes cantidades de lípidos, los cuales juegan en la dieta un papel muy importante como fuente de producción de energía y aporte de ácidos grasos esenciales. Además la grasa tiene mayor potencial energético que los carbohidratos (Blanco, 1995, citado por Flores, 2000). Las truchas pueden digerir bien las grasas (85-99%) dependiendo de su origen, y absorben mejor los ácidos grasos insaturados que los de carácter saturado, siendo la digestibilidad mayor cuanto menor sea el punto de fusión de la grasa en cuestión (aceites).

También los peces de mayor edad o talla utilizan mejor desde un punto de vista digestivo, la grasa dietaria que los más jóvenes (Blanco, 1995).

Los lípidos de la dieta necesariamente tienen que aportar ácidos grasos esenciales, que en la trucha arcoíris son de la familia del ácido linoléico en cantidades de 0.8-1.6% de la dieta o del 20% de los lípidos de la dieta (Cho y Kaushik, 1990). Los peces con dietas inferiores

de 0.5% de ácido linolénico muestran un crecimiento lento, erosión de la aleta caudal y comportamiento físico anormal que les lleva al agotamiento (Blanco, 1995).

La fibra es relativamente indigestible para los peces. Los alimentos indigeribles se degradan en el ambiente acuático pero los niveles excesivos dan como resultado una mala calidad de agua. Generalmente se especifica un nivel máximo de fibra y aunque la calidad nutricional del alimento se mejora disminuyendo el contenido de fibra, los niveles menores al 6% pueden incrementar significativamente el costo del alimento (Akiyama, 1992).

La trucha no puede sintetizar las vitaminas, siendo necesario su aporte con el alimento, requiere de 15 vitaminas en su dieta para asegurar un buen crecimiento y una óptima salud (Lovell, 1989; citado por Lock, 1997). Estas 15 vitaminas esenciales incluyen 4 liposolubles (A, D, E, K) y las 11 restantes son hidrosolubles e incluyen vitaminas del complejo B y colina, ácido ascórbico e inositol. Siendo una de las vitaminas más importantes en el crecimiento de la trucha arco iris la vitamina C, ya que se cree que protege las células fagocíticas y los tejidos de recubrimiento de los daños oxidativos (NRC, 1993). La deficiencia de las otras vitaminas en la dieta en casos específicos causa trastornos como poco crecimiento, pérdida de peso, destrucción de las aletas y branquias, desordenes nerviosos, cataratas y hemorragias en intestinos, hígado, riñones, etc. (Valencia, 1995).

Los minerales tienen un papel estructural en el organismo de los peces, formando parte del esqueleto, cartílagos, etc. Además intervienen en la regulación del metabolismo, como activadores enzimáticos, en la actividad neuromuscular, en el balance ácido-básico y formando parte de enzimas, hormonas y vitaminas (Coll, 1991). Siendo capaces de absorber del medio acuático a través de las branquias o de la piel algunos iones minerales como calcio, hierro, magnesio, cobalto, potasio, sodio y zinc; así como completar con la alimentación todos aquellos que le son necesarios, empleando materias primas ricas en minerales disponibles. Dependiendo del origen de los ingredientes de la dieta se puede suplementar con los llamados correctores o concentraciones de minerales esenciales. (Blanco, 1995). El NRC (1993), señala como requerimientos de minerales para la trucha arco iris al calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, potasio, cobre, yodo, manganeso, zinc y selenio.

Requiriendo un alto nivel de fósforo disponible, el cual puede ser absorbido directamente del agua, sin embargo, el fósforo es el nutrimento más limitante de los alimentos acuícolas y usualmente se encuentra en cantidades limitadas en el agua. En tanto, los niveles de calcio en el agua generalmente son altos y los peces absorben una cantidad considerable. El calcio se restringe para mantener una relación calcio-fósforo que puede variar de 1:1 a 2:1 (Akiyama, 1992). Con respecto al zinc la falta produce cataratas en truchas (Ogino y Yang, 1978).

2.5.3. ALIMENTACIÓN

La trucha como cualquier otro animal requiere de nutrientes para crecer, desarrollar, madurar y reproducirse, estos elementos se encuentran presentes en los alimentos que consumen en su ambiente natural, a diferencia de las unidades de crianza donde el alimento suministrado a los peces son preparados por todo un proceso que se hace de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la trucha, teniendo en cuenta que la tasa de alimentación y porcentaje de los contenidos proteicos está de acuerdo al tamaño de los peces y estadio en el que se encuentran (alevinos, juveniles o adultos) (Bedriñana, 2004).

La trucha arcoiris es una especie carnívora, por lo que es muy importante que la formulación de las dietas satisfaga esta necesidad. Los ingredientes energéticos para la formulación de una dieta de la trucha arcoiris, son la proteína, los lípidos y los carbohidratos. El sistema digestivo de las truchas y otros salmónidos está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contengan principalmente proteína y que puedan obtener una cantidad determinada de energía a partir de grasas y carbohidratos. Los alevines se alimentan con contenidos de cerca del 50 por ciento de proteína y 15 por ciento de grasas, mientras que los peces adultos pueden crecer con un 40 por ciento de proteína y un 10 a 12 por ciento de grasas. (Klontz, 1991).

La cantidad de alimento que requiere la trucha dependerá de la temperatura del agua y del tamaño del individuo. Lovell (2002), indica que la frecuencia de alimentación es otra variable operacional en el cultivo de trucha, ya que la primera alimentación de los alevines requieren de una alimentación constante, mientras que los peces en etapa de engorde se

alimentan considerablemente una o dos veces al día. En el Cuadro 3 se muestran los requerimientos nutricionales de la trucha arco iris.

Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales de la trucha Arco Iris

Componente	Blanco,1995	Drummond ,1988	Bardach <i>et</i> <i>al.</i> 1986	NRC,1993	NRC,2011
Proteína (%)	50	45-50	35-40	43	40-50
Carbohidratos (%)	<12	9	30	< 25	<12
Grasa (%)	20	5-8	8-10	10-20	-
Fibra (%)	-	-	4	3-5	-
Energía digestible (Mcal/Kg)	3.3-4.0	-	-	3.6	3.7

2.5.4.FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

La frecuencia de alimentación se refiere a las veces que se va a suministrar el alimento que estará dado por raciones durante el día de acuerdo al estadio(MIPE,1996).

En muchos estudios se ha demostrado que las sesiones de alimentación múltiples dan por resultado un aprovechamiento más eficiente del alimento que una sesión única.El número de sesiones de alimentación al día y el tiempo de estas varían con la especie,el tamaño de los peces y las condiciones ambientales,de modo que el rendimiento de la conversión alimenticia también es mayor con sesiones múltiples(Hepher,1993; citado por Zegarra,2003).

2.5.5. TASA DE ALIMENTACIÓN

Esta dado de acuerdo al estadio del pez, para estimar la cantidad de alimento a suministrar a un estanque se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones (MIPE, 1996).

- Temperatura del agua
- Estadio del pez:peso y talla
- Promedio(número de peces por Kg)
- Conversión alimenticia: cantidad de alimento que come y transforma en peso.

$$\text{Cantidad de alimento} = \% \text{tasa de alimentación} \times \text{Biomasa (Kg)} / 100$$

2.5.6 CONDICIONES MEDIO AMBIENTALES

Los principales factores ambientales que influyen en el crecimiento de los peces son la temperatura, luz, constituyentes químicos permanentes del agua como sales y compuestos orgánicos (calidad del agua), concentración de oxígeno (Blanco, 1995).

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; la trucha arco iris prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y de moderada vegetación. El grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación (Figuroa, 2009).

Es importante conocer la calidad del agua que se está utilizando en la producción de trucha arco iris, ya sea en aguas lóxicas (ríos) o lénticas (lagos); las características físicas y químicas deben permitir desarrollar la acuicultura en forma sostenible (Figuroa, 2009). En el Anexo IX se presentan los requerimientos de calidad de agua en la trucha arco iris.

2.6. USO DE PROMOTORES EN PECES

Estudios realizados por Tahere *et al.* (2008) en alevines de trucha arco iris evaluaron cinco dietas con *Bacillus spp* comercial durante los dos meses en cinco niveles diferentes, (T1:0; T2: $4,8 \times 10^8$, T3: $1,2 \times 10^9$, T4: $2,01 \times 10^9$, T5: $3,8 \times 10^9$, T6: $6,1 \times 10^9$ UFC g⁻¹). La evaluación presentó diferencias significativas en sobrevivencia, tasa de crecimiento, eficiencia proteica y conversión alimenticia ($P < 0,05$). Los parámetros productivos en el tratamiento cuatro mostraron los mejores resultados.

En dietas experimentales con *Bacillus sp.* se ha informado que tienen efectos positivos en la producción de peces; por ejemplo, $1,0 \times 10^8$ UFC g⁻¹ de *Bacillus pumilus* o *Bacillus clausii* resulta en una mejora significativa de la conversión alimenticia en el mero (*Epinephelus coioides*) en un ensayo de alimentación de 60 días (Sun *et al.*, 2010). Asimismo, otro estudio en alimentación de esta misma especie arrojó que niveles de *B. subtilis* de 10^4 , 10^6 , y 10^8 UFC g⁻¹ mostraron aumentos significativos en la ganancia de

peso y en la conversión alimenticia de una manera dependiente de la dosis (Liu *et al.*, 2012).

De igual forma, otros ensayos realizados con *B. subtilis* a $1,35 \times 10^7$ UFC g⁻¹ mejora la tasa de supervivencia de corvina (*Larimichthys crocea*) significativamente (P < 0,01), pero no a bajas dosis de $4,2 \times 10^6$ UFC g⁻¹ (Ai *et al.*, 2011).

En otro estudio, He *et al.* (2011), evaluaron *B. subtilis* C -3102 de 10^7 UFC g⁻¹. Reportaron una mejora en la ganancia de peso y la supervivencia (P < 0,01) de carpa koi (*Cyprinus carpio*). También Suxu *et al.* (2013) al experimentar con tilapias juveniles híbridas (*Oreochromis niloticus* ♀ × *Oreochromis aureus* ♂) que fueron alimentados con *B. subtilis* C - 3102 a dosis de 0, $2,5 \times 10^5$ y $5,0 \times 10^5$ UFC g⁻¹ durante 56 días mostraron que diferentes dietas no tuvieron efectos sobre el rendimiento de crecimiento de los peces.

Seenivasan *et al.* (2012) evaluaron un probiótico a base de *B. subtilis* en la alimentación de langostinos de agua dulce estadio post larva en niveles de 0 % , 1,0 % , 2,0 % , 3,0 % y 4,0 % por un período de 90 días. Los parámetros de crecimiento, tales como la supervivencia , el aumento de peso, la tasa de crecimiento, la eficiencia de conversión alimenticia y la retención de eficiencia proteica fueron significativamente (P < 0,05) superior en el nivel de 3.0 % seguido por otros grupos experimentales y el control.

Estudios realizados por Chaupis (2006), en juveniles de trucha arco iris, en cuatro dietas, las cuales contenían: 0,0.1%,0.2%,0.3% de un complejo enzimático Allzyme Vegro, reportó hallar diferencias significativas (p<0.05) en los parámetros productivos peso, talla, tasa de crecimiento, siendo el tratamiento que contenía 0.1% el que mejor respuesta dio a los parámetros y asimismo determinó el menor costo por kilogramo de peso ganado. Con respecto a la supervivencia y conversión alimenticia no se observaron diferencias significativas.

Según Hassan *et al.* (2014) evaluaron un simbiótico a base de *B. subtilis* y extracto de levadura en alevines de tilapia (*O. Niloticus*); mejorando significativamente (p<0.05) los parámetros de peso final, talla final, ganancia de peso, tasa de crecimiento y conversión alimenticia con respecto al control. *B. subtilis* a un nivel de $0.48 * 10^6$ cfu g⁻¹ y 1.0 % de extracto de levadura se observó los mayores rendimientos productivos.

En un experimento con alevines de trucha arco iris y tres promotores de crecimiento; flavofosfolipol (0.75 kg/Ton), oligosacáridos mananos (3Kg/Ton) y Oxitetraciclinas (0.3 Kg/Ton), se observó en todos los promotores que la conversión alimenticia, tasa de crecimiento, supervivencia, peso y longitud final mostraron mayores rendimientos cuantitativos con respecto al control, mientras que en el tratamiento con oligosacáridos mananos mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la conversión alimenticia, biomasa final y longitud final al análisis de variancia con respecto al tratamiento control (Zegarra, 2003).

