

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANGOLQUÍ

USO DE PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS
(*Oncorhynchus mykiss*), EN ETAPA DE ALEVINAJE, BAJO UN SISTEMA DE
RECIRCULACIÓN CERRADA.

FERNANDO JAVIER VELÁSQUEZ FLORES

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANGOLQUÍ

USO DE PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS
(*Oncorhynchus mykiss*), EN ETAPA DE ALEVINAJE, BAJO UN SISTEMA DE
RECIRCULACIÓN CERRADA.

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2012

**USO DE PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS
(*Oncorhynchus mykiss*), EN ETAPA DE ALEVINAJE, BAJO UN SISTEMA DE
RECIRCULACIÓN CERRADA.**

FERNANDO JAVIER VELÁQUEZ FLORES

REVISADO Y APROBADO

.....

ING. PATRICIA FALCONÍ

DIRECTORA DE CARRERA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

.....

ING. JULIO PAZMIÑO

DIRECTOR

.....

ING. SOLEDAD AGUIRRE

CODIRECTORA

.....

SECRETARÍA ACADÉMICA

**USO DE PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS
(*Oncorhynchus mykiss*), EN ETAPA DE ALEVINAJE, BAJO UN SISTEMA DE
RECIRCULACIÓN CERRADA.**

FERNADO JAVIER VELÁSQUEZ FLORES

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.**

	CALIFICACIÓN	FECHA
ING. JULIO PAZMIÑO	_____	_____
DIRECTOR		
ING. SOLEDAD AGUIRRE	_____	_____
CODIRECTORA		

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARÍA.**

SECRETARÍA ACADÉMICA

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres por todo el amor apoyo que me han brindado.

A mis hermanos como ejemplo de dedicación y perseverancia.

A mis amigos que me han apoyado siempre.

AGRADECIMIENTO

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Director Ing. Julio Pazmiño y Codirector de Proyecto Ing. Soledad Aguirre, por todo el apoyo y acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta Investigación.

A todas las personas que colaboraron para que se realice mi proyecto de tesis, entre ellas destacar al Ing.Msc. Juan Ortiz, como ejemplo, mentor y guía, e Ing. Daysi Muñoz, por toda la ayuda y apoyo otorgado para el desarrollo del proyecto.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

I. ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	19
1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.1.1 Objetivo General	21
1.1.2 Objetivo Específico	21
1.2 HIPÓTESIS	22
II. REVISIÓN DE LITERATURA	22
2.1 PROBIÓTICOS	23
2.1.1 Definición de los Probióticos	23
2.1.2 Probióticos en Acuicultura	24
2.1.3 Mecanismos de Acción de los Probióticos	25
2.2 PERFOSTIM S/F	27
2.2.1 Composición	27
2.2.2 Propiedades	28
2.2.3 <i>Pediococcus acidilactici</i>	28
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA TRUCHA ARCOIRIS	29
2.4 ENTORNO AMBIENTAL	30
2.4.1 Hábitat	30
2.4.2 Distribución	31
2.4.3 Calidad de Agua	31
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ETAPA DE ALEVINAJE	33
2.6 SISTEMA INMUNITARIO	34
2.6.1 Generalidades	34
2.6.2 Sistema de Defensa Inespecífico	36
2.6.2.1 Factores humorales solubles	36
2.6.2.2 Mediado por células	40
2.6.3 Sistema de Inmune Específico	42
2.6.3.1 Inmunidad humoral	42
2.6.3.2 Inmunidad mediada por células	45
2.6.4 Órganos Linfoides	46
2.6.5 Respuesta Inflamatoria	48

2.6.6 Inmunoestimulantes	49
2.7 SISTEMAS DE CULTIVO EN ACUACULTURA	49
2.8 RECIRCULACIÓN.....	50
2.8.1 Principio de Recirculación	51
2.8.2 Eliminación de Sólidos (Heces y Pienso)	52
2.8.3 Eliminación de Amonio	52
2.8.4 El Biofiltro	53
2.8.5 Desgasificación	54
2.8.6 Aporte de Oxígeno	55
2.8.7 Ventajas de la Recirculación.....	56
III. MATERIALES Y MÉTODOS	57
3.1 MATERIALES	57
3.1.1 Fase de Campo	57
3.1.2 Fase de Laboratorio.....	61
3.2 METODOLOGÍA.....	65
3.2.1 Trabajo en Campo	65
3.2.1.1 Implementación del sistema de recirculación	65
3.2.1.2 Colocación de jaulas para los tratamientos.....	66
3.2.1.3 Colocación de rótulos de identificación de tratamientos	67
3.2.1.4 Siembra de alevines.....	67
3.2.2 Protocolo de Adición del Probiótico.....	68
3.2.2.1 Adición de probiótico en el medio (agua).....	68
3.2.2.2 Adición del probiótico en el alimento.....	68
3.2.3 Protocolo de Análisis Hematológico.....	69
3.2.3.1 Técnica de extracción sanguínea.....	69
3.2.3.2 Hematocríto.....	70
3.2.3.3 Análisis de hemoglobina.....	70
3.2.3.4 Recuento eritrocitario y leucocitario.....	71
3.2.3.5 Análisis de albúmina.....	71
3.3 ZONA DE ESTUDIO.....	72
3.3.1 Localización del Experimento.....	72
3.3.2 Ubicación Geográfica Hda. El Prado	73

3.3.3 Clasificación Ecológica Hda. El Prado	73
3.3.4 Tipo de Investigación	73
3.4 TRATAMIENTOS	74
3.4.1 Distribución de los Tratamientos en los Estanques Rectangulares	74
3.4.2 Área Dispuesta a la Investigación	76
3.5 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	77
3.5.1 Variables en Peces.....	77
3.5.2 Variables en el Medio	78
3.5.3 Variables en Hematológicas.....	79
3.5.4 Análisis Estadístico	80
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
4.1 VARIABLES MORFOMÉTRICAS	81
4.1.1 Peso (g)	81
4.1.2 Longitud Total (cm).....	85
4.1.3 Longitud Parcial (cm)	89
4.1.4 Ancho (cm).....	93
4.1.5 Conversión Alimenticia (F.C.A).....	97
4.1.6 Índice de Condición Corporal (I.C.C).....	100
4.1.7 Mortalidad (%).....	102
4.2 VARIABLES DEL MEDIO.....	105
4.2.1 Nitritos (NO ₂) (mg/l).....	105
4.2.2 Nitratos (NO ₃) (mg/l).....	110
4.2.3 Oxígeno Disponible (O.D.) (ppm)	113
4.2.4 Temperatura (°C)	117
4.2.5 pH (Potencial Hidrógeno)	119
4.3 VARIABLES DEL SANGUÍNEAS	121
4.3.1 Hematocrito (%).....	121
4.3.2 Hemoglobina	124
4.3.3 Glóbulos Blancos	127
4.3.4 Albúmina.....	130

4.4 RELACIONES ENTRE LAS DOSIS DE PROBIÓTICOS EN EL AGUA CON LAS DIFERENTES VARIABLES DENTRO DE CADA DOSIS DE PROBIOTICO EN EL BALANCEADO	134
4.4.1 Con Variables Morfométricas	134
4.4.2 Con Variables del Medio	137
4.4.3 Con Variables Sanguíneas.....	138
V. CONCLUSIONES	139
VI. RECOMENDACIONES	144
VII. RESUMEN	146
VIII. SUMMARY	147
IX. BIBLIOGRAFÍA	148

II. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Composición por Kg de producto	27
Cuadro 2.2 Parámetros vitales para trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	32
Cuadro 2.3 Densidades de siembra adecuadas para el levante de truchas.	34
Cuadro 2.4 Características del sistema Intensivo	50
Cuadro 3.1 Descripción de materiales de campo	57
Cuadro 3.2 Descripción de insumos del proyecto de recirculación	59
Cuadro 3.3 Descripción de equipos de campo	60
Cuadro 3.4 Descripción de materiales de laboratorio.....	61
Cuadro 3.5 Descripción de reactivos de laboratorio.	62
Cuadro 3.6 Descripción de equipos de laboratorio.	63
Cuadro 3.7 Insumos de oficina	64
Cuadro 3.8 Las variables que se evaluaron y las fórmulas aplicadas son las siguientes:.....	77
Cuadro 3.9 Detalla en el cuadro las diferentes variables que se midieron en el agua.....	78
Cuadro 3.10 Detalla las variables que se midieron en el laboratorio	79
Cuadro 4.1 Análisis de variancia para el peso de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	82
Cuadro 4.2 Efecto de los probióticos en el agua sobre el peso de la trucha arcoiris, a los 84 días	83
Cuadro 4.3 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el peso de la trucha arcoiris, a los 84 días.....	84
Cuadro 4.4 Análisis de variancia para la longitud total de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento, hasta los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	86
Cuadro 4.5 Efecto de los probióticos en el agua sobre la longitud total de la trucha arcoiris, a los 84 días	87
Cuadro 4.6 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la longitud total de la trucha arcoiris a los 84 días	88
Cuadro 4.7 Análisis de variancia para la longitud parcial de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento a los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	90

Cuadro 4.8 Análisis de variancia para la longitud parcial de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento a los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	91
Cuadro 4.9 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la longitud parcial de la trucha arcoiris a los 84 días	92
Cuadro 4.10 Análisis de variancia para el ancho de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento a los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	94
Cuadro 4.11 Efecto de los probióticos en el agua sobre el ancho de la trucha arcoiris a los 84 días	95
Cuadro 4.12 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el ancho de la trucha arcoiris a los 84 días.....	96
Cuadro 4.13 Análisis de variancia para la conversión alimenticia de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.....	97
Cuadro 4.14 Efecto de los probióticos en el agua sobre la conversión alimenticia de la trucha arcoiris en los 84 días.....	98
Cuadro 4.15 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la conversión alimenticia de la trucha arcoiris en los 84 días.....	99
Cuadro 4.16 Análisis de variancia para el Índice de la condición corporal de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	100
Cuadro 4.17 Efecto de los probióticos en el agua sobre el Índice de la condición corporal de la trucha arcoiris en los 84 días.....	101
Cuadro 4.18 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la condición corporal de la trucha arcoiris en los 84 días	101
Cuadro 4.19 Análisis de variancia para el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	103
Cuadro 4.20 Efecto de los probióticos en el agua sobre el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris en los 84 días.....	103
Cuadro 4.21 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris	104
Cuadro 4.22 Análisis de variancia para el contenido nitritos NO ₂ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	106

Cuadro 4.23 Efecto de los probióticos en el agua sobre contenido de nitritos NO ₂ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris	107
Cuadro 4.24 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de nitritos NO ₂ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris	108
Cuadro 4.25 Análisis de variancia para el contenido de nitratos NO ₃ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	110
Cuadro 4.26 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de nitratos NO ₃ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris	111
Cuadro 4.27 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de nitratos NO ₃ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris	112
Cuadro 4.28 Análisis de variancia para el oxígeno disponible O.D. (ppm) del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	114
Cuadro 4.29 Efecto de los probióticos en el agua sobre el oxígeno disponible O.D. (ppm) del medio de la trucha arcoiris	115
Cuadro 4.30 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el oxígeno disponible O.D. (ppm) de la trucha arcoiris	116
Cuadro 4.31 Análisis de variancia para la temperatura en °C del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	117
Cuadro 4.32 Efecto de los probióticos en el agua sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris	118
Cuadro 4.33 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris	118
Cuadro 4.34 Análisis de variancia para el pH del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	119
Cuadro 4.35 Efecto de los probióticos en el agua sobre el pH del medio de la trucha arcoiris	120
Cuadro 4.36 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris	120
Cuadro 4.37 Análisis de variancia para el contenido de hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	121
Cuadro 4.38 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris	122

Cuadro 4.39 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris	123
Cuadro 4.40 Análisis de variancia para el contenido de hemoglobina en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	124
Cuadro 4.41 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de hemoglobina en la sangre de la trucha arcoiris	125
Cuadro 4.42 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de hemoglobina de la trucha arcoiris	126
Cuadro 4.43 Análisis de variancia para el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	128
Cuadro 4.44 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris	128
Cuadro 4.45 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris	129
Cuadro 4.46 Análisis de variancia para la albúmina en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011	131
Cuadro 4.47 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de albúmina en la sangre de la trucha arcoiris	132
Cuadro 4.48 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de albúmina en la sangre de la trucha arcoiris	133
Cuadro 4.49 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables morfométricas dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado	135
Cuadro 4.50 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables del medio dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado	137
Cuadro 4.51 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables sanguíneas dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado ...	138

III. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	30
Figura 2.2 Esquema general de un sistema recirculación	51
Figura 2.3 Proceso de desgasificación.....	55
Figura 3.1 Implementación del sistema de recirculación.	66
Figura 3.2 Diseño y acople de la jaula en el estanque.....	67
Figura 3.3 Secado del alimento sobre bandeja plástica.....	69
Figura 3.4 Vista del proyecto de acuicultura, Pailones, IASA I.....	72
Figura 3.5 Esquema de tratamientos a comparar.....	74
Figura 3.6 Esquema del proyecto acuícola del IASA I y distribución de los tratamientos (2012).....	76

III. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Curvas del peso (g) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua	83
Gráfico 4.2 Curvas del peso (g) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días bajo el efecto de los tratamientos en base de probióticos en el agua y al balanceado	85
Gráfico 4.3 Curvas del la longitud total (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua	87
Gráfico 4.4 Curvas del la longitud total (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balaceado	89
Gráfico 4.5 Curvas del la longitud parcial (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua	91
Gráfico 4.6 Curvas del la longitud parcial (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balaceado	92
Gráfico 4.7 Curvas del ancho (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua	95
Gráfico 4.8 Curvas del ancho (cm) de los alevines de la trucha arco iris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balaceado	96
Gráfico 4.9 Análisis comparativo de la conversión alimenticia de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	98
Gráfico 4.10 Análisis comparativo en la conversión alimenticia de los tratamientos en base de las dosis de probióticos en el agua y las dosis en el balanceado conjuntamente con el testigo	99
Gráfico 4.11 Análisis comparativo nitritos NO ₂ (mg/lit) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	107
Gráfico 4.12 Análisis comparativo nitritos NO ₂ (mg/lit) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	108
Gráfico 4.13 Análisis comparativo nitratos NO ₃ (mg/lit) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	111
Gráfico 4.14 Análisis comparativo nitratos NO ₃ (mg/lit) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	112
Gráfico 4.15 Análisis comparativo oxígeno disponible O.D. (ppm) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	115

Gráfico 4.16 Análisis comparativo oxígeno disponible O.D. (ppm) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	116
Gráfico 4.17 Análisis comparativo del porcentaje de hematocrito en la sangre de la trucha arco iris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	122
Gráfico 4.18 Análisis comparativo del porcentaje de hematocrito en la sangre de trucha arco iris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	123
Gráfico 4.19 Análisis comparativo de la hemoglobina (g/dl) en la sangre de la trucha arco iris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	125
Gráfico 4.20 Análisis comparativo de la hemoglobina (g/dl) en la sangre de la trucha arco iris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	126
Gráfico 4.21 Análisis comparativo de contenido de glóbulos blancos (cél./10 ⁴) en la sangre de la trucha arco iris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	129
Gráfico 4.22 Análisis comparativo del contenido de glóbulos blancos (cél./10 ⁴)la en la sangre de la trucha arco iris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	130
Gráfico 4.23 Análisis comparativo de contenido de albúmina (g/dl) en la sangre de la trucha arco iris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo	132
Gráfico 4.24 Análisis comparativo del contenido de albúmina (g/dl) la en la sangre de la trucha arco iris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo	133

I. INTRODUCCION

Tras la creciente demanda de una producción sustentable, el interés en tratamientos amigables con el medio ambiente se está incrementando rápidamente, el empleo de probióticos ha sido desarrollado como una alternativa de manejo preventivo (estrategia proactiva) mas no curativo (estrategia reactiva) de las enfermedades (Newman, 1999).