Gambini (2004), en un ensayo con alevines de trucha arco iris y un promotor a base de oligosacáridos mananos, selenio, cromo orgánico y extracto de *Y. schidigera*, en niveles de 0%, 0.15%, 0.2% y 0.25%, evidenció una mejora significativa ($p < 0.05$) en el incremento de peso, biomasa final, tasa de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia con los niveles de 0.2% y 0.25%, mientras que con el nivel de 0.25% se optimizó la relación beneficio-costo. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en talla y consumo con respecto al control. Asimismo, Cucho (2005) probando extracto de *Y. schidigera* en juveniles de trucha Arco Iris mostró que no existen diferencias significativas entre tratamientos ni con respecto al control en la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, biomasa, longitud, mortalidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigación en Nutrición Académica y Alimentación de Peces y Crustáceos (LINAPC) que pertenece al Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Agraria La Molina, ubicado en el distrito de La Molina, Departamento de Lima, Perú. La preparación de las dietas experimentales se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). El periodo de evaluación fue de 30 días, comprendido entre los meses de Agosto - Setiembre del 2013.

3.1.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

La evaluación se realizó en los acuarios de crecimiento del LINAPC, la unidad experimental fue constituida por cada acuario de crecimiento de fibra de vidrio con capacidad de 55 L de agua. Los peces fueron distribuidos en dieciséis acuarios, de 5 peces cada uno, con peso promedio inicial de 54 g. Durante todo el experimento la calidad del agua permaneció estable, con las siguientes condiciones: oxígeno disuelto entre 7.5-8 mg/L, pH entre 7 – 8, temperatura 15– 17°C, amoníaco 0.0 mg/L, dureza 140-160 ppm.

Las instalaciones del LINAPC, cuenta con un moderno sistema de recirculación, el cual permite el control de los estándares de calidad de agua y manejo de los peces para la alimentación, óptimo para la especie en estudio. El laboratorio cuenta con 2 acuarios de adaptación (120L de capacidad), 18 acuarios para pruebas de crecimiento (55 a 75L de capacidad, de 50 cm de alto, 47 cm de ancho y 47 cm de profundidad) y 9 acuarios tipo *Guelph* (54 L de capacidad) para pruebas de digestibilidad. El Anexo VIII se presenta más detalles sobre las instalaciones.

Durante el manejo de los juveniles se utilizaron mallas *Sera*, recipientes de plástico para el control biométrico, una balanza analógica marca Toledo con 0.01g de precisión y capacidad para 1.6 Kg, utilizada en el pesaje del alimento suministrado y obtención del peso individual de cada alevín, además una cinta métrica, para medir la talla de los peces y de esta manera obtener el incremento de talla total de la respectiva unidad experimental.

Se utilizaron instrumentos para medir la calidad del agua, midiéndose, temperatura, oxígeno disuelto, dureza, amoníaco y pH. Las mediciones tomadas se muestran en el Anexo XI.

3.1.3 ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 80 juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), los cuales fueron adquiridos de la estación piscícola de Huaros-Canta, con un peso y una talla promedio de 54g y 14 cm respectivamente, los cuales fueron distribuidos en 16 acuarios (unidades experimentales) de 5 peces cada uno (Anexo XV).

3.1.4 PRODUCTO EVALUADO

El producto evaluado fue un promotor comercial compuesto a su vez de varios aditivos que realizan diferentes funciones a nivel digestivo, Promotor Multifuncional (Rumicell®), cuya presentación fue en forma de harina con un color crema. Compuesto de: extracto de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la concentración de 4.4×10^9 , *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*; enzimas digestivas: lipasa en la concentración de 8000 U.I/Kg, proteasa en la concentración de 100000 U.I/Kg y amilasa en la concentración de 100000 U.I/Kg; mas cantidades de minerales modificadores de pH, carbonato de calcio, y bicarbonato de sodio (Anexo XXV).

3.1.5. TRATAMIENTOS

Se establecieron los siguientes niveles de 0; 0.1; 0.2; 0.3 % del Promotor Multifuncional dando origen a cuatro tratamientos:

T1:0% Promotor Multifuncional (PMF)

T2:0.1% Promotor Multifuncional (PMF)

T3:0.2% Promotor Multifuncional (PMF)

T4:0.3% Promotor Multifuncional (PMF)

3.1.6 DIETAS EXPERIMENTALES

Se formuló una dieta experimental, tomada como dieta basal, establecida en base a los requerimientos nutricionales para peces recomendados por la National Research Council(2011)para juveniles de trucha arco iris utilizando la formulación al mínimo costo, por programación lineal. Se prepararon cuatro dietas, de las cuales a tres de ellas se adicionó el Promotor Multifuncional en 0.1, 0.2 y 0.3 por ciento. Las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas. La elaboración de las dietas se realizó en la Planta de alimentos de la UNALM.Los distintos ingredientes y sus respectivas cantidades determinadas para cada dieta fueron mezclados, incorporando los ingredientes de mayor a menor cantidad, se utilizó una mezcladora horizontal de cintas, la mezcla se dio durante 5 minutos. Posteriormente se utilizó la peletizadora *Buhler*, obteniendo pellets de 3.0 mm de diámetro y 5.0 mm de longitud. En Cuadro 4 muestralas fórmulas de la dietas con su valor nutricional estimado. El análisis proximal de la dieta basal se muestra en el Anexo XIV.

Cuadro 4. Fórmulas de las dietas y su valor nutritivo calculado

INGREDIENTES (%)	Nivel de inclusión del Promotor Multifuncional			
	0%	0.1%	0.2%	0.3%
Hna,de pescado prime	40.00	40.00	40.00	40.00
Torta de soya,47	19.00	19.00	19.00	19.00
Harinilla de trigo	26.36	26.26	26.16	26.06
Concentrado proteico	10.00	10.00	10.00	10.00
Aceite crudo de soya	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	0.22	0.22	0.22	0.22
Premix acuicultura	0.20	0.20	0.20	0.20
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10	0.10
Biomos	0.10	0.10	0.10	0.10
Rumicell	0.00	0.10	0.20	0.30
Antioxidante	0.02	0.02	0.02	0.02
Total %	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína Cruda%	45.35	45.35	45.35	45.35
Fibra%	2.58	2.58	2.58	2.58
Grasa%	11.98	11.98	11.98	11.98
ED truchas (Mcal/Kg)	3.70	3.70	3.70	3.70
Lisina Total%	3.12	3.12	3.12	3.12
Metionina Total%	1.10	1.10	1.10	1.10
Cistina Total%	0.53	0.53	0.53	0.53
ArgininaTotal%	2.91	2.91	2.91	2.91
Met + Cis Total%	1.64	1.64	1.64	1.64
Fosforo total%	1.53	1.53	1.53	1.53
CalcioTotal%	1.60	1.60	1.60	1.60

3.1.7. ANÁLISIS PROXIMAL

El análisis químico de la dieta experimental fue realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados de los contenidos nutricionales de la dieta basal, no muestra variaciones, lo que indica que la molienda y el mezclado fueron adecuados, ya que los gránulos de diferentes tamaños de un alimento deben de poseer aproximadamente la misma calidad nutricional si el proceso fue adecuado, con cual se demuestra cubrir los requerimientos mínimos para juveniles de trucha arco iris. El Anexo XIV presenta los resultados del análisis proximal de la dieta.

3.2 MANEJO EXPERIMENTAL

La atención a los animales fue realizada diariamente en horarios de 8:00am, 1:00 pm y 6:00 pm. La cantidad de alimento ofrecido fue calculado considerando la biomasa total de peces por acuario, comenzando con un 2.96 por ciento y disminuyendo a medida que se observaba que el alimento no era consumido en su totalidad, llegando a un 2.86 por ciento al final del experimento, el cual fue regulado hasta el punto de saciedad de los animales. Así como también se realizó el sifoneado de cada acuario antes de cada alimentación, que consistía en aspirar los residuos fecales 3 veces al día.

En la biometría inicial, de una población de 200 juveniles fueron seleccionados y distribuidos al azar 80 peces en 16 acuarios (unidades experimentales) de 5 animales por acuario. Durante la biometría, los peces de cada acuario se colocaron en recipientes con agua, mientras los acuarios eran limpiados con esponjas húmedas, posteriormente eran pesados y tallados, finalmente retornaban a sus respectivos acuarios. Solo se realizaron dos biometrías (inicial y final) debido al estrés que pudieran presentar los animales. El Anexo XV muestra la distribución de los peces en los acuarios, con sus respectivos tratamientos y dietas.

3.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El agua utilizada para alimentar el sistema de recirculación provenía de la red de agua potable pública del Distrito de La Molina.

3.3.1 TEMPERATURA

Se utilizaron termómetro de mercurio. Se registró la temperatura en la mañanas (9:00 am) y tarde (4:00pm) de tres acuarios al azar, dos veces por semana.

3.3.2 OXÍGENO DISUELTO

Se utilizó un monitor de oxígeno de la marca *PinPoint II*, el cual puede mostrar una lectura digital para el oxígeno disuelto. Su rango de medición es de 0.0 – 20.0 mg/L. La medición se realizó en todos los acuarios, dos veces por semana.

3.3.3 pH

La medida del pH se realizó con un medidor de pH, marca *Oaklon*, con rango de medición de 1.0 – 15.0 pH, con 0.1 de precisión. La medición se realizó en todos los acuarios, dos veces por semana.

3.3.4 DUREZA

Se utilizó el kit colorimétrico de dureza marca *LaMotte*, el cual utiliza el valorador de lectura directa, que proporcionan una exactitud dentro de la gama habitual de 0-200 ppm, con una sensibilidad de 4 ppm de carbonato de calcio (CaCO_3). La medición de la dureza se registró dos veces por semana, a las 10:00am, la muestra fue tomada directamente del tanque sumidero.

3.3.5 NITRÓGENO AMONIACAL TOTAL

Ambos parámetros fueron medidos mediante el kit colorimétrico de la marca *Sera*. El rango de medición para el amonio es de 0.5 – 10.0 mg/L.

El amoníaco se halló indirectamente, tomando como referencia el contenido de amonio y el pH, siendo el rango de medición de 0.003 – 3.60 mg/L. La muestra fue tomada directamente del tanque sumidero, dos veces por semana.

3.4 PARÁMETROS A EVALUAR

En el experimento se presentan las variables referentes al desempeño productivo, como, el peso, ganancia de peso, longitud, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, sobrevivencia, costo de alimentación por Kg de peso ganado y retención de eficiencia proteica.

3.4.1 PESO Y LONGITUD

Al inicio y final del experimento se registró el peso vivo unitario y la longitud de los peces de cada acuario.

3.4.2 GANANCIA DE PESO (G) E INCREMENTO DE LONGITUD (L)

La ganancia de peso fue hallado por la diferencia entre el peso final (W_t) y el peso inicial (W_0)

$$G = W_t - W_0$$

El incremento de longitud fue hallado por la diferencia entre el peso final (L_t) y el peso inicial (L_0).

$$L = L_t - L_0$$

3.4.3 INCREMENTO DE BIOMASA

La biomasa con cada uno de los tratamientos, fue registrada para la etapa inicial y final, realizándose así dos mediciones durante el experimento. Las ganancias de peso están expresadas en g /día (g/día).

3.4.4. CONSUMO DE ALIMENTO

La cantidad de alimento ofrecido fue calculado considerando la biomasa total de peces por acuario, disminuyendo a medida que se observaba que el alimento no era consumido en su totalidad, llegando a un 2.80 por ciento al final del experimento. El alimento se dividió en tres raciones a lo largo del día, durante los siete días de la semana.

La tasa de alimentación fue ajustada cada 7 días, al punto de saciedad. La ración de alimento correspondiente fue pesada en un vaso de plástico etiquetado con el número del acuario, luego se pesó el alimento restante y por diferencia se obtuvo la cantidad de alimento consumido.

3.4.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia se determinará dividiendo el alimento consumido en el periodo de alimentación (30 días), entre la ganancia de peso en dicho periodo.

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CA = F / (W_f - W_o) \quad (\text{Mugrditchian } et al., 1981)$$

Donde:

F=Cantidad de alimento ingerido

W_o=Peso inicial

W_f=Peso final

3.4.6 TASA DE CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento, se calculó en función al incremento de peso y el tiempo observado en cada etapa de evaluación; en el presente estudio se encuentra expresada en gramos por día (g/día).

$$GR = (W_f - W_o) / t \quad (\text{Heinsbroek, 1990})$$

Donde:

GR=Tasa de crecimiento (g)

W_f-W_o=Incremento de peso(g)

T=Tiempo (días)

3.4.7 SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia se determinó mediante porcentaje, expresando el número de peces vivos al final del periodo de evaluación con respecto al número de peces iniciales.

$$S = ((N_f - N_i) / N_i) * 100$$

S= Sobrevivencia expresada en porcentaje.

N_i=Número de peces al inicio del experimento.