Por su parte los sistemas de recirculación representan una estrategia novedosa, complementada al uso de probióticos, para lograr la sustentabilidad en la producción intensiva optimizando de esta manera el recurso agua (CENADAC¹, 2007).

Las principales ventajas del uso y manejo del sistema de recirculación cerrado, radican en mantener un control en la calidad de agua, optimización del espacio físico, posibilidad de aumentar la tasa de siembra lo que conlleva a mejorar las tasas de producción.

Las enfermedades limitan significativamente la producción acuícola y afectan gravemente al desarrollo del sector. Los probióticos constituyen una excelente alternativa al uso de antibióticos en acuicultura para el control de enfermedades de las especies cultivadas (Dagá, 2007).

¹ CENADAC: Centro Nacional De Desarrollo Acuícola

El uso empírico de los probióticos es tan viejo como los métodos prehistóricos de preservación de alimentos (Bengmark, 1998). El concepto científico de probióticos es muy reciente (Parker, 1974), e incluso este concepto ha sido discutido por muchos años. Para nuestro conocimiento, la primera aplicación empírica en acuicultura es relativamente reciente (Kozasa, 1986), y se puede esperar muy poco soporte científico en este tema.

Recientemente los promotores de crecimiento han tenido varias restricciones por su naturaleza antibiótica y se han establecido los límites máximos de residuos en los productos animales (Sabtomá, 1998). Es de considerar además, la pérdida de efectividad de los productos antibióticos, aumento de costos de producción, mayor posibilidad de residuos en la carne, resistencia bacteriana y un efecto negativo sobre el medio ambiente.

Un número creciente de probióticos comerciales han sido propuestos a los acuacultores, pero estos productos no gozan de confiabilidad para su uso, por lo que es necesario comprobar su efectividad científicamente.

La investigación del proyecto de Uso de Probióticos en alevines bajo un Sistema de Recirculación, fue adaptado en los estanques de las instalaciones del área de acuicultura de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I, ubicado en la Hacienda el Prado, Cantón Rumiñahui, Parroquia San Fernando, a una altitud de 2748 m.s.n.m. con una temperatura en el agua de 11-13 °C.

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo General

Mejorar parámetros bioproductivos y tasas de supervivencia en alevines de trucha arcoiris, a través del suministro de probióticos en la alimentación y en el medio de cultivo (agua), para aumentar la supervivencia y parámetros morfológicos, en la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I.

1.1.2 Objetivos específicos

- Asegurar un ambiente controlado para un correcto desarrollo de los animales del cultivo y determinar los principales parámetros productivos como la tasa de crecimiento específica, el valor de conversión alimenticia, índice de condición corporal y la supervivencia, bajo un sistema de recirculación de agua, para la etapa de alevinaje.
- Estimular y determinar el comportamiento inmunológico acorde a parámetros hematológicos de los peces en estudio, en dietas balanceadas con probióticos, así como la aplicación en el medio del cultivo.
- Proporcionar un sistema amigable con el ambiente cuya agua de retorno cumpla con las normas del medio ambiente.

1.2 HIPÓTESIS

El uso de probióticos en el medio y en la alimentación bajo un sistema de recirculación, aumentará los parámetros productivos y la respuesta inmunológica en la etapa de alevinaje de la trucha arco iris.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La Ingeniería en Producción Acuícola ha alcanzado gran importancia dentro del sistema alimentario por la producción de proteína de gran calidad biológica desde el punto de vista nutricional y por ubicarse en áreas deprimidas o de mediano desarrollo, donde puede originar una serie de actividades conexas que estimulan una dinámica de crecimiento, lo cual se hace mucho más evidente si se tiene en cuenta que el sistema alimentario, presenta limitaciones estructurales y aún no ha desarrollado toda su capacidad (SAGPyA². 2007).

En el mundo, en los pasados diez años, la producción de alimentos procedentes de la acuicultura de aguas marinas y continentales ha crecido significativamente a una tasa del 9,2% anual, comparada con sólo el 1,4% de las capturas pesqueras y el 2,8% de los sistemas de producción de carne procedente de animales terrestres. Aproximadamente 31,4 millones de toneladas (49,9%) en el 2005, provino de las aguas marinas, seguido por 27,7 millones producidos en agua dulce (44,1%) y un 6% de aguas salobres (SAGPyA³. 2007).

² SAGPyA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

³ SAGPyA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

La importancia de la acuicultura es cada vez más reconocida, sobre todo en el abastecimiento de pescado como alimento de consumo humano, debido a que proporciona más del 15% del suministro total de proteínas animales de alto valor biológico y bajo costo (SAGPyA⁴. 2007).

En Sur América están en proceso de desarrollo del cultivo de la trucha, como Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Perú, este último viene cumpliendo un programa de producción aceptable con la participación del estado. Ecuador debido a la variedad de sus regiones y los diferentes pisos ecológicos de su geografía, presenta un ambiente ideal para la producción de trucha arco iris (SAGPyA⁵. 2007).

2.1 PROBIÓTICOS

2.1.1 Definición de los Probióticos

Los probióticos son microorganismos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos.

⁴ SAGPyA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

⁵ SAGPyA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

Las bacterias de ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud. En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microorganismos que han demostrado en estudios humanos controlados producir un beneficio a la salud. La fermentación de alimentos brinda perfiles de sabor característicos y reduce el pH, lo que impide la contaminación provocada por posibles patógenos. La fermentación se utiliza a nivel mundial para el mantenimiento de una gama de materiales agrícolas sin procesar como: cereales, raíces, tubérculos, frutas y hortalizas, leche, carne, pescado etc (OMGE⁶, 2008).

2.1.2 Probióticos en Acuicultura

Parker (1974), introdujo el concepto moderno de probiótico; y desde entonces la comunidad científica lo ha redefinido en diversas ocasiones, adecuándolo incluso a la acuicultura (Gatesoupe, 1999). Es un hecho de que los probióticos se han utilizado partiendo de conocimientos empíricos hasta su aplicación, apoyados con fuertes argumentos científicos y tecnológicos.

⁶ OMGE: Organización Mundial de Gastroenterología

El término probiótico ha venido cambiando con los años. Gatesoupe (1999), define probiótico como “aquellos microorganismos que son administrados de tal manera que entran al sistema gastrointestinal del hospedero, y que se mantienen vivos con la finalidad de aportar salud” FAO⁷ (2002), ha definido el probióticos como, “microorganismos vivos que confieren un beneficio de salud al hospedero cuando son consumidos en cantidades adecuadas”.

Dentro de los probióticos se encuentran las levaduras, microorganismos ubicuos que son diseminados por los animales, el aire y las corrientes de agua, por lo que pueden ser detectadas en el tracto digestivo, tanto de peces silvestres como cultivados, sin embargo, su presencia es considerada como incidental a pesar de que son muchos los géneros de levaduras que han sido detectados en peces sanos (Gatesoupe, 2007).

2.1.3 Mecanismo de Acción de los Probióticos

Según Tovar *et al.* 2002, 2004, los probióticos afectan el ecosistema intestinal estimulando los mecanismos inmunitarios de la mucosa y estimulando los mecanismos no inmunitarios a través de un antagonismo/competencia con los patógenos potenciales. Se piensa que estos fenómenos median la mayoría de los efectos beneficiosos.

Se han descrito diferentes mecanismos de acción de los probióticos, particularmente de las bacterias lácticas (Verschuere *et al.*, 2000; Rodríguez *et al.*, 2003). Estos mecanismos de acción de los probióticos se describen a continuación:

⁷ FAO: Organización para la Alimentación y la Agricultura

- **Producción de compuestos inhibitorios:** La microflora endógena limita la inclusión de microorganismos patógenos por la fermentación de productos bacterianos, incluyendo metabolitos primarios como ácidos orgánicos (alterando el pH), dióxido de carbono, acetaldehído y peróxido de hidrogeno (Rodriguez *et al.*, 2003; Sugita *et al.*, 2000). Además, por la producción de bacteriocinas, sideroforos, lisosomas, proteasas (Verschuere *et al.*, 2000), así como la formación adicional de amonio y diacetil (Vandenbergh, 1993).
- **Competencia por productos químicos y energía disponible:** Además de la competencia, existen agentes quelantes de hierro (forma férrica) como los sideroforos, cuya significancia ecológica reside en la capacidad de liberar nutrientes esenciales del ambiente y de privar de esto a los competidores (Verschuere *et al.*, 2000).
- **Competencia por sitios de adhesión:** La competencia por receptores de adhesión limita la colonización (Montes y Pugh, 1993). Esta propiedad de adhesión es afectada por los ácidos gastrointestinales (Villamil *et al.*, 2002).
- **Incremento de la respuesta inmune:** Por la presencia de compuestos de origen microbiano como LPS, peptidoglucanos y β -glucanos; contenidos en los probióticos. Además, se ha reportado un aumento en las actividades de macrófagos sometidos a regímenes de probióticos (Pardio *et al.*, 1996).

- **Alteración del metabolismo microbiano:** Al colonizar los probióticos la microflora incrementan sustancialmente el proceso digestivo gracias al suministro de enzimas (Rodríguez *et al.*, 2003).

2.2 PERFOSTIM S/F

2.2.1 Composición

Perfostim S/F, es un probiótico distribuido a nivel nacional por la empresa BIO-BAC, este producto está compuesto por: *Pediococcus acidilactici* y vitaminas, (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Composición por Kg de producto.

<i>Pediococcus acidilactici</i> MA 18/5M	200x10exp9, coloniza el tracto digestivo.
Vitamina E	40000mg, Estimula la respuesta inmune.
Vitamina C	91000mg, Incrementa la resistencia al estrés.
Selenio	200mg, Propiedades antioxidantes que disminuyen radicales libres.
Betaína	Propiedades antioxidantes que disminuyen radicales libres.
Sustrato prebiótico	Desarrolla la flora intestinal disminuyendo agentes patógenos.

FUENTE: Perfostim S-F, BIO-BAC, 2010.

2.2.2 Propiedades

PERFOSTIM S / F, es un aditivo para piensos compuestos original de *Pediococcus acidilactici* 18/5M MA y elementos esenciales que permiten:

- Producir ácido láctico L+, a partir de los substratos de carbohidratos (Bacterias homofermentativas).
- Capaz de crecer en un amplio rango de pH, temperatura, y presión osmótica.
- Sobrevive a lo largo del tracto digestivo.
- Estabiliza la flora intestinal bacteriana del camarón y peces durante las fases de cría.
- Mejora el estado de salud de los animales.
- Aumenta la tasa de crecimiento.

2.2.3 *Pediococcus acidilactici*

Pediococcus acidilactici, se ha convertido en un potencial probiótico que ha demostrado resultados prometedores en los experimentos en animales y humanos, aunque algunos de los resultados son limitados. Ellos se encuentran comúnmente en verduras fermentadas, productos lácteos fermentados y carne. Son anaerobios facultativos, que crecen bien en MRS (DeMann, Rogosa, Sharpe) agar de un pH óptimo de 6,2, con una incubación durante la noche a 37 grados centígrados y 45 grados centígrados. También son viables a temperaturas más altas de hasta 65 grados centígrados. Son también las bacterias acidófilas que son viables a pH muy bajo. El *P. acidilactici*, es un anaerobio facultativo con menor sensibilidad al oxígeno.

Pediococcus acidilactici, es una especie de cocos gram positivos que se encuentra a menudo en pares o tétradas. *Pediococcus acidilactici*, es una bacteria homo-fermentativa que pueden crecer en una amplia gama de pH, la temperatura y la presión osmótica, por lo tanto ser capaces de colonizar el tracto digestivo.

Ejercen antagonismo contra otros microorganismos, incluyendo patógenos entéricos, principalmente a través de la producción de ácido láctico y la secreción de bacteriocinas conocido como pediocinas. (Lilaroja, 2009).

2.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA TRUCHA ARCO IRIS

Se trata de una especie exótica, nativa de la costa este del Pacífico, que se extiende desde Alaska hasta México y que fue introducida en diferentes ambientes acuáticos del país, durante los primeros años del siglo XX (Enríquez, 2004).

Es un vertebrado de vida acuática, que presenta una forma alargada y que respira por branquias, tiene un cuerpo suave, curvado; su contorno de línea es ligeramente suelto, creando la conocida forma aerodinámica, que le permite deslizarse por el agua con la menor resistencia posible al avance (Enríquez 2004).

El nombre de este pez deriva de la peculiar coloración que posee (Figura 2.1), misma que varía en función del medio, de la talla, del sexo, del tipo de alimentación, y del grado de maduración sexual (Phillips, 2006).



Figura 2.1 Trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

FUENTE: Manual Básico Para El Cultivo De Trucha Arco Iris, Phillips V *et al* (2000).

2.4 ENTORNO AMBIENTAL

2.4.1 Hábitat

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; el pez prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y de moderada vegetación. Son peces de agua frías, aunque 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).

2.4.2 Distribución

En el Ecuador se distribuye en casi todos los ambientes de agua dulce de la sierra, al haberse adaptado a los ríos, lagunas y lagos de las zonas alto andinas; su distribución en los ríos se halla continuamente alterada por su gran movilidad, pues migran de una zona a otra, dependiendo de la estación del año, estadio biológico, de las horas del día, del tipo de alimento y épocas de reproducción (Figuroa, 2009).

2.4.3 Calidad de Agua

Es importante conocer la calidad de agua que estamos utilizando o que vamos a utilizar en la producción de truchas, ya sea en aguas lólicas (ríos) o lénticas (lagos); sus características físicas y químicas deben permitir desarrollar la acuicultura en forma sostenible (Figuroa, 2009).