N_f=Número de peces al final del experimento

3.4.8 RETENCIÓN DE LA EFICIENCIA PROTEICA (PER)

Es la medida de peso ganado (en peso húmedo) por unidad de proteína ingerida, es una manera de medir la retención de las proteínas provenientes del alimento. Pellet y Young (1980)

$$PER = \text{Ganancia de peso(g)} / \text{Proteína consumida(g)}$$

3.4.9 COSTO DEL ALIMENTO POR KG DE GANANCIA DE PESO(C)

Se realizó el cálculo del costo de cada dieta experimental (PA), presentado en el Anexo XII, y se multiplico por la conversión alimenticia (CA). Este parámetro muestra la relación entre el alimento consumido con el cual se obtuvo la ganancia de peso ganado durante el periodo de evaluación.

$$C = PA \times CA$$

3.4.10 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (niveles del PMF en 0.0, 0.1, 0.2 y 0.3 por ciento), la unidad experimental está definida por cada acuario y conformada por 5 juveniles de trucha arco iris. Para la comparación de promedios de los parámetros se empleó la prueba de Duncan ($p < 0.05$) (Calzada, 1984). Para estos análisis se utilizó el *Software SAS System for Windows* (Versión 9.1). El modelo aditivo lineal matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij} \quad i=1, 2, 3, 4 \text{ tratamientos}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta en la repetición j del tratamiento i.

μ = Media general del experimento.

τ_i = Efecto del tratamiento i.

e_{ij} = Error experimental en la repetición j del tratamiento i.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO

Los pesos unitarios obtenidos al inicio y al final se muestran en el Cuadro 5 y el Anexo I. Se observa que el peso unitario inicial de los cuatro tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$); por lo tanto, la respuesta de los animales durante el experimento no ha sido afectada por los pesos iniciales. El incremento de peso obtenido al final del experimento mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) al análisis de varianza. Asimismo, el análisis de varianza indica que el incremento de peso unitario observado entre los tratamientos de 0.1 y 0.2 así como 0.2 y 0.3 por ciento del PMF no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Siendo los tratamientos 0.2 y 0.3 por ciento del PMF los que mostraron mejores resultados ($P < 0.05$) en comparación a los que recibieron 0.1 por ciento de PMF y el control.

Sin embargo, se observa que los tratamientos con inclusión de 0.1, 0.2 y 0.3 por ciento de PMF mostraron incrementos de peso unitario numéricamente mayores con respecto al control en 3.25, 7.61 y 8.50 por ciento respectivamente. Es importante mencionar que se observó una ligera tendencia a que los pesos vivos sean mayores cuanto más alta es la inclusión del PMF.

En el Cuadro 5 y en el Anexo II se presentan la ganancia de peso por biomasa, la que se obtuvo por diferencia de la biomasa final, es decir a los 30 días de realizado el experimento menos la biomasa inicial, indicando que hubieron diferencias significativas ($P < 0.05$) (Anexo XVIII) al análisis de varianza. Asimismo, el análisis de varianza indicó significativamente ($P < 0.05$) que los animales del grupo control mostraron la menor ganancia de peso. Las ganancias de peso observadas con 0.2 y 0.3 por ciento de PMF fueron significativamente ($P < 0.05$) mayor; se aprecia una tendencia a que la ganancia de peso sea mayor cuanto más alta es la dosis de PMF con respecto al tratamiento control. La inclusión de 0.1, 0.2, 0.3 por ciento del PMF mejoró la ganancia de peso con respecto al control en 3.24, 7.60 y 8.49 por ciento, respectivamente.

Cuadro 5. Efecto de los diferentes niveles del promotor multifuncional en el desarrollo productivo de juveniles de Trucha Arco Iris.

Parámetros	Niveles del Promotor Multifuncional			
	0%	0.10%	0.20%	0.30%
Peso (g)				
Inicial	54.00 ^a	54.00 ^a	54.02 ^a	53.87 ^a
Final	124.73 ^c	127.03 ^{bc}	130.13 ^{ab}	130.61 ^a
Incremento de peso	70.73 ^c	73.03 ^{bc}	76.11 ^{ab}	76.74 ^a
Talla unitaria (cm)				
Inicial	15.16 ^a	15.24 ^a	15.14 ^a	15.12 ^a
Final	18.70 ^a	18.79 ^a	19.11 ^a	19.12 ^a
Incremento de talla	3.54 ^a	3.55 ^a	3.97 ^a	4.00 ^a
Biomasa (g)				
Inicial	269.99 ^a	270.02 ^a	270.12 ^a	269.33 ^a
Final	623.67 ^c	635.17 ^{bc}	650.67 ^{ab}	653.04 ^a
Incremento de biomasa (g)	353.68 ^c	365.15 ^{bc}	380.55 ^{ab}	383.71 ^a
Tasa de crecimiento	2.36 ^c	2.43 ^{bc}	2.54 ^{ab}	2.56 ^a
Total de alimentoconsumido (g)	74.57 ^a	73.92 ^a	76.48 ^a	79.58 ^a
Conversión alimentaria	1.05 ^a	1.01 ^a	1.00 ^a	1.04 ^a
PER	2.08 ^a	2.16 ^a	2.18 ^a	2.11 ^a
Sobrevivencia (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Precio del alimento, Soles/Kg	3.31	3.34	3.36	3.39
Costo del alimento por Kg de ganancia de peso	3.48	3.37	3.36	3.53
Costo de alimentación (%)	100	96.83	96.55	98.58

^{a, b, c} en la misma fila expresan diferencias significativas

DCA, con Prueba de medias de Duncan ($\alpha=0.05$)

En condiciones ambientales similares los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Ramos *et al* (2013), quienes obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la ganancia de peso al evaluar otras multiespecies probióticas de *Bacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, *Lactobacillus sp.* en dietas para alevines de trucha con niveles de suplementación de 0.15 y 0.3 por ciento, pero mostraron significancia con un nivel de 0.15 por ciento. De igual forma Tahereet *et al.*, (2008) obtuvieron diferencias significativas de peso final ($p < 0.05$) al evaluar niveles de (T1: $4,8 \times 10^8$, T2: 1.2×10^9 , T3: 2.01×10^9 , T4: $3,8 \times 10^9$, T5: $6,1 \times 10^9$ UFC g⁻¹) de un probiótico del género *B. subtilis* y *B. licheniformis* en dietas para alevines de trucha arco iris, mostrando significativamente ($p < 0.05$) la mejor respuesta productiva a un nivel de 3.8×10^9 UFCg⁻¹. De igual manera Sheikhzadehet *et al.*, (2012), reportaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la ganancias de peso al evaluar levadura fermentada en un nivel de 0.5 por ciento en dietas para juveniles de trucha arco iris.

En otras condiciones ambientales Hassan *et al.* (2014) obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) de peso y ganancia de peso al evaluar un simbiótico a base de cuatro niveles de *Bacillus licheniformis* (0,0, $0,24 \times 10^6$, $0,48 \times 10^6$ y $0,96 \times 10^6$ UFC g⁻¹), con tres niveles de extracto de levadura (0, 0,5 y 1 por ciento), respectivamente en dietas de alevines de tilapia (*O. Niloticus*); presentando la mejor respuesta significativa a este parámetro en las dietas con $0,48 \times 10^6$ UFCg⁻¹ y 1.0 por ciento de extracto de levadura. De igual forma Gambini (2004) evidenció una mejora significativa ($p < 0.05$) en el incremento de peso, y biomasa final utilizando un prebiótico a base de oligosacáridos mananos, selenio, cromo orgánico y extracto de *Y. schidigera*, en dietas para alevines de trucha arco iris en niveles de 0.0, 0.15, 0.20 y 0.25 por ciento, mientras que con los niveles de 0.2 y 0.25 por ciento presentaron las mejores respuestas. Asimismo, estos resultados coinciden con Chaupis (2006), quien obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso al evaluar un complejo enzimático Allzyme Vegroen juveniles de trucha arco iris en niveles de 0.1, 0.2, 0.3 por ciento, siendo el tratamiento que contenía 0.1 por ciento el de mejor respuesta.

Es necesario mencionar que los parámetros de calidad de agua, como la temperatura, oxígeno disuelto, pH y amoníaco (Anexo XI), no afectaron la ganancia de peso. La temperatura promedio fue de 16 °C, manteniéndose dentro de los rangos óptimos para crianza de trucha, tal como lo recomiendan Blanco,(1995) quien menciona que lo más favorable es cuando fluctúa entre 9-17°C.

Con respecto al potencial hidrogeno (pH) el valor obtenido en el agua fue de 7.1, el cual se encuentra dentro de los rangos permisibles recomendados por Drummond (1980) que menciona que los rangos óptimos están entre 7.0-7.5.

4.2 TALLA E INCREMENTO DE TALLA

Los resultados obtenidos del incremento de talla se muestran en el Cuadro 5 y Anexo III ,el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos para la talla inicial y final(Anexo XIX).

El incremento de talla, al final del experimento (30 días) menos la talla inicial, indica que no hubieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los cuatro tratamientos. Sin embargo, se observa que el incremento en talla es numéricamente mayor cuanto más alta es la inclusión del PMF;asimismo se observa que los tratamientos con dietas suplementadas con 0.1, 0.2 y 0.3por ciento de PMF mostraron incrementos de talla numéricamente mayores con respecto al control en 0.28, 12.15 y 12.99 por ciento, respectivamente.

Los resultados concuerdan con lo reportado por Tahereet *al.*, (2008),quienes no encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en la talla e incremento de talla,sin embargo,se evidenciamayor longitud al utilizar mayor dosis del promotor evaluado.Asimismo, estos resultados son similares a Gambini(2004) quien obtuvo similares tallas entre tratamientos con niveles de 0.15 ,0.20 y 0.25 por ciento sin obtener diferencias significativasEn contrasteHassan *et al.* (2014), incluyendo $0.48 * 10^6$ UFC g^{-1} de *Bacillus licheniformes* y 1.0 por ciento de extracto de levadura obtuvo diferencias significativas con respecto al control.Del mismo modo, Chaupis (2006), obtuvo diferencias significativas ($p<0.05$) en el talla y ganancia de talla, evaluando un paquete enzimático Allzyme Vegroen juveniles de trucha arco irisen niveles de 0.1,0.2,0.3 por ciento, siendo el tratamiento que contenía 0.1 por ciento el de mejor respuesta productiva.

4.3 CONSUMO DE ALIMENTO

Los resultados obtenidos del consumo de alimento se muestran en el Cuadro 5 y Anexo IV. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas (Anexo XXI). para el consumo final acumulado ($P > 0.05$) para cada uno de los tratamientos.

Sin embargo, los animales que recibieron PMF a razón de 0.2 y 0.3 por ciento en el alimento, mostraron consumos de alimento numéricamente mayores que el control en 2.56 y 6.72 por ciento respectivamente, mientras que el tratamiento con 0.1 por ciento del PMF mostrará un consumo similar al del control.

Los resultados de consumo, coinciden con los obtenidos por Siegel (2011), quien obtuvo 6.4 por ciento mayor consumo en juveniles de salmón del Atlántico (*Salmo salar*) sin obtener diferencias significativas en dietas que contenían nucleótidos provenientes de levadura. Similarmente Gambini (2004) quien obtuvo consumos finales similares entre con niveles de 0.15, 0.20 y 0.25 por ciento sin obtener diferencias significativas.

4.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el Cuadro 5 y Anexo V se observan los resultados de la conversión alimenticia, en donde el análisis de varianza (Anexo XXII) no mostró diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, se observa que la inclusión de PMF en las dietas, disminuyó la conversión alimentaria (hasta 4.8 por ciento menos) en comparación a la dieta control, esto indica que los juveniles que consumieron la dieta con PMF, obtuvieron mayor ganancia de peso en relación al consumo de alimento de las otras dietas.

Al analizar el Cuadro 5, las dietas que contenían el PMF obtuvieron menor conversión alimenticia que la dieta control, siendo el tratamiento tres (0.2 por ciento de PMF) el que obtuvo menor índice de conversión, esto indica que los juveniles que fueron tratados con la dieta de 0.2 por ciento de PMF obtuvieron mayor ganancia de peso con un menor consumo de alimento que las otras dietas.

Ésta mayor eficiencia podría deberse a que el PMF presente proteasas producidas por las especies de *Bacillus sp.* que ayudan en la digestión. (Sanders *et al.*, 2003). Así como también se dice que producen vitamina K y B12 (Rosvitz *et al.*, 1998).

Además que estos miembros del género *Bacillus sp.*, secreta una amplia gama de exoenzimas (Moriarty, 1998), que podría haber suministrado enzimas digestivas y ciertos nutrientes esenciales para promover un mejor crecimiento. Asimismo el extracto de levadura posee entre otras sustancias beneficiosas los nucleótidos, que favorecen la inmuno-estimulación además de presentar múltiples efectos positivos en el tracto gastrointestinal de animales, incluyendo efectos fisiológicos, morfológicos y microbiológicos (Li y Gatlin, 2006). Del mismo modo, la trucha arcoiris posee una estancia corta de la comida en el tracto digestivo, razón por la cual el pool de enzimas digestivas exógenas compensarían una actividad enzimática mayor (Sanz et al., 1987).