Cuadro 2.2 Parámetros vitales para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

PARÁMETROS	TRUCHA
Oxígeno disuelto	> 5.0 (mg/l)
Salinidad (ppt)	0 – 35
Ph	6.4 - 8.4
Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	30 – 200
Dióxido de carbono (mg/l)	< 2.0
Calcio (mg/l)	> 50
Zinc (mg/l)	<0.04 a pH 7.5
Cobre (mg/l)	< 0.006 en aguas blandas < 0.3 e aguas duras
Hierro (mg/l)	< 1.0
Amonio no-ionizado (N-NH ₃) (mg/l)	< 0.03 constante < 0.05 intermitente
Nitrito (N-NO ₂) (mg/l)	< 0.55
Nitrógeno Total (mg/l)	< 100% saturación
Sólidos Suspendidos (mg/l)	< 80
Sólidos Disueltos (mg/l)	50 -200
Temperatura (°C)	10 – 22

FUENTE: Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura, 2010.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ETAPA DE ALEVINAJE

Etapa comprendida entre los 0.5 y los 80 gramos de peso vivo. Es la etapa más importante del cultivo de la trucha por que aquí se gana o se pierde la velocidad de crecimiento para las etapas futuras (Regash, 2004).

Es muy importante tener esta etapa en las mejores condiciones posibles de alimentación, calidad de agua y sanidad, con el fin de expresar su máximo potencial de crecimiento y obtener en el futuro los mejores parámetros de producción (Regash, 2004). La biomasa a mantener es de 10- 15 kg/m³ máximo, según el tamaño de los alevinos. El alimento debe contener un 50 % de proteína y ser suministrado en una proporción diaria del 6% de la biomasa al principio y 4% al final, repartido en mínimo 4 comidas por día.

Se deben seleccionar los peces por tamaños con el fin de evitar el canibalismo en altos porcentajes de cabezas y colas. La manipulación de alevinos tiene que hacerse antes de alimentar y sin radiación solar fuerte (Merino M, 2008).

Cuadro 2.3 Densidades de siembra adecuadas para el levante de truchas.

Tamaño de las truchas		Densidad de siembra	
Longitud (cm.)	Peso (gr.)	Ejemplares/m3	Kilos/m3
5	1,5	3.000	4,5
6	2,9	2.600	7,5
8	5,1	2.000	10,2
10	12	1.500	18,0
12	22	1.200	26,4
14	33	900	29,9
15	38	700	26,7
17	55	500	27,5

Fuente: M.C Merino y C. Montagut, 2008.

2.6 SISTEMA INMUNITARIO

2.6.1 Generalidades

La respuesta inmune de los peces en general está bien desarrollada e integrada, y se encuentran muchas similitudes funcionales con la respuesta observada en los vertebrados superiores; normalmente funciona con eficiencia, aunque como cualquier otro sistema fisiológico, el sistema inmune de un individuo se ve afectado cuando el estado de salud es deficiente.

La función esencial del sistema inmune en todos los vertebrados es la defensa contra las infecciones, este sistema permite la sobrevivencia del individuo y mantener sus funciones corporales en un medio que por naturaleza le es hostil.

Existen una serie de factores que influyen el desarrollo de una buena respuesta, y en algunas ocasiones la deprimen significativamente. Estos se clasifican en: factores intrínsecos o aquellos inherentes al pez como la edad y el estado sanitario, y los factores extrínsecos, como la temperatura, los cambios de estación y los parámetros abióticos del agua.

Dentro de los factores extrínsecos existen una serie de estímulos que actúan sobre un sistema biológico en forma negativa, y que originan luego una reacción subsecuente del mismo y que se conoce con el nombre de stress, el pez posee la capacidad de responder al mismo, e involucra reacciones fisiológicas y de comportamiento, que lo ayudan a adaptarse a una nueva situación. En algunos casos, cuando el stress se prolonga o se hace más severo, puede exceder su capacidad de ajuste, y se produce un colapso del sistema inmune y también de otros sistemas (Ellis, 1981).

El efecto supresivo del stress está mediado por hormonas, principalmente corticosteroides (Jeney *et al.*, 1992). El cortisol es el principal glucocorticoide que es producido (en la corteza adrenal) en las células interrenales del Pronefros en los peces. Su secreción es aumentada por la hormona adrenocorticotrófica (ACTH) que es secretada a su vez por la glándula pituitaria y está bajo un control positivo del factor de liberación de corticotrofina (CRF) del hipotálamo. La inhibición del sistema clásico de retroalimentación sobre la

secreción de la CRF ocurre cuando aumenta la concentración de cortisol en la sangre. El cortisol es el más común y biológicamente activo de los corticosteroides en peces.

Básicamente, la respuesta inmune es un mecanismo de defensa celular y humoral inducido por un agente extraño, que es el antígeno (Ag), y las células responsables del reconocimiento inicial de un Ag específico en vertebrados superiores pertenecen a las líneas celulares T y B. También son necesarias células accesorias para el procesamiento y presentación antigénica y mediadores fisiológicos llamados citoquinas para la proliferación, interacción y regulación.

El sistema de defensa de los peces, al igual que en los vertebrados superiores, puede ser dividido en dos tipos de mecanismos: Sistema de Defensa innato, natural o inespecífico y Sistema Inmune adquirido o específico.

2.6.2 Sistema de Defensa Inespecífico

2.6.2.1 Factores humorales solubles

El epitelio intacto y su secreción, el mucus, forman la barrera de defensa primaria entre el pez y su ambiente. El mucus contiene proteínas y carbohidratos y tiene una función protectora previniendo la colonización en su superficie, de parásitos, bacterias y hongos, a través de una continua pérdida y reemplazo (Ourth, 1980). El mucus, además de la mucina, contiene otros componentes secretorios, está compuesto por precipitinas inespecíficas, aglutininas, proteína C-reactiva (CRP) y lisozima, las cuales constituyen una barrera de

defensa química primaria (Fletcher, 1981). También, internamente, el mucus tapiza las paredes del tracto alimentario, que junto con pH extremos y enzimas proteolíticas, sirven de defensa contra potenciales patógenos (Stoskopf, 1993). Muchas de estas funciones de reconocimiento y de regulación son parte de la respuesta en la fase aguda de una infección y es quizás la forma más antigua de reconocimiento de lo no propio y que se ha conservado en la línea evolutiva.

La CRP, representa un grupo muy primitivo de moléculas de reconocimiento y están involucradas en los mecanismos de defensa. En peces, su concentración tiende a ser uniforme y constante a lo largo de toda la vida. Se ha demostrado que aglutina ciertas bacterias y también presenta especificidad por pequeñas moléculas orgánicas como la fosforilcolina (Volanakis *et al.*, 1990).

La transferrina es una glicoproteína globular, tipo B1 que carece del grupo hemo, pero que puede unirse al hierro, se ha encontrado en el suero de la mayoría de los vertebrados. Cuando no está totalmente saturada presenta propiedades antimicrobianas y por lo tanto juega un rol importante en la patología de muchas infecciones bacterianas, limitando la cantidad de hierro endógeno disponible para los patógenos invasores y por ende, su capacidad de reproducción (Buller *et al.*, 1978).

También se encuentra como proteína de fase aguda la α -antiproteasa que es un análogo de la α 2-macroglobulina de los mamíferos, la cual neutraliza la actividad proteolítica de una exotoxina de *Aeromonas salmonicida* en el suero normal de la trucha arco iris y puede estabilizar los lisosomas de macrófagos (Ellis, 1981).

La lisozima es una enzima mucolítica con propiedades antimicrobianas y ha sido detectada en el suero, el mucus y en otros tejidos ricos en leucocitos, como el riñón, el bazo y el intestino, tanto en peces de agua de mar como de agua dulce (Grinde *et al.*, 1988; Lie *et al.*, 1989). Tiene la capacidad de degradar mucopolisacáridos de la pared celular de bacterias, particularmente las Gram positivas, causando la lisis (Ellis, 1990). Se encuentra también en neutrófilos, monocitos y en menor cantidad en macrófagos. El pH óptimo puede variar entre las distintas especies en respuesta a condiciones ambientales (Ellis, 1990; Murray & Fletcher, 1976).

Se mencionan a continuación otras sustancias que pueden participar en este sistema inespecífico de defensa según Ingram (1980).

La quitinasa, es una enzima que desdobla la N-acetil-D-glucosamina o quitina por hidrólisis, su actividad ha sido detectada en el bazo, el plasma, la linfa y los tejidos linfomiéloides, es posible que tenga una función protectora actuando contra la quitina presente en hongos y parásitos de invertebrados.

Las citoquinas son polipéptidos o glicoproteínas que actúan como moduladores del sistema inmune y en muchas especies de peces al igual que en los vertebrados superiores ha sido informada la existencia de muchas de ellas como las interleuquinas 1 y 2 (IL-1, IL-2), el interferon (IFN), el factor de activación de los macrófagos (MAF) (Verlurg-van-Kemenade *et al.*, 1985; Secombes *et al.*, 1996).

Los IFNs constituyen una serie de moléculas importantes como agentes antivirales (Dorson *et al.*, 1975; Graham & Secombes, 1990), son glicoproteínas producidas por macrófagos, linfocitos, fibroblastos y células natural killer (NK) en respuesta a una infección viral, una estimulación inmune o una variedad de estimuladores químicos.

Las aglutininas están presentes en el suero y actúan contra una variedad de microorganismos y glóbulos rojos heterólogos. Como muchos tipos de microorganismos comparten especificidades serológicas con glóbulos rojos de vertebrados, pueden ser "protectoras", aglutinando bacterias o virus y promoviendo su fagocitosis (Roberson, 1990).

El sistema del complemento (C) juega un rol importante en la inmunidad humoral y también en la celular contra diferentes patógenos y en el proceso inflamatorio (Ingram, 1990; Yano, 1992). Está constituido por al menos unas veinte proteínas plasmáticas sintetizadas principalmente como precursores inactivos (pro-enzimas) que funcionan como enzimas o como proteínas que se van uniendo cuando son activadas por la introducción y/o presencia de ciertas sustancias en el plasma de sangre normal.

A la fecha se ha demostrado la presencia de ambas vías en distintas especies, como la trucha arco iris (*O. mykiss*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Tilapia nilotica*) y el bagre (*Ictalurus punctatus*) (Nonaka *et al.*, 1981; Matsuyama *et al.*, 1988, b; Lobb & Hayman, 1989).

2.6.2.2 Mediado por células

En cuanto a la parte celular inespecífica, se encuentran las células NK o células citotóxicas inespecíficas y las células fagocíticas. Las células NK juegan un rol similar al de los vertebrados superiores, o sea ejercen una citotoxicidad inespecífica de diferentes células blanco sin un previo reconocimiento.

En los peces teleósteos se han encontrado células NK en el riñón cefálico o pronefros, el bazo, la sangre periférica y el timo, y efectúan la lisis de células blanco humanas, de ratón y de estos mismos peces; se ha descrito su presencia en distintas especies (Greenlee *et al.*, 1991; Graves *et al.*, 1985), la citólisis requiere el contacto célula a célula, son células no adherentes y resistentes a la irradiación. Representan menos del 1% de los leucocitos de sangre periférica.

En cuanto a las células fagocíticas, primero se puede decir que la fagocitosis es un mecanismo celular de ingestión y digestión de material extraño particulado, y es probablemente la reacción de defensa más ampliamente distribuida tanto en vertebrados como en invertebrados, y segundo que en teleósteos han sido descritas diferentes células con capacidad fagocítica (Mac Arthur & Fletcher, 1985; Finn, 1970). Las más comunes en los peces al igual que en los mamíferos son los granulocitos y los fagocitos mononucleares o agranulocitos, de los cuales estos últimos son los más importantes.

Dentro de estos dos grupos se encuentran a su vez distintas categorías:

a) **Granulocitos:** incluyen los neutrófilos, los eosinófilos y los basófilos, la mayoría de éstos son móviles y fagocíticamente activos, su citoplasma contiene gránulos lisosomales, vacuolas, mitocondrias y otras organelas. Se encuentran en distintas proporciones en la sangre, dependiendo de las especies, pero las más comunes son los neutrófilos y los eosinófilos, mientras que los basófilos no están presentes en la mayoría de las especies.

Los neutrófilos, constituyen 4.5 a 18% de los leucocitos de la sangre, con un rango amplio entre las distintas especies. Se los llama también polimorfonucleares o leucocitos específicos.

Los basófilos contienen gránulos en el citoplasma que se tiñen con los colorantes básicos y su presencia es escasa y rara en la sangre periférica de la mayoría de las especies estudiadas.

b) **Monocitos-macrófagos:** Los monocitos son móviles, fagocíticos y normalmente de mayor tamaño que otros leucocitos. Tienen un citoplasma vacuolado y basofílico. Se han encontrado en sangre y riñón y su presencia ha sido demostrada sólo en algunas especies. Los macrófagos son células fagocíticamente activas derivadas de los monocitos que se encuentran en tejidos y en las cavidades peritoneal y pericárdica, de mayor tamaño que los anteriores, y por esta razón pueden fagocitar partículas más grandes.

En este proceso de ingestión el antígeno es capturado inicialmente por los macrófagos presentes en las branquias y los tejidos conectivos de la piel e intestino, en el individuo adulto los principales sitios fagocíticos son los órganos linfoides, el riñón, el bazo y el epicardio; en el riñón el material es inicialmente fagocitado por la trama celular reticuloendotelial dentro del parénquima hemopoyético, mientras que en el bazo, el antígeno es atrapado extracelularmente en las fibras reticulares en la pared elipsoide (Fergusson, 1989).

Los macrófagos conteniendo material fagocitado se agregan en áreas linfoides muchas veces en presencia de melanomacrófagos, que son células fagocíticas que han transformado en melanina el material fagocitado.

2.6.3 Sistema Inmune Específico

2.6.3.1 Inmunidad humoral

Está representada por los anticuerpos (Ac) o inmunoglobulinas (Igs) que son glicoproteínas, en el suero 40-50% de la proteína total corresponde a las Igs. En los ciclóstomos, los anticuerpos que se encuentran son macroglobulinas.

Las células productoras de anticuerpo derivan de linfocitos B, los cuales por interacción con el antígeno se transforman en células plasmáticas. En el proceso de presentación antigénica colaboran los macrófagos.

La naturaleza del Ag ha tenido influencia en la respuesta de los Acs y es de fundamental importancia en la investigación inmunológica y también en la producción de vacunas. Es esencial que la molécula sea reconocida como extraña para estimular el sistema inmune, y además para ser procesado existen restricciones físicas y químicas. Los antígenos más efectivos son aquéllos de alto peso molecular, con una estabilidad estructural y que sean moléculas químicamente complejas y no inertes. En general, los complejos virales y bacterianos y los antígenos tipo eritrocito parecen ser inmunógenos efectivos en la mayoría de las especies de teleósteos, mientras que las proteínas solubles son poco inmunogénicas (Tizard, 1992).