En contraste Tahereet *al.*, (2008) obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las conversiones alimenticias con respecto al control. Asimismo, en el estudio realizado por Sheikhzadehet *al.*, (2012), se observa menores conversiones alimenticias ($p < 0.05$) cuando se suplementa levadura fermentada en un nivel de 0.5 por ciento en dietas para juveniles de trucha arco iris. De igual manera, Gambini (2004) mejoró significativamente ($p < 0.05$) la conversión alimenticia trabajando con niveles de 0.15, 0.20 y 0.25 por ciento de un prebiótico, mientras que a un nivel de 0.25 por ciento obtuvo la mejor respuesta.

4.5 TASA DE CRECIMIENTO

En el Cuadro 5 y Anexo VI presentan la tasa de crecimiento diario. El análisis de varianza presenta diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) (Anexo XX). Los resultados al análisis de varianza indican que la tasa de crecimiento observada entre los tratamientos 0.1 y 0.2 así como 0.2 y 0.3; por ciento del PMF no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$). Siendo los tratamientos 0.2 y 0.3 por ciento del PMF los que mostraron mejores resultados en comparación a los que recibieron 0.1% de PMF y el control.

Asimismo, el análisis de varianza indicó significativamente ($P < 0.05$) que los animales del grupo control mostraron la menor ganancia de peso. Sin embargo se observa una tendencia a que las tasas de crecimiento sean mayores numéricamente cuanto más alta es la inclusión del PMF.

En este periodo de evaluación se observa diferencias numéricas en la tasa de crecimiento más eficiente que el control en 3.24, 7.60 y 8.48 con 0.1, 0.2 y 0.3 por ciento de PMF, respectivamente.

Los resultados concuerdan con lo reportado por Ramos *et al*(2013), quienes obtuvieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento al evaluar niveles de 0.15 y 0.3 por ciento, los cuales mostraron significancia con el nivel de inclusión de 0.15 por ciento. Asimismo, concuerdan con lo reportado por Tahere *et al.*, (2008), que reportó tasas de crecimiento significativamente mayores ($P < 0.05$) obtenidas al utilizar un promotor de crecimiento a base de *B.subtilis* y *B.lincheniformis* utilizando una dosis de $3.8 \cdot 10^9$ UFC/g.

De igual forma Gambini (2004) mejoró significativamente ($p < 0.05$) la tasa de crecimiento trabajando con niveles de 0.15, 0.20 y 0.25 por ciento de un prebiótico, mientras que a un nivel de 0.20 y 0.25 por ciento se obtiene la mejor respuesta. De igual manera, Chaupis (2006), obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) con niveles de 0.1, 0.2, 0.3 por ciento de un complejo enzimático Allzyme Vegro en la tasa de crecimiento, siendo el tratamiento que contenía 0.1 por ciento el de mejor respuesta productiva.

4.6 SOBREVIVENCIA

Durante toda la fase experimental se obtuvo 100% de sobrevivencia, evidenciándose la ausencia de enfermedades, así como la óptima calidad de agua en el sistema. La sobrevivencia para cada tratamiento fue igual, por tal razón no es posible que exista efecto adverso con respecto a la inclusión del Promotor Multifuncional.

4.7 RETENCIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA

En el Cuadro 5 y Anexo VII se presenta la retención de la eficiencia proteica. El análisis de varianza no presenta diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) (Anexo XXIII). No obstante se observa diferencias numéricas en la retención de la eficiencia proteica más eficientes que el control en 3.85, 4.81 y 1.44 por ciento con 0.1%, 0.2% y 0.3% del PMF, respectivamente.

Según Tahereet *et al.*, (2008) obtuvieron diferencias significativas para analizar la Retención de Eficiencia Proteica ($p < 0.05$) al evaluar niveles de (T1: $4,8 \times 10^8$, T2: $1,2 \times 10^9$, T3: $2,01 \times 10^9$, T4: $3,8 \times 10^9$, T5: $6,1 \times 10^9$ UFC g⁻¹) de un probiótico del género *B. subtilis* y *B. licheniformis* en dietas para alevines de trucha arcoiris, mostrando significativamente ($p < 0.05$) la mejor respuesta productiva a un nivel de $3,8 \times 10^9$ UFCg⁻¹; atribuyendo este efecto positivo al valor proteico más alto en los tratamientos con probióticos, debido a las proteínas secretadas por las bacterias del género *Bacillus sp.*

4.8 COSTO DEL ALIMENTO POR KG DE GANANCIA DE PESO

En el Cuadro 5, se presentan el precio del alimento (Soles/Kg) y el costo de alimentación por Kg de ganancia de peso. Al análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) (Anexo XXIV) entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento dos y tres (3.34 Y 3.36 Soles respectivamente) generó un menor costo por Kg de alimento producido, seguido del tratamiento uno (3.31 Soles) y el tratamiento cuatro (3.39 Soles). Esto nos indica que el tratamiento con inclusión de PMF al 0.2 por ciento es la mejor opción, pues al analizar el costo por Kg de ganancia de peso, esta dieta generó un menor costo (3.36 Soles) con respecto a las otras dietas.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1.-La inclusión del Promotor Multifuncional (PMF), en los niveles de 0.2% y 0.3% en el alimento de truchas, mejoró significativamente ($P < 0.05$) el incremento de peso unitario, la biomasa y la tasa de crecimiento.

2.-La inclusión del PMF, en el nivel de 0.2% reduce el costo de alimento por Kg de peso ganado en razón de 3.45%.

VI. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio permiten recomendar lo siguiente:

- 1.-Se recomienda la inclusión del Promotor Multifuncional en el alimento balanceado de truchas Arco Iris, durante la etapa juvenil a razón de 0.2%, debido a un menor costo en la alimentación.
- 2.-Investigar los efectos de la adición del PMF en otros estadios de la trucha.

VII.BIBLIOGRAFÍA

ABDULRAHIM, SM; HADDADIN, MSY, HASHLAMOUN, EAR; ROBINSON, RK.1996.The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. *British Poultry Science*.37:341-346.

AI, Q; XU, H; MAI, K; XU, W; WANG, J; ZHANG, W. 2011. Effects of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on growth performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. *Aquaculture* . 317, 155–161.

AKIYAMA, DM.1992.Utilización de la Pasta de Soya en Alimentos Acuícolas.Asociación Americana de la Soya.Julio-Septiembre.Año XXI N° 230.1-8 pp.

AL-HARBI,P; AUDDIN, N.2005.Bacterial diversity of tilapia(*Oreochomis nicotilus*) cultured in brackish water in Sandi Arabia.*Aquaculture*. 250:566-572.

ALVAREZ, RJ; VALDIVIE, M.1980.Energía metabolizable y retención de nitrógeno en dietas con levadura para pollos de engorde.*Rev.Cubana Cienc.Agric*.14:55.

ANDLID, T; VÁSQUEZ-JUAREZ, RV; GUSTAFSSON, L. 1995. Yeastcolonizing the intestine of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and turbot (*Scophthalmus maximus*). *Microb. Ecol.* 30: 321–334.

ANOTH.1998.CHR. Hansem. Byo System. The World's microbial experts.Probio:www.Chrhansen.com. Infocarne.Probióticos en nutrición animal.com.

ARIAS, J.1997.Uso de enzimas en la Industria del Alimento Animal. En: Séptima Ronda Latinoamericana y del Caribe de Alltech.Set-Oct. 71-77 p.

AUSTIN, B; ALZAHARANI, A. 1995.The effect of antimicrobial compounds on the gastrointestinal microflora of rainbow trout *Salmo gairdneri*. Journal of Fish Biology .33:1-14.

BALCÁZAR, JL. 2003. Evaluation of probiotic bacterial strains in *Litopenaeus vannamei*. Final Report, National Center for Marine and Aquaculture Research, Guayaquil, Ecuador.

BALCÁZAR, JL; DE BLAS, I; RUIZ-ZARZUELA, I; VENDRELL, D; MUZQUIZ, J.L. 2004.Probiotics: a tool for the future of fish and shellfish health management. J. Aquacult. Trop. 19:239–242.

BÁLCAZAR, JL; DE BLAS, I; RUIZ-ZARZUELA, I; CUNNINGHAN, D; VENDRELL, D; MUZQUIZ, JL. 2006.The role of probiotics in aquaculture. Vet. Microbiol : 114, 173-186.

BARDACH, RH Y MCLARNEY.1986.Acuicultura,Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce.AGT Editor S.A.México.741p.

BARTOLI, F;LABALA.2009.Uso de enzimas en la nutrición porcina.Revisado el 21 mar 2014 (en línea).Disponibile en:
<http://www.ciap.org.ar/ciap/sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20Nutricionales/UsodeENZIMAS%EN%NUTRICION%20PORCINA.pdf>.

BEDRIÑANA, JJ. W.2004.Acuicultura Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce.AGT Editor S.A.Mexico.D.F.México.741p.

BLANCO, CM.1995. La trucha, cría industrial, Segunda Edición, Ediciones Mundi Prensa Madrid España.

BLONDEAU, K. 2001.La paroe des levures: Structure etfonction, potentiels therapeutiques et technologiques. Universite Paris Sud. Paris. 18 p.

BORLONGAN, IG. 1990. Studies on the digestive lipases of milkfish. *Aquaculture* 89: 315– 325.

BORTOLOZO, FF; KIRA, KK. 2002. Probióticos. Uso de los probióticos en la alimentación de pollos de carne. [File://A:/probióticos 10. Htm.pp:1-](#) Carla, M.yChistrian, J.2002.Probióticos. Estudios realizados en el laboratorio y consultoría: Tres Arroyos (ACTA).

BRAVO, S; DOLHZ, H; SILVA, MT; LAGOS, C; MILLANAO, A;URBINA, M. (2003).Diagnóstico del uso de fármacos y otros productos químicos en la Acuicultura (Informe final Proyecto N° 2003 – 28, UACH).

BRUFAU, J.2002.Las enzimas en la alimentación avícola, un cambio remarcable. Seleccionesavícolas. Departamento de Nutrición Animal INTA.Jornadas técnicas de avicultura.Centenario Real Escuela de Avicultura, Arenys de Mar, Barcelona.

BUREAU, P; CHO, CY.2000.An Introduction to Nutrition and Feeding of fish, fish nutrition research laboratory,dept.of animal and poultry science,university of Guelph,Guelph,Canada,38pp.

BURR, G; and GATLIN, D.2005.Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finish aquaculture. *Journal of the world Aquaculture Society* 36: 425-436.

CAHILL, M M.1990.Bacterial flora of fishes: A review. *Microbial Ecology*.19:21-41.

CAJA, G; GONZALES, E; FLORES, C; CARRO, M.D; ALBANELL, E. 2003.Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. Consultado 15 de ago.2013.(en línea) Disponible en: <http://www.montanba.com.ar/download/37071/alter.pdf>

CALDAS,J.2007.Evaluación de tres productos de levadura (*Saccharomyces cereviciae*) en lechones durante la etapa de recría. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Lima-Perú. UNALM.

CALZADA, J. 1984. Métodos Estadísticos para la investigación, UNALM, LIMA, PE. 527 p.

CAMACHO, B; MORENO, R; RODRÍGUEZ, G; LUNA ROMO, C; VÁSQUEZ, M. 2000. Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 135 p.

CAREY, J.B. 1998. Factores que influyen en la calidad del cascarrón. Tecnología Avícola en Latinoamérica. Publicaciones de Media Relaciones S.A.

CARLÓN, G. 2007. Uso de enzimas en la alimentación de aves. Universidad Michoacán San Nicolás de Hidalgo. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Tesis para optar el título universitario. Michoacán-México.

CAVAZZONI, V; ADAMI, A; CASTROVILLI, C. 1998. Performance of broiler chickens supplemented with *Bacillus coagulans* as probiotic. *British Poultry*. 39: 526- 529.

CHAKRABARTI, I; GANI, A; CHAKI, K.K; SUR, R; MISRA, K.K. 1995. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comp. Biochem. Physiol.* 112: 167– 177.

CHAUPIS, R.F. 2006. Efecto de la adición de enzimas digestivas en dietas de juveniles de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis para optar el grado de Ingeniero Pesquero. Lima-Perú. UNALM.

CHAVEZ, H. 2007. Levadura de Cerveza como suplemento de la Alimentación. Editorial El Pollo-México.

CHO, CH Y KAUSHIK. 1990. Nutritional Energetics in Fish. Energy and Protein Utilization in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Review of Nutrition and Dietetics.* 61:132-172.

CHOCT,M;HUGUES,RJ;WANG,J;BEDFORD,MR;MORGAR,AJ; ANISSON, G. 1996. Increased small intestine fermentation as partly responsible for the antinutritive of non-stach polysaccharides in chickens. *British Poultry Science*.37:609-621.

CLASSEN, HT.1993. Enzimas usadas en el alimento. Universidad de Saskatchewan.Canadá.Avicultura Profesional.Vol.10.Nº4.pp:162-168.