En las distintas especies de poiquiloterms existen dos factores que influyen notoriamente la producción de anticuerpos y la respuesta inmune, ellos son los cambios estacionales y la temperatura. En los peces tanto la respuesta humoral como la celular dependen de estos factores.

En cuanto a la temperatura, Ellis (1988), define que el rango óptimo para su desarrollo está relacionado con las condiciones del medio ambiente natural para las distintas especies. En general, cuanto más alta es la temperatura dentro del rango fisiológico normal, más corta es la fase de inducción y más alta es la magnitud de la respuesta inmune; a bajas temperaturas la fase de inducción se prolonga con una reducción en el título de anticuerpos o en su defecto hay una ausencia completa de la respuesta.

Avtalion (1981) indicó que siempre que la temperatura de inmunización y el período posterior se mantenga por sobre el nivel crítico, la producción de anticuerpos durante la respuesta primaria y secundaria será absolutamente normal, constante e independiente de la temperatura del medio ambiente. Por otro lado, la temperatura afecta el crecimiento de la cría y las bajas temperaturas prolongarán el período requerido por el pez para alcanzar el estado de desarrollo crítico en el cual se hace inmunológicamente competente. Con respecto a los cambios estacionales, se ha demostrado en la trucha arco iris (*O. mykiss*), que la producción de anticuerpos, así como su estabilidad frente a los cambios de temperatura, la movilidad electroforética y los coeficientes de sedimentación dependían de las estaciones, algunos autores han informado que en los poiquiloterms existe una respuesta pobre durante el período invernal en comparación con el verano, aun cuando la temperatura permanezca constante (Ellis, 1981).

La edad a la cual tiene lugar un montaje adecuado y maduro de la respuesta humoral varía según las distintas especies y depende también de las condiciones ambientales. En general una respuesta completa ocurre entre los 2 a 10 meses, después de la incubación. Se han encontrado anticuerpos circulantes en peces de 15-21 días y 0.15-0.3 g de peso, pero esto no es lo más general, (Ellis, 1988).

Estudios en *O. mykiss* realizados por Ellis (1988), han demostrado que las células citotóxicas y la producción de anticuerpos contra antígenos T independientes, se desarrollan 4 semanas post-eclosión. La habilidad para producir anticuerpos contra antígenos T dependientes, se desarrolla 8 semanas post-eclosión (Tatner, 1986). Si se inyectan con un Ag T dependiente antes de este tiempo se produce la tolerancia inmunológica.

Los Acs monoclonales han permitido definir la heterogeneidad molecular de las cadenas pesadas y livianas de las Igs en muchas especies como carpa, bagre, trucha arco iris (Rombout *et al.* 1993; Ainsworth *et al.* 1990; Sánchez & Domínguez, 1991) y muchas otras, y han ayudado a entender la cinética de la respuesta humoral primaria y secundaria después del desafío antigénico.

2.6.3.2 Inmunidad medida por células

En los peces cartilaginosos y óseos encontramos dentro del grupo de los glóbulos blancos, las células no granulocíticas que participan en los mecanismos de inmunidad celular. En este grupo se incluyen los linfocitos, células inmunocompetentes que constituyen la base de las reacciones inmunes.

Los linfocitos en el sentido morfológico son células relativamente pequeñas con un núcleo redondo a oval, su tamaño oscila entre 4.5 a 8 μm , son células no fagocíticas y constituyen el 50-80% del total de los leucocitos. La mayoría de los linfocitos son producidos en el pronefros y en el timo.

Como fue mencionado más arriba existen dos tipos, los linfocitos B y T. La población de linfocitos T y sus diferentes clones son los responsables de la inmunidad mediada por células. Este aspecto de la respuesta inmune tiene un amplio rango y a su vez recluta otros tipos celulares como son los macrófagos, permitiendo un eficiente montaje de la respuesta. En una estimulación antigénica primaria estos clones se diferencian en distintos tipos celulares con funciones específicas. Estos incluyen, las células citotóxicas o "killer",

capaces de lisar células extrañas por contacto físico directo entre la célula T y la célula blanco; las células supresoras que regulan la producción de anticuerpos y de linfoquinas proporcionando un cierre al proceso y las células colaboradoras o "helper", que ayudan a las células productoras de anticuerpos y también liberan ante la estimulación antigénica factores solubles o linfoquinas que aumentan la capacidad de defensa.

2.6.4 Órganos Linfoides

Los principales órganos linfoides en peces teleósteos son el timo, el riñón y el bazo (Ellis, 1988a; Fergusson, 1989).

El timo, es un órgano par, bilateral, situado debajo del epitelio faríngeo, dorso lateral y alojado en la parte superior interna de las cámaras branquiales. El principal componente celular es el timocito, o sea linfocitos en maduración. Como en otros vertebrados, se lo considera como un órgano linfoide primario donde se produce el pool de linfocitos vírgenes que luego migran para juntarse con los linfocitos periféricos en la circulación y otros órganos linfoides.

Como en los mamíferos, la involución de este órgano se observa en ejemplares de mayor edad. En salmónidos jóvenes, el timo está totalmente diferenciado y separado del medio externo por una capa de células epiteliales simples, y que por ejemplo en la trucha arco iris (*O. mykiss*) poseen poros de 20 μm de diámetro, en los ejemplares más viejos estos poros se cierran y se engrosa el epitelio. Su localización superficial sugiere una cierta vulnerabilidad a severas infecciones micóticas y bacterianas.

El riñón cefálico o pronefros, es el principal órgano hematopoyético de los peces y el principal sitio de diferenciación de eritrocitos, granulocitos, linfocitos B y monocitos. Es el principal órgano productor de anticuerpos (Ellis, 1989). Órgano de filtración conteniendo macrófagos que fagocitan los diferentes antígenos, contiene componentes linfomieloideas, renales y endocrinos suplementados por la sangre de las arterias y de la vena porta caudal. Sirve como un análogo de la médula ósea, de los ganglios y en parte de la glándula adrenal de los vertebrados superiores (Fänge, 1992).

El bazo, contiene menor número de células hemopoyéticas y linfoides en comparación con el riñón y está compuesto principalmente por sangre alojada en cavidades. Está formado por elipsoides, paredes capilares compuestas por una trama de fibras reticulares y macrófagos. Las fibras se especializan en atrapar complejos inmunes y antígenos particulados (Vallejo *et al.* 1992), mientras que los macrófagos son altamente fagocíticos (Ellis, 1980). Un rasgo particular del bazo es la presencia de macrófagos conteniendo pigmentos de color oscuro, principalmente melanina y que se denominan melanomacrófagos. Estos se agrupan y forman agregados llamados centros melanomacrofágicos (CMM). Su número y tamaño aumenta en peces crónicamente enfermos, cuando el catabolismo ha sido excesivo (Fergusson, 1989). Sirven como depósito de los productos finales del metabolismo (ej. los fosfolípidos) y también de antígenos y material particulado (Herraez *et al.*, 1986), su función exacta no se conoce, pero la melanina tiene la habilidad de atrapar los radicales libres de oxidación y eso protegería a los tejidos contra estos productos liberados por las células fagocíticas como son los neutrófilos. Se los encuentra también en el riñón e hígado y rara vez en las gónadas y la tiroides (Fergusson, 1989).

2.6.5 Respuesta Inflamatoria

La respuesta inflamatoria es la característica protectora del tejido en respuesta a un determinado daño y es común a todos los vertebrados, incluyendo los peces (Finn & Nielsen, 1971). La inflamación es inespecífica y puede ser iniciada por distintos factores incluyendo parásitos, bacterias o virus y otros agentes como la radiación y toxinas químicas. Los eventos que caracterizan la respuesta inflamatoria son: 1) vasodilatación con un aumento en el flujo sanguíneo y la permeabilidad vascular, 2) exudación del plasma, y 3) migración de leucocitos a los tejidos (Ellis, 1989).

Los neutrófilos son las primeras células que migran a los tejidos y se los puede observar con frecuencia en las lesiones inflamatorias (Wolke, 1975; Tyzard, 1992). Su rol en estas lesiones no es muy relevante, pero ejercen una actividad extracelular liberando enzimas y radicales libres que causan severos daños tisulares.

Los macrófagos mononucleares tienen un importante rol fagocítico, ingiriendo tanto material inerte como antigénico. Los linfocitos están menos asociados con lesiones inflamatorias excepto que esté involucrada una respuesta inmune mediada por células. Si el proceso inflamatorio no es efectivo para neutralizar la causa del daño o si el daño tisular continúa, puede ocurrir un encapsulamiento o enquistamiento en el área, que se acompaña por depósitos de fibras de colágeno, calcio y pigmentación (Fergusson, 1989).

2.6.6 Inmunoestimulantes

Los inmunoestimulantes son una serie de agentes, naturales y artificiales, que son utilizados para controlar las enfermedades en peces y son mencionados aquí ya que actúan directamente sobre las células del sistema inmune estimulando su acción efectora. Incluyen agentes químicos sintéticos como: el levamisol (Kajita *et al.*, 1990; Siwiki *et al.*, 1990); sustancias biológicas como derivados bacterianos, como el LPS (Mac Arthur *et al.*, 1985; Neumann *et al.*, 1995), el beta glucano (Jorgessen *et al.*, 1993; Thompson *et al.*, 1995) etc., o polisacáridos, como la quitina (Sakai *et al.*, 1992) y oligosacáridos (Yoshida *et al.*, 1993); extractos provenientes de animales o plantas (Davis & Hayasaka, 1984; Jang *et al.*, 1995) ; factores nutricionales, como las vitaminas C y E (Thompson *et al.*, 1993; Wise *et al.*, 1993); hormonas, como la prolactina y la de crecimiento (Sakai *et al.*, 1996; Kajita *et al.*, 1992) y citoquinas como el IFN y la IL-2 (Tamai *et al.*, 1993; Tamai *et al.*, 1992).

La activación de estas funciones inmunológicas está asociada con un aumento de la protección contra enfermedades infecciosas. Estos agentes son sólo efectivos en algunas enfermedades y además su acción varía con los períodos de tiempo, la dosis, los métodos de administración y la condición fisiológica del pez (Sakai, 1999).

2.7 SISTEMAS DE CULTIVO EN ACUICULTURA

La acuicultura posee tres sistemas tecnológicos principales los que describiremos posteriormente: Sistema extensivo, sistemas semi - intensivo y sistema intensivo (Coto, 2009).

Los sistemas intensivos en acuicultura son ampliamente conocidos y consisten principalmente en el cultivo de peces con utilización de un alto flujo abierto de agua cuyo objeto abarca dos propósitos: a) proporcionar oxígeno a los peces, elemento indispensable para su vida y bienestar y b) retirar los productos de desechos del metabolismo de los animales, para que no se acumulen en el propio cultivo, ni en sus alrededores (SAGPyA⁸ 2007).

Cuadro 2.4 Características del sistema Intensivo

Características del sistema:	
Productividad:	Alta
Capacidad:	mayor a 2 TM/ha/año
Modo de producción:	Policultivo
Costo:	Alto
Alimentación:	Balanceado

FUENTE: <http://www.mailxmail.com/autor-magaly-coto-2>

2.8 RECIRCULACIÓN

La recirculación puede ser definida como “cualquier sistema en donde el agua es usada hasta un punto en el que ya no es adecuada para los peces y necesita ser tratada antes de ser retornada a los mismos”, (Martínez R., 1997).

⁸ SAGPyA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

2.8.1 Principio de la Recirculación

El sistema de recirculación es muy básico para su correcta funcionalidad, comprende del área en la que se encuentran los estanques con peces, luego el sistema de recirculación comprendido por tuberías y canales que llevaran el agua utilizada al sistema de tratamiento para después ser devueltas al suministro de agua que distribuye a los estanques con peces, (Figura 2.2), y así continuamente por el periodo que se desee o por el tiempo en que el agua mantenga las condiciones óptimas para la explotación acuícola (Martínez R., 1997).

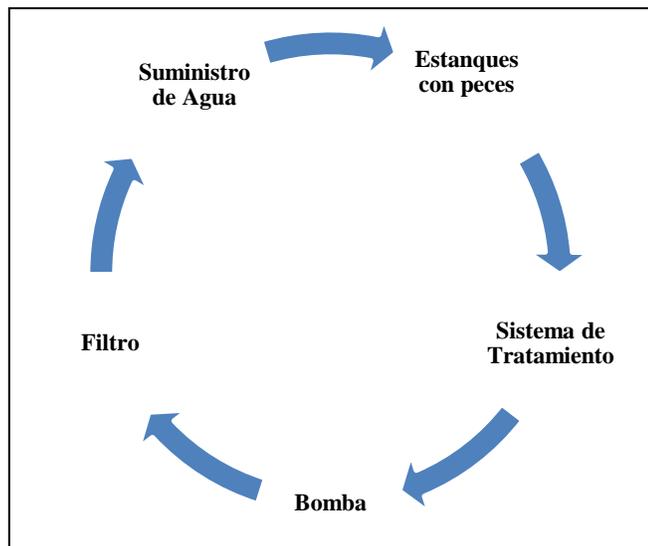


Figura 2.2 Esquema general de un sistema recirculación.

FUENTE: (Sarmiento, 2011).

En el sistema de tratamiento comprenden varios procesos por los cuales el agua debe pasar:

- * Eliminación de los sólidos de las heces y del pienso no consumido
- * Descomposición de los sólidos orgánicos disueltos

* Conversión del amonio (tóxico) en nitratos (nitrificación)

* Eliminación del dióxido de carbono (CO₂)

* Adición de oxígeno (O₂)

En el agua se encuentran elementos y compuestos químicos que son el resultado de explotaciones acuícolas, estos son: Amoníaco, Oxígeno, Anhídrido Carbónico, Nitratos, Nitritos; Amoníaco, Cloruros, etc.

2.8.2 Eliminación de Sólidos (Heces y Piense)

Cuando se hace mención a la “clarificación primaria”, el término se refiere a la remoción de sólidos, que puede cumplirse mediante uno o varios procesos (colocación de filtros, sedimentación o filtración granular media). Es importante retirar los sólidos suspendidos, antes de proceder al filtrado biológico, que actúa como “corazón” del sistema (Segovia, 2010).

2.8.3 Eliminación de Amonio

El oxígeno disuelto, Temperatura, NAT (Nitrógeno Amoniacal Total), Nitritos, Nitratos, pH, CO₂, Dureza, Alcalinidad, Relación Carbono/Nitrógeno y Salinidad son factores que actúan uno en correlación con el otro por lo que cualquier cambio que se realice en uno variará el resultado de los demás (Martínez R., 1997).