COLL M J.1991.Acuicultura Marina Animal,Ediciones Mundi-Prensa 3ra Edición,España.670p.

CUCHO,EA.2005. Efecto del extracto de *Yucca schidigera* en la producción de amoniac y el comportamiento productivo de juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).Tesis para Optar el Título de Ingeniero Pesquero.UNALM.Lima-Perú.

DEVINE, KM. 2000. *Bacillus subtilis*, Genetics: In Enciclopedia of Microbiology. Ed. Lederberg J. Segunda Edición. Academic Press. I:373-382.

DIREKBUSARAKOM, S; YOSHIMIZU, M; EZURA, Y.1998.*Vibrio spp.* the dominant flora in shrimp hatchery against some fish pathogenic viruses. *J. Mar. Biotechnol.* 6:266–267.

DOTTA, GM; PEDREIRA, JL., JATOBA, A. 2011.Acute inflammatory response in Nile tilapia fed probiotic *Lactobacillus plantarum* in the diet. *Maringá.*, 33: 239-246.

DRUMMOND,S. 1988.Cría de la trucha.Editorial Acribia.Zaragoza -España.110p.

DUC, LE; HONG, L; CUTTING, HA. 2003. Germination of the spore in the gastrointestinal tract provides a novel route for heterologous antigen delivery. *Vaccine* 21 Oct. 1 (27-30): 4215-4224.

EUROPEAN ASSOCIATION FOR SPECIALITY YEAST PRODUCTS. (EURASYP). 2008.Yeast Extract with natural nucleotides. Consulta 14 de Jul de 2014. (en línea).Disponible en:http://www.eurasyp.org/public.levore.enrichi.screen?p_locale=en

FAO (Food and Agriculture Organization).2002. Control de calidad de insumos y dietas Acuícolas. Curso Regional de Capacitación (Santiago de Chile, 20/9-8/10/1993) organizado por el Proyecto AQUILA II y ejecutado por Fundación Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S00.htm#TOC>

FAO (Food and Agriculture Organization).2005. Responsible Use of Antibiotics in Aquaculture (Ed. Serrano PH), FAO Fisheries Technical Paper 469, FAO, Rome, Italy, pp 98.

FAO (Food and Agriculture Organization).2014. Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* .Revisado el 26 de Jun.2014. (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es

FEGAN, D.2006. Functional foods for aquaculture: benefits of NuPro® and dietary nucleotides in aquaculture feeds.Consultado 24 ago.2013(en línea).Disponible en: (<http://www.aquafeed.com/docs/papers/Fegan.pdf>)

FIDDAMAN, PJ and ROSSALL, S.1994.The production of antifungal volatiles by *Bacillus subtilis*.Journal of Applied Bacteriology 74:119-126.

FIGUEROA, A.2009.Calidad del agua en acuicultura: conceptos y aplicaciones, UNIVERSIA, Red de Universidades, Biblioteca.net.Consultado el 4 set. 2013 (en línea). Disponible en:http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/37900325.html

FLORES,F.H.2000.Utilización de la Harina Integral de Soya en la Alimentación de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) en las Fases de Crecimiento y Acabado.Tesis para optar el título de Magister Scientiae.Lima- Perú.UNALM.

FOLMSBEE,MJ;MCLNERNEY,MJ;NAGLE,DP.2004.Anaerobic Growth of *Bacillus mojavensis* and *Bacillus subtilis* Requires Deoxyribonucleosides or DNA.Applied and Environment Microbiology 7:5252:5257.

FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, PE). 2004. Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas. Lima, PE.

FULLER, R. 1989. A review: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66:365-378.

GACESA, P. and HUBBLE, J. 1990. Tecnología de las enzimas. Editorial Acribia. Zaragoza-España.

GAMBINI, A K. 2004. Evaluación de un Promotor Orgánico de crecimiento en dietas de alevines de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). Lima-Perú. UNALM.

GARCIA, R. 2007. Las Levaduras para la alimentación de los porcinos (*Saccharomyces cerevisiae*). Consultado 3 set. 2013. (en línea). Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulación/artículos/levadura-la-alimentacion-de-cerdos-saccharomyces-cerevisiae-t132/800-p0.htm>

GARRIQUEZ, D; ARÉVALO, G; 1995. An evaluation of the production and use of live bacteria isolate to manipulate the microbial flora in the commercial production of *Panaeus vannamei* post larvae in Ecuador. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA 53-59.

GATESOUBE, FJ. 1999. The Use of Probióticos in Aquaculture. 180:147-165.

GHAZLS; ROOKE, JA; GLABRAITH, H; MORGAN, A. 1996. The potential for improving soybean meal in diets for chicks; treatment with different proteolytic enzymes. Proc. WPSA Spring Meeting, U.K. Banch scarbaorough. 1:40-41.

GIBSON, GR; ROBERFROID, MB. 1995. Dietary Modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, Bethesda. 125: 401-412.

GIRONES, R; JOFRE, JT; BOSH, A. 1989. Isolation of marine bacteria with antiviral properties. *Can. J. Microbiol.* 35: 1015–1021.

GRAHAM, H.1991.Enzymes in monogastric feeding. *Agro Food Industry-Hy-Tech.* 2 (1):45-49.

GOMEZ-GIL, B; ROQUE, A; TUMBULL, J.F.2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture* 191: 259–270.

GORBACH S. 1996. The discovery of *Lactobacillus GG*. *Nutrition Today*; 31:25- 45.

GUARNER, F. y J. R, MALAGELADA.2003. La flora bacteriana del tracto digestivo. Prebióticos y probióticos: mecanismos de acción y sus aplicaciones clínicas. *Gastroenterol. Hepatol.* 26, Sup1: 1-5.

GUARNER, F. 2007. Papel de la flora intestinal en la salud y en la enfermedad. *Nutr. Hosp.* 22 , Supl. 2:14-9.

GULLIAN, M; RODRIGUEZ, J. 2002. Immunostimulant qualities of probiotic bacteria. *Global Aquacult. Advocate* 5:52–54.

GUNTHER, J; MONTEALEGRE, R.J. 2004.Effect of the probiotic *Bacillus subtilis* on the growth and food utilization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under laboratory conditions. *Revista de Biología Tropical* 52: 937–943.

HAESE D. and B.A. NUNES.2004. Antibioticos como promotores de crecimiento e monogástricos. *Revista Electrónica Nutritime.* Río de Janeiro-Brasil.Consulta: 10 deJunio del 2014. En línea. Disponible en: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/002V1N1P07_19_JUL2004.pdf

HAND, M; THATCHER, C; REMILLARD, R; ROUDEBUSH, P. 2000. *Nutrición Clínica en Pequeños Animales.* Editorial Inter.- Medica S.A.I.C.I Buenos Aires. Republica de Argentina.

HASSAN,MS;SOLTAN,MA;GHONEMY,MMR.2014. Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Egyptian Journal of Aquatic Research. Consultado el 20 de Jun.2014.En línea. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2014.04.001>

HE, S; LIU, W; ZHOU, Z; MAO, W; REN, P; MARUBASHI, T; RINGO, E. 2011. Evaluation of probiotic strain *Bacillus subtilis* C-3102 as a feed supplement for koi carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquatic Research Developmental.8:123-130.

HEINSBROEK, G. 1990. Growth and Feeding of Fish. Department of Fish Culture and Fisheries Agriculture University. The Netherlands.

HEPHER, B.1993. Nutrición en peces comerciales en estanques. Editorial Limusa. México. 106 p.

HIDALGO, M.C; UREA, E., SANZ, A. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture.170: 267–283.

HIMABINDU, K.V; NAROTTAM, P.S; KAMAL, KJ. 2004. Effect of feeding *Lactobacillus*-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of post larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture Research.35: 501-507

HOA, NT; BACIGALLUPI, L; HUXHAM, A; SMERTENKO, A; VAN, PH; AMMENDOLA, S; RICCA, E; CUTTING, AS. 2000. Characterization of *Bacillus* species used for oral bacteriotherapy and bacterioprophyllaxis of gastrointestinal disorders. Applied Environ. Microbial. 66 : 5241-5247

HÖECHST, VETERINAR.1999. Flavomycin: Flavofosfolipol, Productos Hoechst AG, Alemania.48p.

HOFER, R; VIA, D; TROPMAIR, J; GIUSSANI, G.1982.Differences in digestive enzymes between cyprinid and non-cyprinid fish. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. dr. Marco De Marchi .40:201–208.

HOFER, R; KOCK, G. 1989. Method for quantitative determination of digestive enzymes in fish larvae. Pol. Arch. Hydrobiol. 36, 439–441.

HSU, Y.L; WU, J.L. 1979. The relationship between feeding habits and digestive proteases of some freshwater fishes. Bull. Inst. Zool. Acad. Sin. 18: 45– 53.

HUTCHESON, D.1987.Researcher lists characteristics of probiotics. Feedstuffs December. 14p.

HYRONIMUS, B; LE, M; URDACI, M.C. 1998. Coagulin, a bacteriocin-like inhibitory substance produced by *Bacillus coagulans* I4. J. Appl. Microbiol. 85: 42-50.

ILLANES, A.1994.Biotecnología de enzimas.Ediciones Universitarias.Universidad Católica de Valparaiso.

INBOR, J.1990.Feed Compounder.10:41-49.

CEDEP (Centro de Estudios para el Desarrollo y Participación,PE).2009. Manual de Crianza de la Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) .Ancash-Perú. Revisado el 22 de set del 2014.En línea. Disponible en:

<http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/peces/trucha/Manual%20de%20crianza%20truchas.pdf>

IRIANTO, A; AUSTIN, B. 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*(Walbaum). J. Fish Dis. 25: 333–342.

ISOLAURI, E; SUTAS, Y; SALMINEN, S.2001.Probiotics: Effects on immunity. American Journal of Clinical Nutrition 73 (suppl).444-450 p.

JAWETS. 1996. Microbiología Médica. Editorial El Manual Moderno.15 Edición.México.834-835p.

JORGENSEN, H AND JUST, A. 1992.Effect of different dietary components on site of absorption site of disappearance of nutrients..4th.Simp.on “Digestive Physiology in the pig”.Jablonna.230-239 p.

JULCA, P. 2000. Uso de probióticos como alternativa para reducir la producción de amoníaco en heces de cerdos en recría. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.P.33.

KAILASAPATHY, K., CHIN, J.2000.Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* Immunology and Cell Biology.78: 80-88.

KAJIMURA, Y; SUGIYAMA, M; KANEDA, M.1995. Bacillopeptins,new, new cyclic lipopeptide antibiotics from *Bacillus subtilis* Fr-2.Journal of Antibiotics. 48:1095-1103.

KAMEI, Y; YOSHIMIZU, M; EZURA, Y; KIMURA, T. 1988.Screening of bacteria with antiviral activity from fresh water salmonid hatcheries.Microbiol. Immunol. 32: 67–73.

KAPPES,R; KEMPF, B; BREMER, E.1996.Three transport systems for the osmoprotectant glucine betaine operate in *Bacillus subtilis*: characterization of OpuD. Journal of Bacteriology. 178:5071-5079.

KIM, SN;and SUZUKI, S. 2004. Occurrence of tetracycline resistance genes tet(M) and tet(S) in bacteria from marine aquaculture sites. FEMS Microbiol Letters .237: 147-156.

KLOEPPER, J; LIFSHITZ, R; ZABLOTOWILZ, R.M.1989.Free-Living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends in Biotechnology 7:39-44.

KLONTZ, G.1991.Producción de Trucha Arco Iris en granjas familiares.Departamento de Pesquería y Recursos de Vida salvaje.Universidad de Idaho.Moscow.86p.

KOMOROWSKA,A;SIELIWANOWICZ,B;MROWKA,E;STECKA,K;HALASINSKA,E.2003.Estudios en los extractos de levadura enriquecidos con 5`nucleótidos potenciadores de sabor obtenidos del subproducto de levadura de cervecería.Electronic Journal of Polish Agricultural Universities,Biotechnology,Volume 6 Issue 1. <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue1/biotechnology/art-03.htm>.

KUNST,N;OGASAWARA,I;MOSZER,A;ALBERTINI,M;ALLONI,G;AZEVEDO,V.1997.The complete genome sequence of the Gram-positive bacterium *Bacillus subtilis*.Nature.390:249-256.

KUZMINA, VV. 1986.Obshchie zakonomernosti membrannogo pishchevareniya u ryb i yego adaptivnyye perestroyki (General principles of membrane digestion in fish and its adaptaional evolution). Author´s abstract of Doctor´s thesis, Biological Sciences, 03.00.13. Leningrad.

KWIATKOWSKI,S;HARPER,C;TIMMONS,B;HELTZEL,C ;CSUHAIE.2005. Aplicación de la resonancia magnética nuclear para realizar el análisis cuantitativo y cualitativo de componentes nucleótidos en el extracto de levadura. Universidad de Transilvania, Lexington, Kentucky.