Para eliminación de amonio hay que tomar en cuenta primero la cantidad de sólidos que deja pasar el filtro de sólidos, ya que siempre existen sólidos suspendidos en el agua. Este va a ser el factor con el que vamos a trabajar, ya que es relativo el contenido amoniacal con el contenido de sólidos, al igual que disminuye el pH.

El amoniac, (NH_3) es la forma más tóxica en la que se manifiesta el Nitrógeno y en los peces puede llegar a producir metamoglobinemia (Segovia, 2010).

La utilización de biofiltros de nitrificación para eliminar el Amoniac se justifica en el hecho que los peces toleran cientos de veces más NO_3 que NO_2 , y decenas de miles de veces más que NH_3 .

Por esta razón, la conversión del NAT a NO_3^- , detoxifica el agua, y ésta puede retenerse en el sistema hasta acumular mayores niveles del Nitrógeno excretado (Parada, 2007).

2.8.4 El Biofiltro

Cumple la función de oxidar el amonio de alta toxicidad a NO_3 de bajísima toxicidad, mediante la acción de bacterias

Algunas de las condiciones necesarias para obtener un buen funcionamiento del biofiltro es:

- Proporcionar suficiente superficie para colonizar
- Asegurar que el agua a tratar se distribuye homogéneamente en el relleno y no se generan canalizaciones.
- Seleccionar un buen sistema para la eliminación de sólidos suspendidos antes de pasar el agua por el biofiltro.
- Asegurar que no existan limitantes ambientales/nutricionales para el desarrollo de las bacterias nitrificantes.
- Eliminar los sólidos suspendidos y el alimento no ingerido lo mas tempranamente posible minimizando la lixiviación de nutrientes orgánicos disueltos.
- Seleccionar un buen alimento, balanceado y que genere heces firmes.
- Minimizar las pérdidas de alimento (Parada, 2007).

2.8.5 Desgasificación

La desgasificación es un proceso muy complejo ya que existen muchos factores importantes y como ya se aclaró antes, todos estos factores se encuentran relacionados entre sí, en esta etapa de la recirculación lo más importante es controlar la cantidad de Dióxido de Carbono (gas) presente en el agua.

El método más eficiente utilizado para eliminar este gas es la aireación ya sea por remolinos, cascadas, etc (Segovia, 2010).

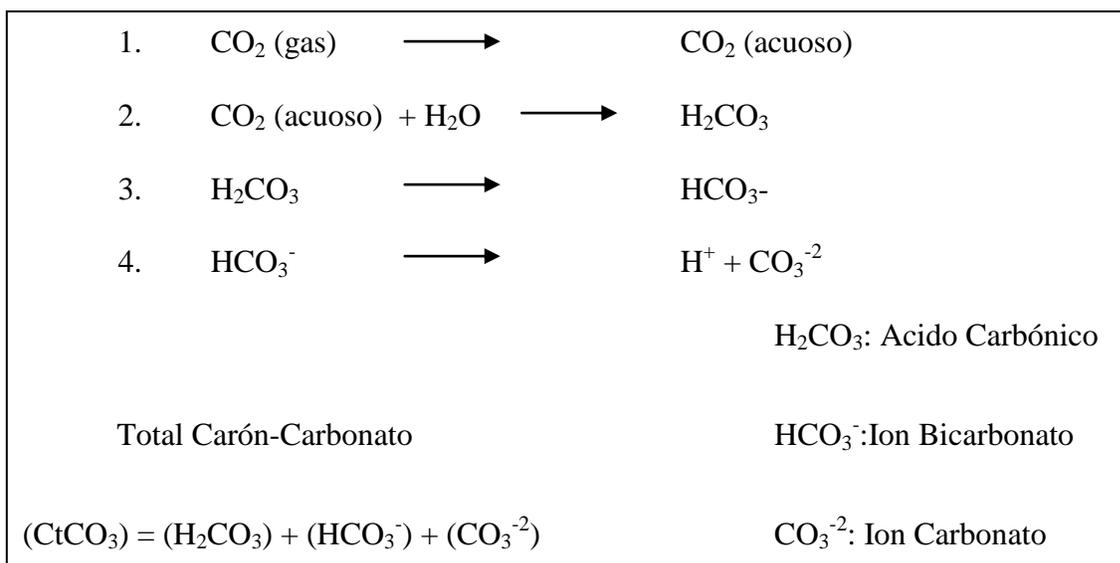


Figura 2.3. Proceso de Desgasificación.

FUENTE: (Segovia, 2010).

2.8.6 Aporte de Oxígeno

La disponibilidad de oxígeno influye directamente en el desarrollo de los peces. Su control es una de las claves del éxito de la acuicultura. El oxígeno permite aumentar el rendimiento de producción (Parada, 2007).

Para cubrir las necesidades fisiológicas básicas (mantenimiento, movimiento, entre otros) y para garantizar su crecimiento, el pez utiliza la energía obtenida por la oxidación de los alimentos (gracias al oxígeno disuelto en el agua).

Según Parada (2007), la disponibilidad de oxígeno permite:

- Aprovechar mejor los alimentos (mejor índice de transformación).
- Mejorar el crecimiento de los peces y aumentar la resistencia ante los agentes patógenos.

2.8.7 Ventajas de la Recirculación

Las principales ventajas del sistema de recirculación de agua son:

- Ventajas en el medio ambiente.
- Ahorro en el consumo de energía
- Ahorro en el consumo de agua
- Mayores índices de crecimiento que en la naturaleza o en sistemas de agua corriente
- Clima controlado
- Mejores condiciones de trabajo
- Suministro constante del mercado con productos de alta calidad
- Un buen manejo
- Una unidad de tratamiento (purificación) de agua bien diseñada
- Una correcta disposición para el transporte del agua
- Auto limpieza de los depósitos de los peces para un óptimo flujo del agua
- Un óptimo suministro de oxígeno a los peces
- La acuicultura será el futuro ya que los consumidores precisarán de un producto de suministro en cantidad constante y de alta calidad.
- Las cuotas de pesca y situaciones del medio ambiente conducirán a explotaciones de sistemas de recirculación de agua para Acuicultura en tierra.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Fase de Campo

En esta fase, se realizó la implementación de un sistema de recirculación, al igual que división de los estanques con canastillas, estos materiales se describen a continuación:

Cuadro 3.1 Descripción de materiales de campo.

MATERIALES	CANT	CARACTERÍSTICAS
Estanques	4	Estanques de concreto con una capacidad de 2 m ³
Tanques	3	Tanques de Polietileno cilíndricos rectangulares de 60 lts
Tubería agua	16m	Tubería plástica de 3/4 pulgadas de diámetro marca (plastigama)
Canastillas de Recolección de sólidos	3	Canastillas de armazón de acero con recubrimiento de tela de filtro para partículas sólidas.
Switchers	1	Switchers de luz de 110 w

Cable	16m	16m del cable de Luz (Sucre) No 10 y 7m del cable de Luz (Sucre) No 12.
Piedra Pómez	1,5Kg.	Piedra pómez aplanada
Piedras difusoras	6	Piedras esféricas para proporcionar Oxígeno
Bandejas	2	Bandejas de plástico
Botas de caucho	1	Par de Botas de Caucho impermeables
Cepillos	2	Cepillos plásticos de mano
Escobas	1	Escoba plástica para limpieza
Guantes de caucho	1	Par de guantes de caucho impermeables
Cuaderno de Campo	1	Carpeta con hojas cuadriculadas para toma de datos
Truchas arco iris (unids)	462	Peces de 25g de media con una desviación Estándar de 2g.

Cuadro 3.2 Descripción de insumos del proyecto de recirculación.

INSUMOS	CANT	CARACTERÍSTICAS
Balanceado de truchas N° 2,5 y 3mm.	29,2Kg	Marca BIOMIX, 2,5 y 3mm de diámetro, con carotenos sintéticos y vitaminas disponibles, 44% proteína y 14% lípidos
Esencia de clavo de olor	3	Frasco de esencia de clavo de olor de 5 ml (eugenol)
Sal	30Kg	Sal en grano (NaCl)
Jabón de yodo	500 ml	Jabón para la desinfección de jaulas de los estanques e instrumentos
Cal	5Kg	Cal viva para desinfección de los estanques

Cuadro 3.3 Descripción de equipos de campo.

EQUIPOS	CANT	CARACTERÍSTICAS
Bombas	3	TENKO de 0.5 HP, caudal 0.3 l/s, succiona el agua de un tanque de reserva y la devuelve al tanque de producción
Oxímetro	1	YSI Incorporated (550 DO), mide la cantidad de Oxígeno disuelto en el agua
Medidor de pH	1	Waterproof pH & EC, mide la alcalinidad o acidez
Blower	1	2 caballos de fuerza, incorpora el oxígeno en el sistema de recirculación
Temporizador	3	GLOBER, boyas de nivel encargadas de encender la bomba y reponer el agua del sistema de recirculación
Balanza	1	Balanza electrónica de 5 Kg.
Balanza Analítica	1	Balanza analítica METTLER PM100
Termómetro	1	Termómetro de inmersión de Mercurio

3.1.2 Fase de Laboratorio

En esta fase, se realizó los distintos análisis hematológicos. Los materiales y equipos usados se describen a continuación:

Cuadro 3.4 Descripción de materiales de laboratorio.

MATERIALES	CANT	CARACTERÍSTICAS
Jeringas	42	Jeringas de 3ml
Bandeja	1	Bandeja plástica marca PIKA
Guantes	10 par	Guantes quirúrgicos
Balanza	1	Balanza de precisión marca Adam AQT-600
Regla	1	Regla de 30cm de largo
Tubos de ensayo	42	Tubos de ensayo de tapa lila, previamente heparinizados.
Capilares	126	Capilares para Hematocríto
Puntas de Micropipeta	126	Puntas para succión de Micropipeta de 2 – 20ul.
Plastilina de capilares	1	Plastilina Brá-seal, sellante de capilares para Hematocrito.

Cuadro 3.5 Descripción de reactivos de laboratorio.

MATERIALES	CANT	CARACTERÍSTICAS
Reactivo de Drabkin	15ml	Ferrocianuro de Potasio que forma la metahemoglobina que es medible en el espectrofotómetro.
Suero fisiológico	5ml	Solución de cloruro de sodio al 0,85%, permite la turgencia de las células
Reactivo de Natt y Herrick	20ml	Da una tinción a los glóbulos rojos y blancos para el conteo en la cámara de Neubauer
Kit de Human	15ml	Permite la determinación de albúmina.

Cuadro 3.6 Descripción de equipos de laboratorio.

EQUIPOS	CANT	CARACTERÍSTICAS
Centrífuga	1	Centrífuga marca CLAY ADAMS® Brand, trabajando a 3500rpm.
Microscopio	1	Microscopio óptico marca OLYMPUS CH20.
Espectrofotómetro	1	Espectrofotómetro de marca GENESIS 20, trabajando a 546nm.
Cámara de Neubauer	2	Cámara de marca Ultra Plane, 1/400 SO.MM, 1/10 MM, Deep.
Pipeta hematocimétrica	2	Pipeta hematocimétrica de bola roja
Micropipeta	1	Micropipeta plástica de 2 – 20 ul,

Cuadro 3.7 Insumos de oficina.

EQUIPOS	CANT
Cámara fotográfica digital SONY Cybershot 7,2 MP.	1
Calculadora	1
CD-R y CD-RW	5
Esferos, Lápices, Marcadores	5
Hojas de papel bond	500
Impresora	1
Libreta de apuntes	1
Libros de consulta	5
Cinta adhesiva	1

3.2 MÉTODOLÓGIA

3.2.1 Trabajo en Campo

3.2.1.1 Implementación del sistema de recirculación

Para llegar al diseño del sistema de recirculación se realizó una recopilación bibliográfica, sobre temas puntuales que ayudaron al buen desenvolvimiento del proyecto de tesis. Con estos datos se determinaron las características del ciclo de tratamiento de aguas residuales, los cuales eliminaron la contaminación indicada según los parámetros obtenidos (Sarmiento, 2011).

Como primer punto se realizó la implementación de un sistema económico pero a la vez eficiente en el cual destaca el sistema práctico de oxigenación ya que no requiere de un continuo uso de un Blower, ya que la caída tipo cortina que tiene el diseño aporta la cantidad de oxígeno suficiente garantizando el bienestar animal como se puede observar en el (Anexo A5.).

De igual manera se adaptaron canastillas metálicas, las cuales se colocaron a la salida de los estanques donde se proyectó que era el lugar ideal para la recolección de la mayor cantidad de sólidos, por el desnivel que tiene el fondo del estanque hacia la salida (Anexo A5.).

Tras la primera filtración de sólidos, el agua es recolectada en el tanque de biofiltro en donde se colocaron las bacterias nitrificantes, con fragmentos de piedra pómez como medio de sustrato de adhesión (Anexo A5.).

La bomba tiene un trabajo cada 6min, el tiempo de trabajo es de 2 min en lo que repone unos 40L al sistema.



Figura 3.1 Implementación del sistema de recirculación.

3.2.1.2 Colocación de jaulas para los tratamientos

Cada estanque tiene una capacidad de 2 m^3 , se subdividió con cuatro jaulas de 60cm de ancho y largo y 65cm de profundidad, cada una con un volumen de 0.23 m^3 .

Las densidad de carga fue de 10 Kg/m^3 , lo cual nos da una densidad por jaula de 2,3Kg, (33 unidades), en cada una de las jaulas de 0.23 m^3 .



Figura 3.2 Diseño y acople de la jaula en el estanque.

3.2.1.3 Colocación de rótulos de identificación de tratamientos

Para esto se colocó en cada una de las jaulas una cartilla con la información correspondiente de cada uno de los tratamientos, en donde se detallaba la cantidad de probiótico a suministrar en los diferentes tratamientos. De esta manera se pudo identificar de manera rápida y eficiente principalmente a la hora de proveer el alimento a los peces, al igual que cada vez que se requería realizar un pesaje de los animales en estudio.

3.2.1.4 Siembra de alevines

Se realizó un pesaje individual con la ayuda de una abalanza electrónica de precisión, previamente encerada, uno por uno fueron pesados los animales de las diferentes unidades experimentales, cada unidad experimental en este caso cada canastilla fue adicionada con 33 animales, el peso promedio general fue de $25 \pm 2,5\text{g}$, con una longitud total promedio de 13,3cm, longitud parcial promedio de 10,2cm y ancho promedio de 2,5cm.

3.2.2 Protocolo de Adición del Probiótico

3.2.2.1 Adición del probiótico en el medio (agua)

El probiótico Perfostim S/F, fue suministrado de manera indirecta en el medio, a través de una solución del probiótico en agua ya sea 5g o 10g/m³, según el tratamiento, para luego realizar una aclimatación previa a la diseminación del mismo en el agua.