LA MOTTE. 2010. Total, calcium & magnesium Hardness test kit (en línea). Consultado 20 abr. 2014. Disponible en : <http://www.lamotte.com/images/pdfs/instructions/4824drlt.pdf>

LEA, B.R; WALSH, MA; BROCK, JA; FUJIOKA, RS. 1997. Cold stress-induced changes in the aerobic hetero thropic gastrointestinal tract bacteria flora of red hybrid tilapia. Journal of Fish Biology. 770-780p..

LEGER, C; DUCRUET, V; FLANZY, J. 1979. Lipase et colipase de la truite arc-en-ciel. Quelques re´sultats re´cents. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 19: 825– 832.

LI, P and D ,GATLIN. 2006. Nucleotide nutrition in fish: Current knowledge and future applications.Aquaculture251: 141-152.

LIE, O; LAMBERTSEN, G. 1985. Digestive lipolytic enzymes in cod(*Gadus morhua*): fatty acid specificity. *Comp. Biochem. Physiol.*80: 447–450.

LIU, C; CHIU, C; WANG, S; CHENG, W. 2012. Dietary administration of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, enhances the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper, *Epinephelus coioides*. *Fish & Shellfish Immunology.*33: 699–706.

LOCK, M. 1997. Evaluación comparativa de dos dietas balanceadas elaboradas mediante los procesos extruido-peletizado y peletizado en el crecimiento de juveniles de trucha arco iris. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero-UNALM. 93p.

LOEFFLER, W; KRATZER, W; KREMER, S; KUGLER, M; PETERSEN, F; JUNG, G; RAPP, C; TSCHEN, J. M. 1990. Gegen Pilze wirksame Antibiotika der *Bacillus subtilis*-Gruppe. *Forum Mikrobiologie* 3:156-163.

LOVELL, R. 2002. Diet and Fish Husbandry in: J. Halver & R. Hardy. *Fish Nutrition.* 720-730.p

LYONS, T. P. 1991. La aplicación de productos microbianos naturales en la producción porcina. *Bioteología en la Industria de la Alimentación Animal.* Apligen S.A. de C.V. Editado por Setic, S.A. de C.V. México D.F. 47-67 p.

MATEOS, F. 2000. El uso de antibióticos como promotores de crecimiento animal, Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia-ALTAGA, España. 1-9p.

MCDONALD, P; EDWARDS, R; GREENHALGH, J; MORGAN, C. 1999. Nutrición animal. 5ta Edición. Editorial Acribios S.A. España.

MENDEL, P; LA TORRE, A; MATEOS, G. 1999. Nutrición y Alimentación de lechones destetados precozmente. XV curso de Especialización: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Revisado el 4 de set. 2013. En línea. Disponible en : http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/99_CAP7.PDF.

MHAMMEDI, A; PEYPOUX, F; BESSON, F; MICHEL, G.1982.Bacillomycin F,a New Antibiotic of Iturin Group: Isolation and Characterization.The Journal of Antibiotics 35:306-311.

MINELLI, EB; BENINI, A. 2008. Relationship between number of bacteria and their probiotic effects. Microbial Ecology in Health and Disease 20:180–183.

MIPE.1996.Ministerio de Pesquería. Cultivo de la trucha. Boletín de Información Técnica Documento Numero 9.Lima,Perú.28p.

MORIARTY, D.1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. Aquaculture 151:333–349.

MORO, A. 2011. Las increíbles propiedades del bicarbonato de sodio. Colección Salud y Vida natural.Consulta: 29 de Set del 2013.En línea. Disponible en:

<http://xochipilli.files.wordpress.com/2012/01/bicarbonato-de-sodio-remedios-y-usos.pdf>

MUNILLA-MORÁN, R; SABORIDO, F., 1996.Digestive enzymes in marine species. II. Amylase activities in gut from seabream (*Sparus aurata*), turbot (*Scophthalmus maximus*) and redfish (*Sebastes mentella*). Comp. Biochem. Physiol. 113: 827– 834.

NAGAI,T; ITOH,H.1997.Characterization of a generalized transducing phage of polyglutamic acid-producing *Bacillus subtilis* and its application for analysis of Tn917-LTV1 insertional mutants defective in polyglutamic acid production.Applied and Environmental Microbiology . 63:4087-4089.

NAYAK, SK.2010. Probiotics and immunity: a fish perspective. Fish and Shellfish Immunology.29: 2–14.

NETHERWOOD,TH;GILBERT,J;PARKER,DS;O'DONNELL,G.1999.Probiotics shown to change bacterial community structure in avian gastrointestinal tract.Applied and Environmental Microbiology.65:5134-5138.

NIKOSKELAINEN, S; OUWEHAND, A; SALMINEN, S; BYLUND, G. 2001. Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rahnosus*. Aquaculture. 198: 229 – 236.

NRC (National Research Council, U.S), 1993. Committee on animal nutrition board on agriculture. Nutrient Requirements of fish. 114p.

_____. 2011. Committee on animal nutrition board on agriculture. Nutrient Requirements of fish

OGINO, C; YANG, GY. 1978. Requirements of Rainbow trout for dietary zinc. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44: 1015-1018.

OMS (Organización Mundial de la Salud, CH) 2006. Report of a joint FAO/OIE/WHO expert consultation on antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance: Seoul, Republic of Korea, 13-16 June 2006.

OPUSZYSKI, K; SHIREMAN, J.V. 1995. Digestive mechanisms. In: Opuszynski, K., Shireman, J.V. (Eds.), Herbivorous Fishes: Culture and Use for Weed Management. CRC Press, Boca Raton, FL. 21– 31p.

PACK, M; BEDFORD, M; WYATT, C. 1998. Feed enzymes may improve corn-sorghum diets. Feedstuffs February 2: 18-19.

PARKER, R. 1999. Probióticos: Producción, eficiencia y salud animal. Publicado en la revista Mundo Avícola y Porcino N°31. Junio 1999. Lima, Perú. p31

PELLET, P. y RV, YOUNG. 1980. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Ed. Por Peter Pellet. The United Nations University. Tokio. Japón.

PERDOMO, MC; VARGAS, R; CAMPOS, G. 2004. Valor Nutritivo de la Levadura de Cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentación aviar. En: Arch. Latinoam. Prod. Animal. 2004. 12 (3): 89-95.

<http://www.alpa.org.ve/ojs/index.php>

PHILLIPS, V.2006. Manual Básico Para El Cultivo De Trucha Arco Iris, Global Environmental Management. Chapingo - Chile. 6-8p.

PRIEUR, G; NICOLAS, JL; PLUSQUELLEC, A; VIGNEULLE, M. 1990. Interactions between bivalves molluscs and bacteria in the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 28:227–352.

PRODUCE.2012. Elaboración del estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno. Elaborado por MAXIMIXE CONSULT S.A. Lima, PE. (en línea). Consultado el 21 set. 2014. Disponible en: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/DGA-PUBLICACIONES/estudio-de-mercado-trucha.pdf>

RAMOS, MA; WEBER, B; GONCALVES, JF.2013. Dietary probiotic supplementation modulated gut microbiota and improved growth of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). En línea. Consultado el 16 abr.2012. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643313001682>

REBOLLAR, M.2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extruidos. Programa Interinstitucional en Ciencias pecuarias. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias Pecuarias .Universidad Cilima-Mexico.

RENGPIPAT, S; RUKPRATANPORN, S; PIYATIRATITIVORAKUL, S; MENASAVETA, P. 2000. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus* S11). *Aquaculture* 191: 271–288.

RINGO, E and GATESOUBE, FJ.1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture*. 160.177-203.

RINGO, E; STROM, E; TABACHECK, J. 2007. Intestinal microflora of salmonids: a review. *Aquacult. Res.* 26, 773–789.

RINGO, E; OLSEN, R E.2003.Electron microscopy of intestinal microflora of fish.Aquaculture.227:395-415.

ROBERTS and SHEPHERD, 1980.Enfermedades de la trucha y el salmón. Editorial Acribia.Zaragoza-España.187p.

ROJAS, MP. 2011. Uso estratégico de enzimas en nutrición animal. DSM Nutritional Products.Consulta: 10 de Enero del 2014.En línea. Disponible en:

<http://www.amevea-ecuador.org/memorias2011/pdf/USO%20ESTRATEGICO%20DE%20ENZIMAS%20EN%20NUTRICION%20ANIMAL.pdf>

ROMERO, J.1994.Nutrientes Esenciales en la Alimentación Acuícola Proyecto Aquilla II, Control De Calidad De Insumos y Dietas Acuícolas.Programa Cooperativo Gubernamental FAO. Documento De Campo N°16, Italia.7-13 p.

ROSVITZ, M.J; VOSKUIL, MI; CHAMBLISS, GH. 1998.Bacillus. In: A. Balows and B.I. Duerden (Eds),Systematic Bacteriology. Arnold Press, London.709-720.p

SANDERS, ME; MORELLI, L; TOMPKINS, TA. 2003. Spore formers as human probiotics: *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, and *Brevibacillus*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2: 101- 110.

SANZ,A; GARCÍA-GALLEGO, M; CARDENETE, G.1987. Volumen y composición de la bilis vesicular durante el ayuno en la trucha. Cuad. Marisq. Publ. Téc. 12:173– 178.

SAKATA, T;SUGITA, H;MITSUOKA, H.1980.Isolation and distribution of obligate anaerobic bacteria from the intestines of the freshwater fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.46:1249-1255.

SAKATA, T. 1990. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish.In:Microbiology in Poecilotherms. Lesel, R. (Ed.),Elsevier, Amsterdam. 171–176.p

SAKATA, T; KOJIMA, T; FUJIEDA, M; TAKAHASHI, M; MICHIBATA, T.2003.Influences of probiotic bacteria on organic acid production by pig caecal bacteria in vitro.Proceeding of Nutrition Society. 62:73-80.

SCAN (Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition, US). 2003. on the criteria for assessing the safety of microorganisms resistant to antibiotics of human clinical and veterinary importance. European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General.

SCHINGOETHE, DJ;STEGEMAN, GA;TREACHER, RJ. 1999. Response of lactating dairy cows to a cellulase and xylanase enzyme mixture applied to forages at the time of feeding. J. Dairy Sci. 82: 996-1003.

SCHOLZ, U; GARCÍA-DÍAZ, G; RICQUE, D; CRUZ-SUAREZ, LE; VARGAS-ALBORES, F; LATCHFORD, J. 1999.Enhancement of vibriosis resistance in juvenile *Penaeus vannamei* by supplementation of diets with different yeast products. Aquaculture 176:271–283.

SEENIVASAN,C; RADHAKRISHNAN,S; MURALISANKAR,T. 2012.*Bacillus subtilis* on survival, growth, biochemical constituents and energy utilization of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. Consultado el 27 de Ago del 2014. En línea. Disponible en:
[file:///C:/Users/User/Downloads/Effect_of_probiotics_\(BinifitTM\)_on_survival_growth_biochemical_constituents_and_energy_budget_of_th.PDF](file:///C:/Users/User/Downloads/Effect_of_probiotics_(BinifitTM)_on_survival_growth_biochemical_constituents_and_energy_budget_of_th.PDF)

SELINGER, L; FOSBERG, C; CHENG, K.1997.The rumen. A unique source of enzymes of enhancing livestock production, anaerobe.2:263-284.

SERA. 2010. Análisis del agua. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <http://www.sera.de/es/pages/productos/category/analisis-del-agua-1881.html>

SHEIKHZADEH, M; HEIDARIEH, N; PASHAKI, AK.2012.Hilyses ®, fermented *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the growth performance and skin non-specific immune parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Consultado el 3 set 2014. En línea Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050464812000848#>

SHIVA, CM.2007. Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona-España. Revisado el 29 set 2013. En línea. Disponible en:

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5606/cmsr1de1.pdf?sequence=1>

SIEGUEL, FA.2011. Evaluación de dietas suplementadas con combinaciones de nucleótidos, microminerales orgánicos (Se y Zn) y vitamina C, mediante desafío con el virus de la anemia infecciosa del Salmón en Salmón del Atlántico (*Salmo Salar*). Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. Valdivia –Chile.

SOMMER, R.1996. Yeast Extracts: Production, Properties and Components. In 9th International Symposium on Yeasts, Sydney, August. Hamburg. Revisado el 20 ago. 2014. En línea. Disponible en:

www.abfingredients.com/files/upload/Yeast%20Extract1.pdf.

SOTO-SALANOVA.1997. Uso de enzimas para alcanzar el máximo potencial de las materias primas para dietas de avicultura. Memorias del IX Simposio de Avances Tecnológicos. Cancún Q.R, México. Novus. International Latinoamerica.

SOTO-SALANOVA, MF; GARCÍA, O; GRAHAM, H; PACK, M.1996. Utilización de enzimas para mejorar el valor nutritivo de dietas de maíz y soya para aves. Reporte Científico. Ilender (Perú) S.A.

STANIER, D.1996. Protecting against stress. Probiotics boost natural resistance. Pigs. January/February, 32p.

STEFFENS, W.1987.Principios Fundamentales de la Alimentación de los peces.Editorial Acribia.Zaragoza-España.275p

SPANGGAARD, B; HUBER, I; NIELSEN, J; SICK, E.B., PIPPER, C.2001. The probiotic potential against vibriosis indigenous microflora of rainbow trout. Environmental Microbiology 3(12): 755-765.

STONE C.W.1998.Products de levadura en la Industria alimentaria:una guía práctica para profesionales en alimentos. <http://www.diamondv.com/articles/book/et/booklet.html>

SULLIVAN, DJO.2001.Screening of intestinal microflora for effective probiotic bacteria.Journal of Agriculture Food Chemistry .49: 1751-1760.

SUN, Y; YANG, H; MA, R; LIN, W. 2010. Probiotic applications of two dominant gut *Bacillus* strains with antagonistic activity improved the growth performance and immune responses of grouper *Epinephelus coioides*. Fish and Shellfish Immunology 29:803–809.

SUSUKI, K; KODAMA, Y; MITSUOKA, T. 1989.Stress and intestinal flora: a review. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries 8:23-38.

SUTTON,AL;MATHEW,AG;SCHEIDT,AB;PATTERSON,JA;KELLEY,GT.1992.E ffect of carbohydrate sources and organic acids on intestinal microflora and performance of the weaning pig.Proc. 5th Symposium “Digestive Physiology in the pig” Wageningen, 422-427p.

SUXU, H; YU ,Z ;LI, X.2013.Effects of dietary *Bacillus subtilis* C-3102 on the production, intestinal cytokine expression and autochthonous bacteria of hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* ♀ × *Oreochromis aureus* ♂. Consultado el 4 abr.2014.En línea. Disponible en:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848613003025>

TACON, AGJ.1987.The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-a training manual.2.Nutrient sources and composition.Food and Agriculture Organization of the United Nations.Brasilia,Brasil.

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB468E/AB468E05.htm>

TAHERE,B; SEYED,AH; VALID,Y.2008.Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout(*Oncorhynchus mykiss*) Fry Given Diet Supplemented with Probiotic during the Two Months of First Feeding. Consultado el 07 abr.2014.En línea.Disponible en: http://www.trjfas.org/pdf/issue_8_1/43_48.pdf

TANNOCK, G.W.1997.Modification of the normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents and probiotics. In: Mackie, R.I., White, B.A., Isaacson, R.E. (eds), *Gastrointestinal Microbiology*, Vol. 2, *Gastrointestinal Microbes and Host Interactions*. Chapman and Hall International Thomson Publishing New York. 434-455.p

TENGJAROENKUL, B; SMITH, BJ; CACECI, T; SMITH, SA.2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture* .182:317– 327.

TOGHYANI, M; TABEIDIAN, S. 2011. Effect of probiotic and prebiotic as antibiotic growth promoter substitutions on productive and carcass traits of broiler chicks. In: *International conference on food engineering and biotechnology*. 9:168-184.

VALENCIA, Y.1995. Aspectos Generales de la Trucha Arco iris, Universidad Nacional Jorge Basadre, Tacna. Perú. 35 p.

VÁSQUEZ, HM; AVILÉS, Q.1986. Guía práctica de nutrición y elaboración de dietas balanceadas para truchas arco iris .SEPECSA. México. 48p.

VERSCHUERER, L; ROMBAUT, G; SORGELOOS, P; VERSTRAETE, W.2000. Probiotics bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Review* 64:655-671.

VERGARA.2013. Comunicación personal.

VINE, NG; LEUKES, WD; KAISER, H. 2004. In vitro growth characteristics of five candidate aquaculture probiotics and two fish pathogens grown in fish intestinal mucus. *FEMS Microbiol. Lett.* 231: 145–152.

WENK, C.2000.Enzimes in the nutrition of the growing pigs. Profiting in tough Times.3:22-36

YU, M; LI, Z; LIN, H; WEN, G; MA, S. 2008.Effects of dietary Bacillus and medicinal herbs on the growth, digestive enzyme activity, and serum biochemical parameter sof the shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture International 16:471–480.

ZEGARRA, OJ.2003.Evaluación de tres promotores de Crecimiento en Alimento Balanceado para Alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y su efecto en el comportamiento productivo.Tesis ingeniero Pesquero.UNALM.Lima-Perú.

ZHOU, X; TIAN, Z; WANG, Y; LI, W. 2010. Effect of treatment with probiotics as wateradditives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immuneresponse. Fish Physiology and Biochemistry 36: 501–509.

ZUKOWSKI, MM. 1992. Production of commercially valuable products. In Biology of Bacilli. Applications to Industry. Doi R.H, McGloughlin M. (eds.) Butterworth-Heineman. EUA. 11:311-338.

VIII.ANEXOS

Anexo I. Peso vivo e incremento de peso por tratamiento.

Tratamiento	Repetición	Peso Inicial(g)	Peso	Ganancia de peso(g)	Promedio(g)
			Final(g)		
T1	R1	53.998	123.518	69.52	70.460
	R2	53.998	122.993	68.995	
	R3	54.006	126.87	72.864	
	R4	53.992	125.558	71.566	
T2	R1	53.938	124.684	70.746	71.695
	R2	54.018	124.669	70.651	
	R3	54.064	127.882	73.818	
	R4	53.996	130.903	76.907	
T3	R1	54	129.594	75.594	76.704
	R2	54.058	131.255	77.197	
	R3	54.08	131.196	77.116	
	R4	53.954	128.492	74.538	
T4	R1	53.415	130.672	77.257	75.678
	R2	53.998	129.146	75.148	
	R3	54.05	129.82	75.77	
	R4	54.002	132.794	78.792	

Anexo II. Biomasa y ganancia de peso por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Biomasa Inicial(g)	Biomasa Final(g)	Ganancia de Biomasa(g)	Promedio(g)
T1	R1	269.99	617.592	347.602	353.6805
	R2	269.99	614.964	344.974	
	R3	270.03	634.348	364.318	
	R4	269.96	627.788	357.828	
T2	R1	269.69	623.42	353.73	365.15125
	R2	270.09	623.343	353.253	
	R3	270.32	639.409	369.089	
	R4	269.98	654.513	384.533	
T3	R1	270	647.97	377.97	380.55625
	R2	270.29	656.276	385.986	
	R3	270.4	655.978	385.578	
	R4	269.77	642.461	372.691	
T4	R1	267.075	653.359	386.284	383.709
	R2	269.99	645.73	375.74	
	R3	270.25	649.102	378.852	
	R4	270.01	663.97	393.96	

Anexo III. Incremento de longitud por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Longitud Inicial(cm)	Longitud Final(cm)	Ganancia de longitud(cm)	Promedio(g)
T1	R1	15.18	18.81	3.63	3.583
	R2	15.2	18.55	3.35	
	R3	15.16	18.93	3.77	
	R4	15.1	18.51	3.41	
T2	R1	15.18	19.12	3.94	3.343
	R2	15.34	18.12	2.78	
	R3	15.34	18.58	3.24	
	R4	15.08	19.32	4.24	
T3	R1	15.34	19.22	3.88	4.070
	R2	15.1	19.02	3.92	
	R3	15.2	19.44	4.24	
	R4	14.9	18.75	3.85	
T4	R1	15.06	19.15	4.09	3.920
	R2	15.02	19.5	4.48	
	R3	15.3	18.56	3.26	
	R4	15.1	19.26	4.16	

Anexo IV. Consumo de alimento por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Acumulado(g)	Promedio(g)
T1	R1	79.488	74.57275
	R2	68.707	
	R3	75.577	
	R4	74.519	
T2	R1	70.596	73.91575
	R2	76.533	
	R3	71.559	
	R4	76.975	
T3	R1	80.422	76.48075
	R2	76.091	
	R3	76.261	
	R4	73.149	
T4	R1	80.491	79.5805
	R2	85.458	
	R3	76.517	
	R4	75.856	

Anexo V. Conversión alimenticia por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Consumo Total(g)	Ganancia de Peso(g)	C.A	Promedio
T1	R1	79.488	69.52	1.143	1.054
	R2	68.707	68.995	0.996	
	R3	75.577	72.864	1.037	
	R4	74.519	71.566	1.041	
T2	R1	70.596	70.746	0.998	1.013
	R2	76.533	70.651	1.083	
	R3	71.559	73.818	0.969	
	R4	76.975	76.907	1.001	
T3	R1	80.422	75.594	1.064	1.005
	R2	76.091	77.197	0.986	
	R3	76.261	77.116	0.989	
	R4	73.149	74.538	0.981	
T4	R1	80.491	77.257	1.042	1.038
	R2	85.458	75.148	1.137	
	R3	76.517	75.77	1.010	
	R4	75.856	78.792	0.963	

Anexo VI. Tasa de crecimiento por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Peso inicial(g)	Peso final(g)	Tasa de crecimiento(g/d)	Promedio(g)
T1	R1	53.998	123.518	2.317	2.358
	R2	53.998	122.993	2.300	
	R3	54.006	126.87	2.429	
	R4	53.992	125.558	2.386	
T2	R1	53.938	124.684	2.358	2.434
	R2	54.018	124.669	2.355	
	R3	54.064	127.882	2.461	
	R4	53.996	130.903	2.564	
T3	R1	54	129.594	2.520	2.537
	R2	54.058	131.255	2.573	
	R3	54.08	131.196	2.571	
	R4	53.954	128.492	2.485	
T4	R1	53.415	130.672	2.575	2.558
	R2	53.998	129.146	2.505	
	R3	54.05	129.82	2.526	
	R4	54.002	132.794	2.626	

Anexo VII. Relación de Eficiencia Proteica(PER)

Trat	Repetición	Incremento de peso (g)	Consumo de proteína(g)	PER	Promedio(g)
1	R1	69.520	36.390	1.910	2.077
	R2	68.995	31.454	2.194	
	R3	72.864	34.599	2.106	
	R4	71.566	34.115	2.098	
2	R1	70.746	32.319	2.189	2.160
	R2	70.651	35.037	2.016	
	R3	73.818	32.760	2.253	
	R4	76.907	35.239	2.182	
3	R1	75.594	36.817	2.053	2.176
	R2	77.197	34.834	2.216	
	R3	77.116	34.912	2.209	
	R4	74.538	33.488	2.226	
4	R1	77.257	36.849	2.097	2.112
	R2	75.148	39.123	1.921	
	R3	75.77	35.029	2.163	
	R4	78.792	34.727	2.269	

EQUIPO	UNIDAD	FUNCIÓN
Ablandador de agua	1 ^{m3}	Al poseer el agua de la Molina 1500 ppm(concentración de iones de Ca ⁺² y Mg ⁺²), el ablandador cumple la función de disminuir la dureza

Anexo VIII. Instalaciones y equipos del LINAPC.

		hasta 16 ppm.
Tanque sumidero	Capacidad 360 Lt	Recepciona directamente el agua del ablandador. Consta de un desagüe por rebose y una salida hacia la bomba de agua.
Bomba de agua	1 HP de potencia	Permite el movimiento del agua desde el tanque sumidero a través de todos los filtros hacia todos los acuarios.
Filtro mecánico(Reemy)	1 unidad	Tiene la capacidad para retener partículas de hasta un mínimo de 20 um
Enfriador/Calentador de agua	2 HP de potencia	Enfría o calienta el agua entre un rango de 13-32°C
Esterilizador UV	25 watts	Esteriliza el agua disminuyendo de esta forma la presencia de algas, bacterias y virus no deseados en los acuarios.
Filtro Cuno	4 unidades	Compuesto por dos pares de filtros(5um y 1 um), permite que el agua llegue con mayor pureza a los acuarios
Bomba de aire(Blower)	1/3 HP de potencia	Toma de aire del ambiente y lo traslada a través de las líneas de aire hacia los acuarios, donde se encuentran las piedras difusoras de aire
Acuarios para pruebas de crecimiento	18 unidades	Alberga a los peces durante la evaluación. Cada acuario de fibra de vidrio tiene capacidad de 55 litros, de color blanco, liso por dentro y fuera, con frontis de vidrio de 6 mm y dimensiones de 0.47 x0.47 x0.50

Anexo IX. Recomendaciones para calidad de agua en la Trucha Arco Iris

Parámetros	Camacho <i>et al</i>	FAO,2014	Blanco,2005
------------	----------------------	----------	-------------

	(2000)		
Temperatura °C	7.2-17	12-21°C.	9-17
Oxígeno disuelto(mg/l)	> 5.0	cerca de la saturación.	> 5.0
Amoniaco(NH ₃)	< 0.012	-	< 0.02
Potencial Hidrógeno (pH)	6.4 - 8.4	6.5-8.5.	7.0-7.5

Fuente: Elaboración propia

Anexo X. Tasa y frecuencia de alimentación para diferentes pesos de trucha a 15°C

Peso	Tasa de alimentación(%) ^a	Frecuencia de alimentación(por día) ^b
post-larva-1g	8	10-15
1-5 g	8-7	8-10
5-25 g	6-4	4-6
25-66 g	4-2.8	3-4
66-comercialización	2.8	2-4
100-130-comercialización	2.5	2-4
> 130	2.3	2

^b FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero), ^a Programa de Investigación y Proyección Social en alimentos-UNALM.