3.2.2.2 Adición del probiótico en el alimento

Para el suministro del probiótico en el alimento primero se realiza una disolución de 10g gelatina sin sabor por litro de agua, esto como adherente, después de que la disolución alcanza una temperatura ambiental se coloca el probiótico en una medida de 5g o 10g por 10ml de disolución de gelatina, una vez homogenizada la mezcla se disemina de manera manual sobre el alimento, para luego dejar secar el alimento ya mezclado sobre una bandeja a temperatura ambiental en un lugar seco, luego de aproximadamente 8 horas el alimento se seca y puede ser suministrado a los diferentes tratamientos.



Figura 3.3 Secado del alimento sobre bandeja plástica.

3.2.3 Protocolo de Análisis Hematológico

3.2.3.1 Técnica de extracción sanguínea

Los animales fueron colocados en tinas con agua de su propio estanque, manteniéndolos con oxigenación continua. Se produjo un adormecimiento de los individuos individualmente empleando esencia de clavo de olor en concentración de 2ppm en un recipiente con 4L de agua. Al final del proceso que duró un total de 84 días, se tomó una muestra de 3 animales por cada tratamiento y fueron transportados al laboratorio, donde se tomaron parámetros morfométricos como: peso (g) y talla empleando una regla (cm), mismos que fueron registrados en la libreta de campo.

Las extracciones (1 ó 2mL) se las realizó por punción en la arteria caudal empleando jeringas de 3mL, previamente heparinizados, con heparina sódica 5000UI/mL y mantenidas

a 4⁰C. Las muestras se colocaron en tubos vacutainer pediátricos debidamente rotulados y almacenadas en un cooler.

3.2.3.2 Hematocrito

Se realizó el ascenso de 3 capilares por organismo, los cuales después de ser llenados son sellados con plastilina para muestras hematológicas y se colocó en fundas de papel previamente codificadas, transportándolas en cooler a 4⁰C.

Los capilares fueron colocados en tubos de ensayo, provistos de algodón en el fondo, debidamente rotulados y colocados en una centrífuga a 3500 rpm durante 10 minutos.

Una vez separadas las capas, se procedió a leer en una tabla de micro-hematocímetro. El valor obtenido es reportado en porcentaje (%).

3.2.3.3 Análisis de hemoglobina

Empleando el kit de Wiener, se colocó 5mL de reactivo de Drabkin en cada tubo de ensayo con la ayuda de una pipeta de 10 mL; empleando una micropipeta de 2 a 20 µL, se adiciona al segundo tubo 20 µL del estándar de Wiener, y a cada uno de los restantes tubos, 20 µL de muestra de cada uno de los organismos. Esta solución debe ser agitada y leída en espectrofotómetro a 546 nm, a los 10 minutos. El equipo fue previamente encerado con el blanco (reactivo) y calibrado con el estándar.

3.2.3.4 Recuento eritrocitario y leucocitario

Empleando una pipeta hematocimétrica de bola roja (101) se procedió a aspirar, con la ayuda de una jeringa como absorbente, la muestra de sangre hasta la marca de 0,5 teniendo la precaución de limpiar la parte exterior de la pipeta antes de la toma del reactivo de Natt y Herrick, hasta la marca de 101, para luego mezclar la solución durante 1 a 2 minutos y desechar las 6 a 7 primeras gotas.

Después se carga la cámara de Neubauer y se la dejar reposar de 1 a 2 minutos más, para luego ser llevada al microscopio y realizar el recuento con lente de 40x. El recuento de eritrocitos se realiza en los cinco cuadros (cuadros de las esquinas y cuadro central) del retículo central de la cámara y el de leucocitos en todos los cuadros del retículo central, para este recuento se emplea un contador hemático.

El número de eritrocitos contados se multiplica por 10 000 para ser expresados en $\text{cél} \times 10^6 / \mu\text{L}$. El número de leucocitos contados se multiplica por 2000 y se expresaron en $\text{cél} \times 10^4 / \mu\text{L}$ (Fig 5). La solución de Natt-Henrry, se modificó en sus componentes, empleando sulfuro de sodio y eosina, en lugar de sulfuro de potasio y metil violeta B respectivamente.

3.2.3.5 Análisis de albúmina

Para la determinación de albúmina se valoró con la ayuda de una micropipeta de 2 a 20 μL , 10 μL de muestra que se colocan en tubos de ensayo, a los que se les adiciona 1mL de reactivo del kit de Human (Método BCG), el segundo tubo contiene 10 μL del estándar.

Las muestras son agitadas y se espera 5 minutos para la lectura en espectrofotómetro a 578 nm. El equipo fue previamente encerado con el blanco (reactivo) y calibrado con el estándar, reportando los datos en unidades internacionales de g/dL.

3.3 ZONA DE ESTUDIO

3.3.1 Localización del Experimento

La fase experimental del proyecto de investigación de tesis se llevó a cabo en el Proyecto de Acuicultura, Sector Pailones de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I, ubicado en la provincia de Pichincha Cantón Sangolquí en el Sector de San Fernando a 12 Km. De la Parroquia Selva Alegre.



Figura 3.4 Vista del Proyecto de Acuicultura, Pailones, IASA I.

3.3.2 Ubicación Geográfica Hda. El Prado

Altitud:	2748 m.
Longitud:	78° 24' 44"
Latitud:	0° 23' 20" (S)
Temperatura promedio:	16.35 °C

Fuente: Estación meteorológica IASA I, 2000.

3.3.3. Clasificación Ecológica Hda. El Prado

La Hda. El Prado se encuentra en el piso altitudinal Montano Bajo, Región latitudinal Templada, zona de vida Bosque Húmedo, Clasificación Bioclimática Húmedo – Templado, Provincia de Humedad Húmedo, temperatura 13.89 °C (promedio anual), precipitación anual 1285 mm/año, y humedad relativa promedio 69.03 % (promedio anual), (Sarmiento, 2011).

3.3.4. Tipo de Investigación

Esta investigación se la ha realizado de manera explicativa para así poder entender todos aquellos fenómenos que se suscitaron dentro del desarrollo de la tesis desde su construcción, pasando por todos los procesos de acoplamiento, recolección de datos y análisis de los mismos a través de herramientas estadísticas y un diseño experimental completamente al azar (Sarmiento, 2011).

3.4. TRATAMIENTOS

Todos los tratamientos estuvieron bajo techo, de esta manera se aseguró que todos los tratamientos estén bajo las mismas condiciones.

3.4.3. Distribución de los Tratamientos en los Estanques Rectangulares

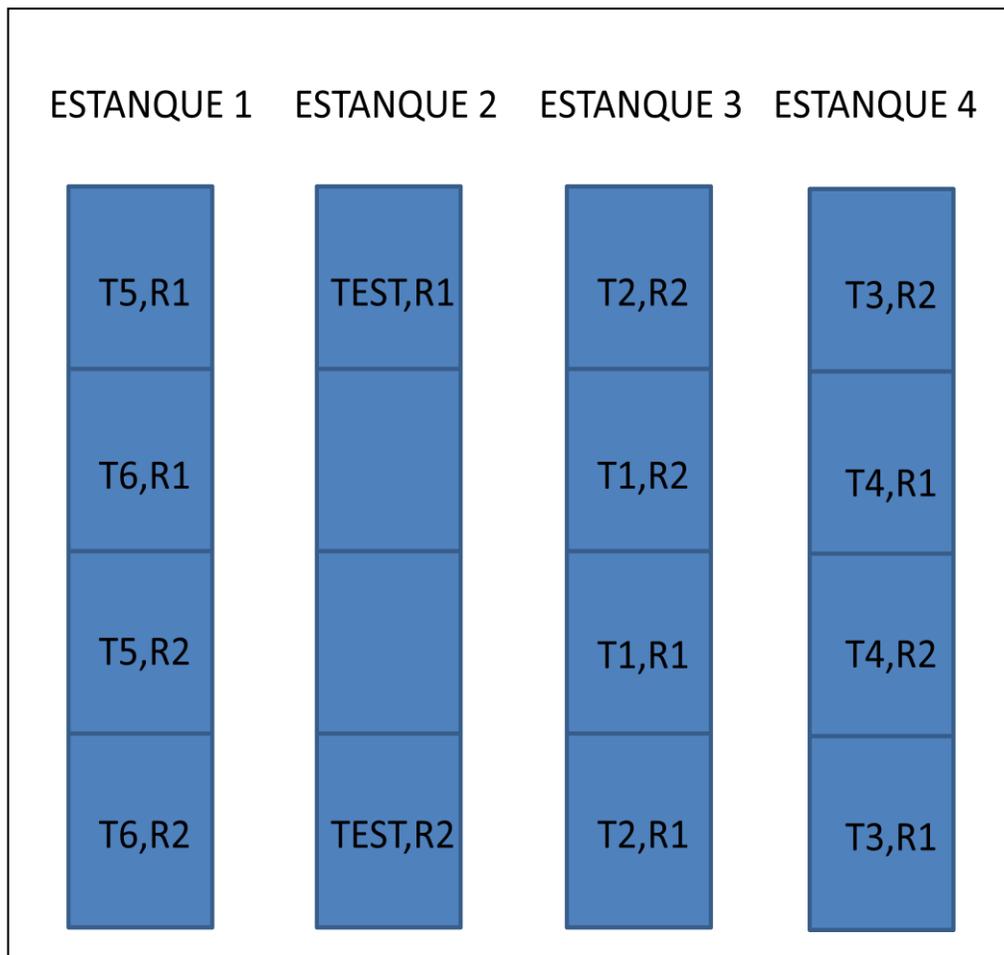


Figura 3.5 Esquema de Tratamientos a comparar.

T1: Sin probiótico en el medio, mas probiótico en la alimentación en concentración de 5gr en 1Kg de alimento balanceado.

T2: Sin probiótico en el medio, mas probiótico en la alimentación en concentración de 10g en 1Kg de alimento balanceado.

T3: Probiótico en el medio en concentración de 5g en 1000L de agua, mas probiótico en la alimentación en concentración de 5g en 1Kg de alimento balanceado.

T4: Probiótico en el medio en concentración de 5g en 1000L de agua, mas probiótico en la alimentación en concentración de 10g en 1Kg de alimento balanceado.

T5: Probiótico en el medio en concentración de 10g en 1000L de agua, mas probiótico en la alimentación en concentración de 5g en 1Kg de alimento balanceado.

T6: Probiótico en el medio en concentración de 10g en 1000L de agua, mas probiótico en la alimentación en concentración de 10g en 1Kg de alimento balanceado.

TEST: Sin probiótico en el medio y sin probiótico en la alimentación.

Al balanceado comercial que se usa normalmente en la alimentación de los animales del proyecto de acuacultura del IASA I, se adicionó 5g de probiótico por Kg de balanceado para T1, T3 y T5. Para T2, T4 y T6 se adicionó 10g de probiótico por Kg de balanceado. Para T7 (TEST), con el alimento normal sin la adición de probiótico.

3.4.4. Área Dispuesta para la Investigación

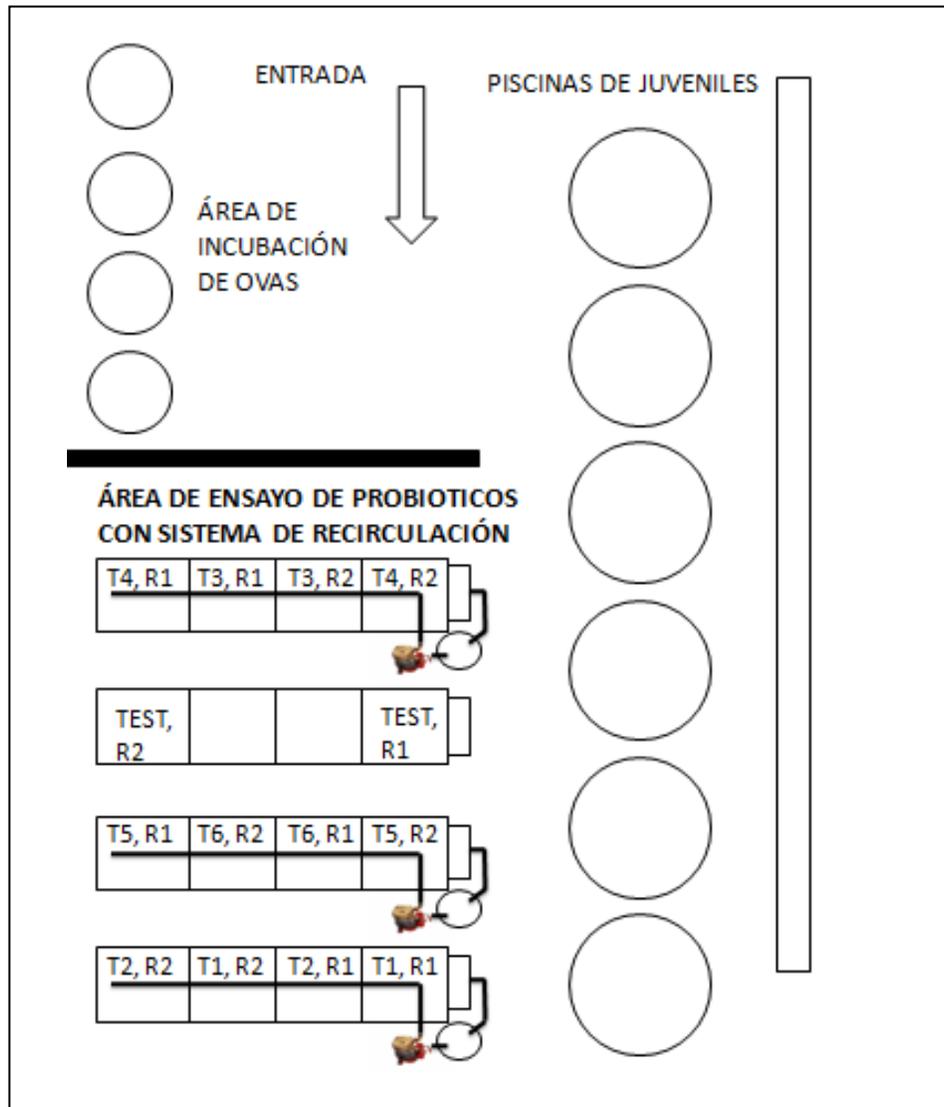


Figura 3.6 Esquema del proyecto acuícola del IASA I y distribución de los tratamientos (2012).

3.5. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

3.5.3. Variables en Peces

Cuadro 3.8 La variables que se evaluaron y las fórmulas aplicadas son las siguientes:

Variable	Factor a determinar	Detalle
Biomasa	Kg. de carne obtenidos	
Lt	Longitud total	Medición de parámetros morfométricos a la población ($2\sqrt{n}$) cada 10 días con la ayuda de balanza, regla de medición.
Lp	Longitud Parcial	
At	Altura total	
M%	Tasa de Mortalidad	El cálculo se lo realizó mediante la fórmula específica para trucha arco iris. TM = 5,7/(N-0,81) donde: TM = Tasa de Mortalidad, N= Edad en meses.
TCE %	Tasa de crecimiento	TCE= $(L_n W_{xf} - L_n W_{xi} / t(\text{dias})) * 100$ W_{xf} = peso(g), W_{xi} = peso inicial (g), t= dias de crianza L_n = logaritmo natural
FCA	Conversión Alimenticia	FCA = Total de alimento ingerido/Biomasa ganada+ $((W_{xf} + W_{xi} / 2) * \text{animales muertos})$
ICC %	Índice de Condición Corporal	ICC= $(P/Lt^3) * 100$ donde: P =peso corporal (g), Lt= longitud total (cm)
P(g)	Ganancia de Peso	Para el cálculo del peso en un determinado tiempo se utilizó la fórmula $P_n = P - 1(1 + TN/CT)$ donde: P_n = Peso, $P - 1 =$

		Peso en el período precedente, TN= % alimentación, CT= Coeficiente de Transformación
--	--	--

3.5.4. Variables en el Medio (agua)

Cuadro 3.9 Detalla en el cuadro las diferentes variables que se midieron en el agua.

Variable	Factor a determinar	Detalle
NO ₃	ppm de Nitratos	Pastillas Palintest Photometer Nitricol
NO ₂	ppm de Nitritos	Pastillas Palintest Photometer Nitracol
O ₂	Ppm	Medición de Oxígeno contenido en el agua, mediante el Equipo YSL Incorporated.
°T	Temperatura del agua	Medición de la temperatura por medio de termómetros de inmersión.
pH	Acides y alcalinidad del Agua	Por medio del pH-metro electrónico, Waterproof

3.5.5. Variables Hematológicas

Cuadro 3.10 Detalla las variables que se midieron en el laboratorio.

Variable	Factor a determinar	Detalle
Peso	Peso total	Medición de parámetros morfométricos con la ayuda de balanza, regla de medición.
Lt	Longitud total	
Lp	Longitud Parcial	
At	Altura total	
Hematocríto (%)	Porcentaje de eritrocitos	El hematocrito es el porcentaje del volumen ocupado por los eritrocitos con relación al volumen total de sangre
Hemoglobina (g/dL)	Análisis de Hemoglobina	La determinación del contenido de hemoglobina es de gran valor para el diagnóstico de condiciones patológicas, fisiológicas y nutricionales de los peces.
Conteo Neubauer	Recuento Eritrocitario y Leucocitario	El número de eritrocitos en sangre (células $\times 10^6 / \mu\text{L}$), se establece mediante la toma de una muestra que contenga anticoagulante y su lectura en cámara de Neubauer
Albúmina (g/L)	Albúmina total	El plasma de los peces cumplen con funciones de transporte de nutrientes, desechos metabólicos y funciones de defensa inespecíficas

3.5.6. Análisis Estadístico

Se trabajó con un diseño completamente al azar en análisis grupal, donde cada tratamiento tendrá dos repeticiones al igual que el testigo.

El modelo matemático a utilizarse será el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ Media general.

τ_i Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} Error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3. VARIABLES MORFOMÉTRICAS

4.3.3. Peso (g)

Al establecer los análisis de variancia para el peso de la trucha arco iris cada 14 días, no se detectó diferencias estadísticas para tratamientos en las cinco primeras evaluaciones, tomando en cuenta la evaluación inicial, en la evaluación sexta se encontró diferencias a nivel del 1%. Sin embargo de no diferenciarse estadísticamente en la evaluación inicial se detecto diferencias estadísticas a nivel del 5% entre los probióticos en el agua y al comparar las dos dosis de probióticos en el agua, en la evaluaciones segunda y cuarta en la comparación; mientras que en la sexta evaluación los probióticos del medio (agua) se diferenciaron a nivel del 1% , en la comparación Testigo vs P0,P1,P2 y en las dosis de probióticos en el alimento en ausencia de los probióticos en el agua (Cuadro 4.1).

Los promedios generales del peso de la trucha fueron de 24.91, 29.83, 35.82, 45.59, 54.32, 63.28 y 77.91 g. para los pesos inicial, 14, 28, 42, 56, 70 y 84 días, respectivamente, con coeficientes de variación entre 0.49 a 5.74%.

Cuadro 4.1 Análisis de variancia para el peso de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	gl	Evaluaciones peso (g)/14 días						
		Inicial	14	28	42	56	70	84
Total	13							
Tratamientos	(6)	0.04 ns	0.28ns	0.98ns	3.21ns	8.31ns	17.94ns	71.68**
Probióticos en Medio	3	0.07 *	0.40ns	1.59ns	4.61ns	12.00ns	23.70ns	96.33**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.01 ns	0.86 ns	4.26 *	11.32ns	35.74 *	69.92ns	267.30**
P0 vsP1,P2	1	0.08 ns	0.26 ns	0.05 ns	1.86 ns	0.27 ns	1.14 ns	0.03 ns
P1 vsP2	1	0.13 *	0.08 ns	0.47 ns	0.64 ns	0.00 ns	0.05 ns	21.45 ns
D P0(sin prob.)	1	0.00 ns	0.10 ns	0.53 ns	1.29ns	5.55 ns	15.56ns	121.22**
D P1(5g. /1000 L agua)	1	0.00 ns	0.34 ns	0.35 ns	1.74ns	3.63 ns	7.62 ns	0.08 ns
D P2(5g. /1000 L agua)	1	0.03 ns	0.06 ns	0.22 ns	2.42ns	4.69 ns	13.36ns	19.80ns
Error	7	0.01	0.89	0.64	2.21	5.27	13.18	5.21
X(g)		24.91	29.83	35.82	45.59	54.32	63.28	77.97
C.V.(%)		0.49	3.16	2.24	3.26	4.23	5.74	2.93

A medida que se incremento la dosis de probióticos en el agua, se incremento el peso de los alevines de trucha arco iris, a los 42 días, cambiando este comportamiento a los 56 días y termina a los 84 días con una relación inversa, ya que con la dosis de 5g/1000 L de agua se obtuvo el mayor peso. Es importante anotar que siempre el testigo presentó el menor promedio en todas las evaluaciones (Cuadro 4.2 y Gráfico 4.1).

Cuadro 4.2 Efecto de los probióticos en el agua sobre el peso de la trucha arcoiris, a los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	Evaluaciones peso (g)
	A los 84 días
P0 Sin Probióticos	79.83 a
P1 5g./1000 L/agua	81.36 a
P2 10g./1000 L/agua	78.09 a
Testigo	67.27 b

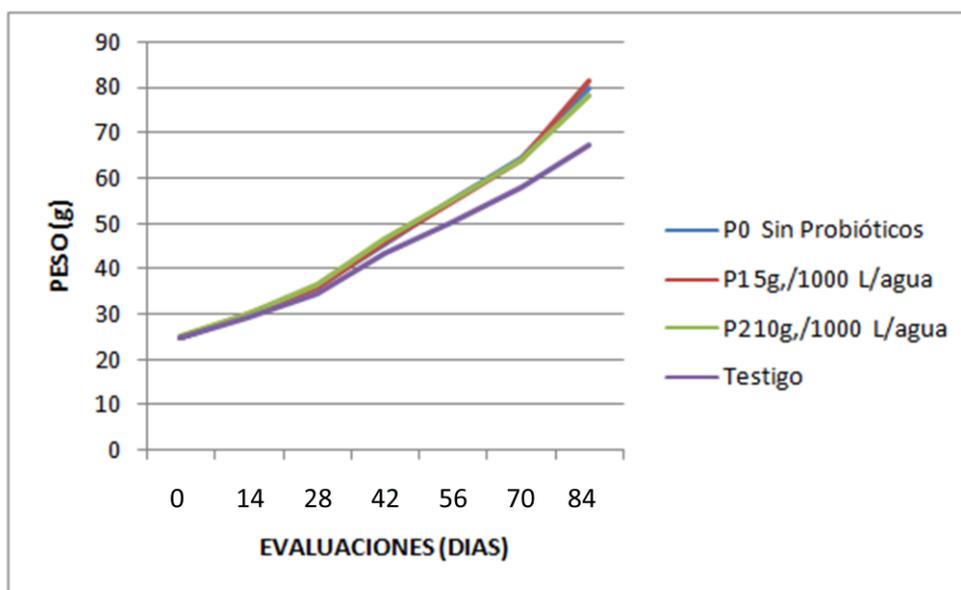


Gráfico 4.1 Curvas del peso (g) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua.

Al analizar todos los tratamientos se puede apreciar la bondad de los probióticos para incrementar el peso de los alevines, pues en cada una de las evaluaciones el tratamiento testigo presentó el menor peso, en términos generales el suministro de 5g/kg de balanceado (T1,T3,T5), fue más eficiente que el suministro de 10g/kg de balanceado (T2,T4,T6), dentro de los niveles de probióticos del agua. Si bien los mayores pesos de los alevines se presentaron con la dosis alta de probióticos en el agua 10g/1000L, y la dosis baja en el

alimento 5g/kg, en las tres primeras evaluaciones, a partir del día 56, los mayores peso correspondieron al tratamiento que no utilizó probióticos en el agua y con el nivel bajo de probióticos en el balanceado (Cuadro 4.3 y Gráfico 4.2).

Este incremento de peso obtenido por la presencia de los probióticos corrobora a lo recomendado por Geovany *etal.*(2007); quien mostró que los probióticos pueden mejorar la alimentación, apetito y aumento de rendimiento de los peces de cría.

Cuadro 4.3 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el peso de la trucha arcoiris, a los 84 días.

TRATAMIENTOS	Evaluaciones peso (g)
	A los 84 días
T1 P0A1	85.33 a
T2 P0A2	74.32c
T3 P1A1	81.50ab
T4 P1A2	81.22ab
T5 P2A1	80.31ab
T6 P2A2	75.86bc
T7 Testigo	67.27d

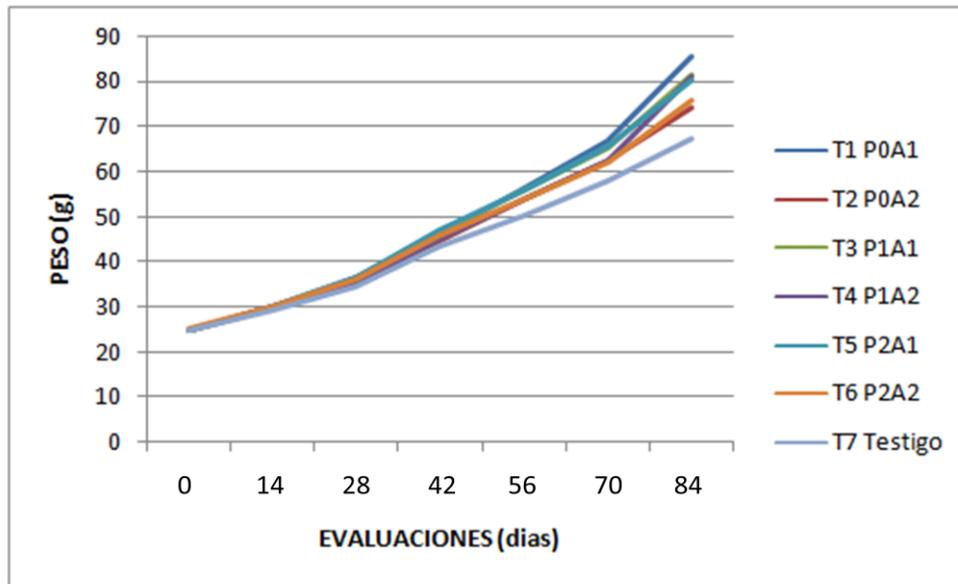


Gráfico 4.2 Curvas del peso (g) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días bajo el efecto de los tratamientos en base de probióticos en el agua y al balanceado.

4.3.4. Longitud Total (cm)

Al establecer los análisis de variancia para la longitud total de los alevines en cada una de las evaluaciones, se pudo apreciar que únicamente en las evaluaciones establecidas en los períodos de los días 28 y 84, se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos a nivel del 5% y al desglosar sus grados de libertad, en la evaluación en el día 28, se encontró diferencias a nivel del 1% entre los probióticos y en la comparación de testigo sin probióticos versus el resto de probióticos, mientras que en el día 84, los probióticos se diferenciaron a nivel del 5%, la comparación Testigo vs P0,P1,P2 se diferencio al 1% y los niveles de probióticos en el balaceado dentro de la no aplicación de estos en el agua se diferenciaron al 1% (Cuadro 4.4).

La longitud total promedio general se fué incrementando de 13.29 cm hasta alcanzar a los 84 días un promedio de 19.24 cm., con coeficientes de variación entre 0.44 a 2.40%

Cuadro 4.4 Análisis de variancia para la longitud total de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento, hasta los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	gl	Evaluaciones Longitud Total (g)						
		inicial	14	28	42	56	70	84
Total	13							
Tratamientos	(6)	0.01ns	0.04ns	0.04 *	0.10 ns	0.06 ns	0.18 ns	0.38 *
P. en Medio	3	0.01 ns	0.02 ns	0.07**	0.07 ns	0.07ns	0.16 ns	0.30 *
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.00 ns	0.03ns	0.20 **	0.01 ns	0.20 ns	0.32 ns	0.82 **
P0 vsP1,P2	1	0.02 ns	0.02ns	0.01 ns	0.00 ns	0.02 ns	0.16 ns	0.07 ns
P1 vsP2	1	0.01 ns	0.00ns	0.01 ns	0.21 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.00 ns
D P0(sin prob.)	1	0.00 ns	0.06ns	0.00 ns	0.04 ns	0.09 ns	0.49 ns	1.21**
D P1(5g. /1000 L agua)	1	0.02 ns	0.09ns	0.00 ns	0.00 ns	0.01 ns	0.02 ns	0.04 ns
D P2(5g. /1000 L agua)	1	0.00 ns	0.02 ns	0.00 ns	0.36 ns	0.02 ns	0.06 ns	2.87 ns
Error	7	0.00	0.02	0.01	0.07	0.05	0.20	0.06
X(cm)		13.29	14.26	15.29	15.96	17.49	18.47	19.24
C.V.(%)		0.44	1.01	0.47	1.65	1.31	2.40	1.23

La no aplicación de probióticos provocó una menor longitud de la trucha arco iris en cada una de las evaluaciones hasta los 84 días, pues el testigo presentó los menores promedios en relación a los tratamientos con probióticos. En términos generales el mayor promedio se presentó cuando no se aplicó probióticos en el agua (T1,T2), (Cuadro 4.5 y Gráfico 4.3).