Anexo XI. Registro de los parámetros de calidad de agua

Semanas	Temperatura acuario °C	Temperatura ambiental °C	NH ₃	O ₂	pH	Dureza
---------	------------------------	--------------------------	-----------------	----------------	----	--------

	Mañana	Tarde	X	Mañana	Tarde	X	mg/L	mg/L		ppm
Inicio	15.0	15.7	15.4	23	22	22.5	0	8.5	7.0	140
1	16.4	16.0	16.2	23	22	22.5	0	7.4	6.9	140
2	16.0	16.0	16.0	22	23	22.5	0	7.3	6.9	160
3	16.5	16.9	16.7	23	22	22.5	0	8.0	7.0	140
4	17.0	16.4	16.7	23	22	22.5	0	7.0	7.0	150
Máximo	17.0	16.9	16.7	23	23	22.5	0	8.5	7.0	160
Mínimo	15.0	15.7	15.4	22	22	22.5	0	7.3	6.9	140
Prom	16.0	16.3	16.0	22.5	22.5	22.5	0.0	7.9	7.0	147.5

Anexo XII. Evaluación de los costos de alimento por Kg de ganancia de peso

Tratamiento	Repetición	C.A	C.A promedio	Costo de Alimento(S/.)	Costo promedio(S/.)
T1	R1	1.143	1.05	3.31	3.48
	R2	0.996			
	R3	1.037			
	R4	1.041			
T2	R1	0.998	1.01	3.34	3.37
	R2	1.083			
	R3	0.969			
	R4	1.001			
T3	R1	1.064	1.00	3.36	3.36
	R2	0.986			
	R3	0.989			
	R4	0.981			
T4	R1	1.042	1.04	3.39	3.53
	R2	1.137			
	R3	1.01			
	R4	0.963			

Anexo XIII. Costo de las dietas

Ingredientes	Control	T1	T2	T3
--------------	---------	----	----	----

	0% de Rumicell	0.1% de Rumicell	0.2% de Rumicell	0.3% de Rumicell
Hna,de pescado prime	40	40	40	40
Harinilla de trigo	26.36	26.26	26.16	26.06
Torta de soya,47	19	19	19	19
Concentrado proteico	10	10	10	10
Aceite crudo de soya	4	4	4	4
Sal	0.22	0.22	0.22	0.22
Premix acuicultura	0.2	0.2	0.2	0.2
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1	0.1
Biomos	0.1	0.1	0.1	0.1
Rumicell	0	0.1	0.2	0.3
Antioxidante	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	100	100	100	100
Costo (S/. / Kg)	3.31	3.34	3.36	3.39

Anexo XIV. Análisis proximal de las dieta basal de crecimiento

DIETA EXPERIMENTAL INICIO	
Análisis	Contenido (%)
Materia Seca, %	89.64
Humedad, %	10.36
Proteína Total, %	45.78
Extracto Etéreo, %	10.13
Fibra Cruda, %	2.77
Ceniza, %	9.37
ELN, %	21.59

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) – La Molina.

Anexo XV. Distribución de unidades experimentales

Acuario	1	2	3	4	5	6	7	8
Tratamiento	T1	T2	T3	T3	T1	T4	T4	T3
Nivel de inclusión del PMF	0.00%	0.10%	0.20%	0.20%	0.00%	0.30%	0.30%	0.20%

9	10	11	12	13	14	15	16
T1	T4	T2	T2	T2	T4	T1	T3
0.00%	0.30%	0.10%	0.10%	0.10%	0.30%	0.00%	0.20%

ANEXO XVI. Resultados obtenidos por tratamientos y repetición para evaluación biométrica y nutricional.

Parámetros	0% de Rumicell				0.1% de Rumicell				0.2% de Rumicell				0.3% de Rumicell			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
BIOMASA (g)																
Inicial	269.99	269.99	270.03	269.96	269.69	270.09	270.32	269.98	270.00	270.29	270.4	269.77	267.075	269.99	270.25	270.01
Final	617.592	614.964	634.348	627.788	623.42	623.343	639.409	654.513	647.97	656.276	655.978	642.461	653.359	645.73	649.102	663.97
Ganancia de biomasa	347.602	344.974	364.318	357.828	353.73	353.253	369.089	384.533	377.97	385.986	385.578	372.691	386.284	375.74	378.852	393.96
PESO (g)																
Inicial	53.998	53.998	54.006	53.992	53.938	54.018	54.064	53.996	54.00	54.058	54.08	53.954	53.415	53.998	54.05	54.002
Final	123.518	122.993	126.87	125.558	124.684	124.669	127.882	130.903	129.594	131.255	131.196	128.492	130.672	129.146	129.82	132.794
Ganancia de peso	69.52	68.995	72.864	71.566	70.746	70.651	73.818	76.907	75.594	77.197	77.116	74.538	77.257	75.148	75.77	78.792
CONSUMO ACUM. (g)																
30 días	79.488	68.707	75.577	74.519	70.596	76.533	71.559	76.975	80.422	76.091	76.261	73.149	80.491	85.458	76.517	75.856
CONV. ALIM. ACUM.																
30 días	1.143	0.996	1.037	1.041	0.998	1.083	0.969	1.001	1.064	0.986	0.989	0.981	1.042	1.137	1.01	0.963
LONGITUD (cm)																
Inicial	15.18	15.2	15.16	15.1	15.18	15.34	15.34	15.08	15.34	15.1	15.2	14.9	15.06	15.02	15.3	15.1
Final	18.81	18.55	18.93	18.51	19.12	18.12	18.58	19.32	19.22	19.02	19.44	18.75	19.15	19.5	18.56	19.26
Ganancia de longitud	3.628	3.352	3.774	3.409	3.944	2.781	3.238	4.238	3.879	3.92	4.237	3.847	4.09	4.482	3.263	4.161
Sobrevivencia (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Costo alimento	3.311	3.311	3.311	3.311	3.337	3.337	3.337	3.337	3.363	3.363	3.363	3.363	3.389	3.389	3.389	3.389
Costo de alimento/ Kg de ganancia de peso	3.786	3.297	3.434	3.447	3.33	3.615	3.235	3.34	3.578	3.315	3.326	3.301	3.531	3.854	3.423	3.263
tasa de crecimiento(g/d)	2.317	2.3	2.429	2.386	2.358	2.355	2.461	2.564	2.52	2.573	2.571	2.485	2.575	2.505	2.526	2.626
PER	1.910	2.194	2.106	2.098	2.189	2.016	2.253	2.182	2.053	2.216	2.209	2.226	2.097	1.921	2.163	2.269

Anexo XVII: Análisis de varianza del peso

Análisis de varianza del peso unitario inicial

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.06202719	0.02067573	0.85	0.492	n.s
Error	12	0.29125575	0.02427131			
Total	15	0.35328294				

C.V.= 0.288649

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de varianza del peso unitario a los 30 días(final)

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	91.5413073	30.5137691	7.4	0.0046	**
Error	12	49.4685245	4.122377			
Total	15	141.009832				

C.V.= 1.584639

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de la varianza de la ganancia de peso

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	93.882166	31.294052	7.64	0.0041	**
Error	12	49.139773	4.0949811			
Total	15	143.02194				

C.V.=2.728889

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XVIII. Análisis de varianza de la biomasa

Análisis de varianza de la biomasa inicial

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	1.55067969	0.51689323	0.85	0.4920	n.s
Error	12	7.28139375	0.60678281			
Total	15	8.83207344				

C.V= 0.288649

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de varianza de la biomasa final

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	2288.713951	762.904650	7.40	0.0046	**
Error	12	1236.565664	103.047139			
Total	15	3525.279615				

C.V=1.584545

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de varianza del incremento de biomasa

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	2347.2388	782.41293	7.64	0.004	**
Error	12	1228.3409	102.36174			
Total	15	3575.5797				

C.V.= 2.728722

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XIX. Análisis de varianza de la longitud

Análisis de varianza de la longitud inicial

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.03130	0.010433	0.61	0.6187	n.s
Error	12	0.20380	0.016983			
Total	15	0.23510				

C.V=0.859490

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de varianza de la longitud final

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.56038319	0.18679440	1.29	0.3238	n.s
Error	12	1.74311425	0.14525952			
Total	15	2.30349744				

C.V=2.013607

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Análisis de varianza del incremento de longitud

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.7739782	0.2579927	1.32	0.3124	N.S
Error	12	2.3389943	0.1949162			
Total	15	3.1129724				

C.V= 11.72566

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XX. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.1042231	0.0347411	7.62	0.0041	**
Error	12	0.0547057	0.0045588			
Total	15	0.1589289				

C.V= 2.731419

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XXI. Análisis de varianza del consumo a los 30 días(final)

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	77.426741	25.808914	1.74	0.2117	N.S
Error	12	177.82729	14.81894			
Total	15	255.25403				

C.V=5.056038

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XXII. Análisis de varianza de la conversión alimenticia

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.0061985	0.0020662	0.62	0.6141	N.S
Error	12	0.0398475	0.0033206			
Total	15	0.046046				

C.V=5.608259

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

ANEXO XXIII. Análisis de varianza para la retención de eficiencia proteica

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.02449475	0.00816492	0.62	0.62	N.S
Error	12	0.15784300	0.01315358			
Total	15	0.18233775				

C.V= 5.380990

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

Anexo XXIV. Análisis de costos de alimento por Kg de ganancia de peso

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	F.Calc	Pr > F	N.S
Tratamiento	3	0.0633077	0.021106	0.56	0.6497	N.S
Error	12	0.4498968	0.03749			
Total	15	0.5132044				

C.V=5.625113

ns : no significativo, * significativo, ** altamente significativo

RUMICELL® DRY

(ESTIMULANTE DE FERMENTACIÓN Y DIGESTION)

DESCRIPCIÓN:

RUMICELL® DRY es una fuente de miles de millones de células vivas que se oponen a la proliferación de las bacterias patógenas. Las propiedades únicas de Rumicell® Dry protegen contra la acción de ciertas toxinas lo cual permite reducir incidencias de diarreas. Un componente esencial de las paredes celulares del Rumicell® es el poder estimulante de inmunidad en las aves. Rumicell® es una alternativa avanzada y económica en la alimentación avícola.

INGREDIENTES:

Producto Seco de Fermentación de *Saccharomyces cerevisiae*, *Minerales Modificadores del pH*, *Bacillus subtilis* Producto de Fermentación, Bacillus coagulans Producto de fermentación, Enzimas Digestivas, Carbonato de Calcio.

CARACTERÍSTICAS:

Apariencia: Polvo de color crema a tostado.

Autorización: La venta/uso de este producto está aprobada por AAFCO* (Clasificación 36,11). *Asociación Oficial de Control de Alimentos.

INSTRUCCIONES:

RUMICELL® DRY provee un constante y alto nivel de células vivas al alimento concentrado. Rumicell® Dry está diseñado para ser mezclado directamente en el alimento. Se recomienda usar 1.0 - 2.0 Kgs por tonelada métrica. Las cantidades pueden ser ajustadas de acuerdo a las condiciones y requerimientos de producción.

EMPAQUE:

RUMICELL® DRY viene en bolsas de 20 Kg (44 lbs) de multipared, poli-lineado, resistente al calor.

BENEFICIOS:

- Mayor resistencia a enfermedades.
- Mayor incremento diario de peso.
- Mejor calidad cascara del huevo.
- Reducción tasa de mortalidad.
- Disminución de diarreas
- Menor nivel de estrés.

FÓRMULA:

- *Saccharomyces cerevisiae* (4,4*10⁹)
- *Bacillus subtilis*
- *Bacillus coagulans*
- Minerales modificadores de pH
- Enzimas digestivas
 - o Lipasa 8000 U.I./kg
 - o Proteasa 100000 U.I./kg
 - o Amilasa 100000 U.I./kg

ANÁLISIS TÍPICO:

PROTEINA:	(no menos de)	30 %
GRASA CRUDA	(no menos de)	3 %
FIBRA CRUDA	(no mas de)	4 %



Bentoli Agricultural Products

A Division Of Bentoli, Inc.

P.O. Box 901149, Homestead, FL 33090

(305) 245-9939 Fax (305) 245-9910

www.bentoli.com e-mail: sales@bentoli.com

© Copyright 2001 Doc P012SP0201 - PROKURA and BENTOLI are registered trademarks of BENTOLI, Inc. USA