Cuadro 4.5 Efecto de los probióticos en el agua sobre la longitud total de la trucha arcoiris, a los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	Evaluaciones Longitud Total (g)
	A los 84 días
P0 Sin Probióticos	19.45 a
P1 5g./1000 L/agua	19.28ab
P2 10g./1000 L/agua	19.30ab
Testigo	18.65 b

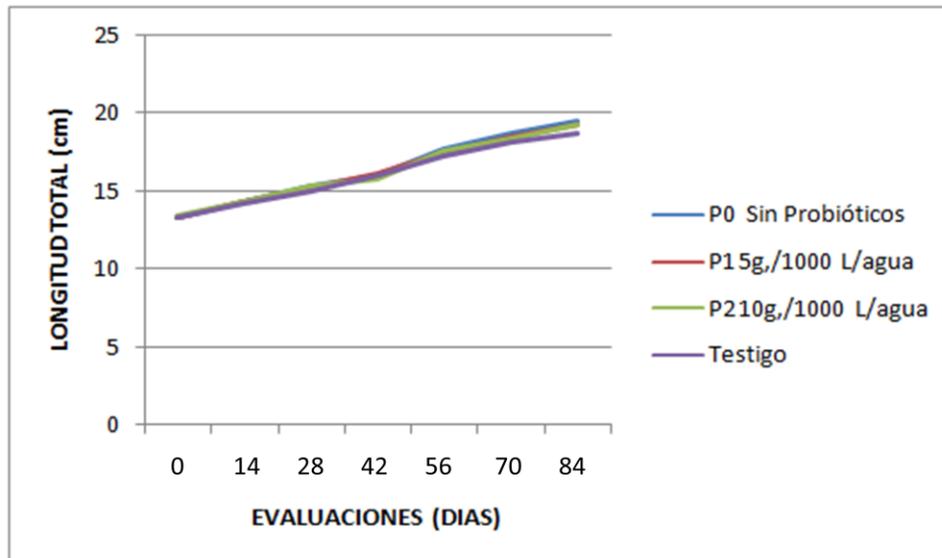


Gráfico 4.3 Curvas de la longitud total (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua.

Los probióticos en términos generales provocaron una mayor longitud total de la trucha arco iris que cuando no se aplicó en cada uno de las evaluaciones realizadas. Es importante manifestar que las mayores longitudes se presentaron cuando se suministró los probióticos en la menor dosis 5g/Kg de alimento en el balanceado, sin la aplicación de este producto en el agua (T1), (Cuadro 4.6 y Gráfico 4.4).

La mayor longitud total por la presencia de los probióticos en este estudio es similar al efecto que encontró Daga *et al.* (2007), manifiesta que con el efecto probiótico se puede manifestar, una mejora del valor nutricional del alimento hasta en 40%, como respuesta del hospedador a las enfermedades y a través de la calidad del ambiente de crecimiento (Daga *et al.* 2007), además a lo que manifiesta Tovar *et al.*(2002, 2004) que el aporte de moléculas de importancia fisiológica para el hospedero, lo que conlleva a un mejor crecimiento, maduración de sistema digestivo, supervivencia y calidad larvaria.

Cuadro 4.6 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la longitud total de la trucha arcoiris a los 84 días.

Tratamientos	Evaluaciones Longitud Total (cm)
	A los 84 días
T1 P0A1	20.00a
T2 P0A2	18.90bc
T3 P1A1	19.25bc
T4 P1A2	19.30bc
T5 P2A1	19.50ab
T6 P2A2	19.10bcd
T7 Testigo	18.65c

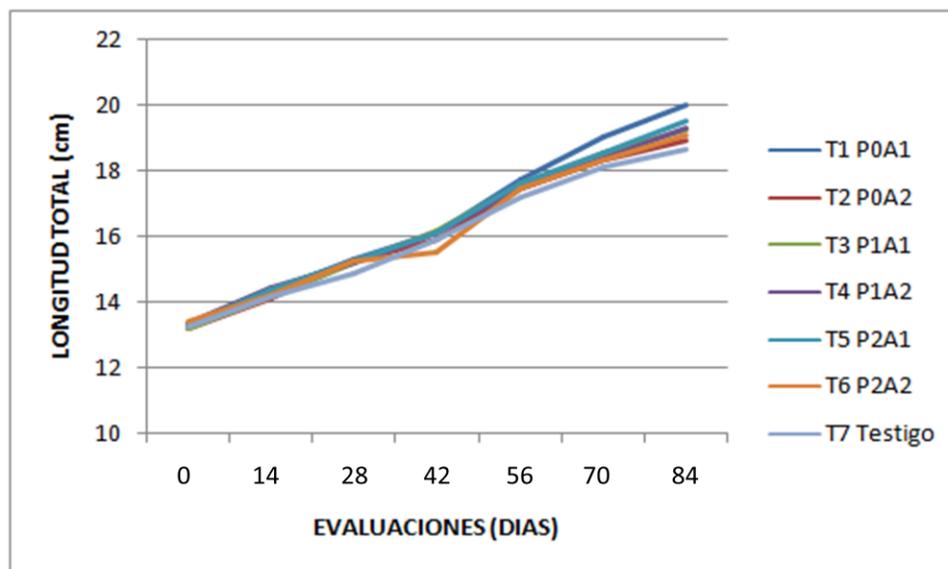


Gráfico 4.4 Curvas del la longitud total (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balaceado.

4.3.5. Longitud Parcial (cm)

Al establecer los análisis de variancia para la longitud parcial de la trucha arco iris no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones, así como en cada una de las fuentes de variación establecidas a excepción de la evaluación a los 28 días en donde los probióticos se diferenciaron a nivel del 5% y el testigo se diferenció de los probióticos a nivel del 1% (Cuadro 4.7).

Los promedios generales de la longitud parcial se fueron incrementando de 10.29cm. al inicio hasta alcanzar una longitud de 16.09 a los 60cm. días, con coeficientes de variación entre 10.29 a 16.09%.

Cuadro 4.7 Análisis de variancia para la longitud parcial de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento a los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	gl	Evaluaciones longitud parcial (cm)						
		inicial	14	28	42	56	70	84
Total	13							
Tratamientos	(6)	0.01ns	0.02 ns	0.02 ns	0.02 ns	0.06 ns	0.10 ns	0.39 ns
P. en Medio	3	0.01 ns	0.01ns	0.04*	0.03 ns	0.07 ns	0.09 ns	0.53 ns
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.00ns	0.09 ns	0.11 **	0.05 ns	0.20 ns	0.12 ns	0.80 ns
P0 vsP1,P2	1	0.02ns	0.00 ns	0.00 ns	0.03 ns	0.02 ns	0.15 ns	0.70 ns
P1 vsP2	1	0.01 ns	0.01 ns	0.00 ns	0.02 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.10 ns
D P(sin prob.)	1	0.00 ns	0.01 ns	0.00 ns	0.04 ns	0.09 ns	0.30 ns	0.42 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.02 ns	0.00 ns	0.01 ns	0.00 ns	0.01 ns	0.00 ns	0.30 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.00 n	0.01 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.02 ns	0.00 ns	0.04 ns
Error	7	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.18	0.15
X(cm)		10.29	11.30	12.22	13.04	14.49	15.28	16.09
C.V.(%)		0.53	1.06	0.66	1.26	1.58	2.78	2.41

A pesar de no diferenciarse estadísticamente los probióticos aumentan en la mayoría de las evaluaciones la longitud de la trucha arco iris sin la aplicación de este elemento presentó un menor promedio en relación a los probióticos adicionados en el agua (Cuadro 4.8 y Gráfico 4.5).

Cuadro 4.8 Efecto de los probióticos en el agua sobre la longitud parcial de la trucha arcoiris a los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	Evaluaciones longitud parcial (cm)
	A los 84 días
P0 Sin Probiótico	16.53
P1 5g./1000 L/agua	16.13
P2 10g./1000 L/agua	15.90
Testigo	15.50

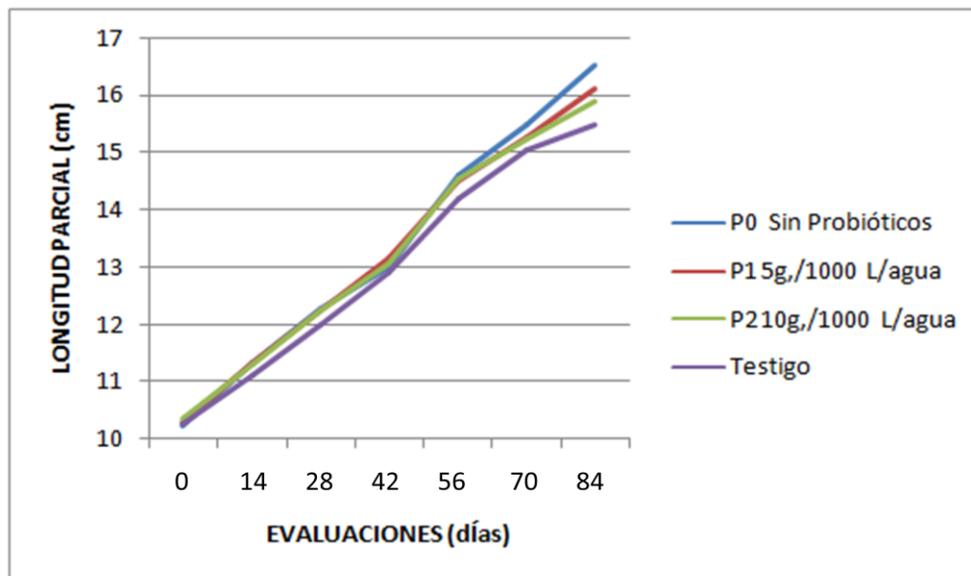


Gráfico 4.5 Curvas de la longitud parcial (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua.

Si bien los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente con respecto a la longitud parcial de la trucha arco iris, todos los tratamientos en estudio donde se aplicó los probióticos superaron al tratamiento testigo en cada una de las evaluaciones establecidas, por otro lado vale manifestar que un ligero mayor promedio en términos generales se

presentó cuando se aplicó la menor dosis de los probióticos 5g/kg de balanceado, dentro de cada nivel de probióticos aplicado al agua (T1,T3,T5), (Cuadro 4.9 y Gráfico 4.6).

Cuadro 4.9 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la longitud parcial de la trucha arcoiris a los 84 días.

Tratamientos	Evaluaciones longitud parcial (cm)
	A los 84 días
T1 P0A1	16.85
T2 P0A2	16.20
T3 P1A1	15.85
T4 P1A2	16.40
T5 P2A1	16.00
T6 P2A2	15.80
T7 Testigo	15.50

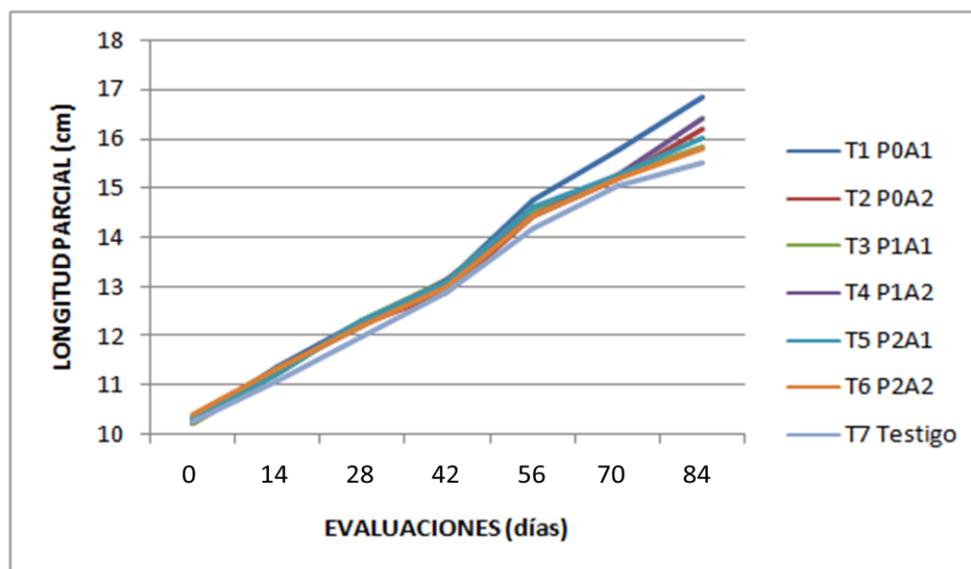


Gráfico 4.6 Curvas de la longitud parcial (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balanceado.

4.3.6. Ancho (cm)

En los análisis de variancia para el ancho, de la trucha arco iris no presentó diferencias estadísticas para tratamientos en todas las evaluaciones a excepción de las evaluaciones a los 28 y 42 días donde los tratamientos se diferenciaron a nivel del 5%, en estas dos evaluaciones también se encontró diferencias estadísticas entre los niveles de probióticos aplicados en el agua, además se encontró diferencias estadísticas al comparar el testigo versus los niveles de probióticos aplicados en el agua. En el resto de evaluaciones no se detectó diferencias estadísticas en todas las fuentes de variación a excepción de las evaluaciones a los 56 y 84 días donde el testigo se diferenció de los niveles de probióticos en el agua (Cuadro 4.10).

Los promedios generales del ancho de la trucha arco iris fueron incrementándose de 2.48 cm al inicio hasta alcanzar 5.06 cm a los 84 días, con coeficientes de variación entre 1.68 a 3.64%.

Cuadro 4.10 Análisis de variancia para el ancho de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento a los 84 días. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Evaluaciones Ancho (cm)						
		inicial	14	28	42	56	70	84
Total	13							
Tratamientos	(6)	0.005ns	0.01 ns	0.04 *	0.02 *	0.03 ns	0.02 ns	0.02ns
P. en Medio	3	0.003ns	0.01 ns	0.06**	0.03*	0.05 ns	0.03 ns	0.02 ns
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.01ns	0.03 ns	0.18**	0.09 **	0.16 *	0.07ns	0.06 *
P0 vsP1,P2	1	0.00ns	0.00 ns					
P1 vsP2	1	0.00ns	0.00 ns					
D P(sin prob.)	1	0.00ns	0.01 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.02 ns	0.02 ns	0.04 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.02ns	0.01 ns	0.02 ns	0.00 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.00ns	0.00 ns	1.56	0.00 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.00 ns
Error	7	0.03	0.01	0.01	0.004	0.03	0.02	0.01
X(cm)		2.48	2.42	3.28	3.90	4.46	4.88	5.06
C.V.(%)		2.06	3.31	2.45	1.68	3.64	2.74	1.98

La aplicación de los probióticos en el agua fue efectiva en relación al testigo en relación al ancho de la trucha arco iris y es así que dentro de cada una de las evaluaciones presentó un mayor ancho de las truchas (Cuadro 4.11 y Gráfico 4.7).

Cuadro 4.11 Efecto de los probióticos en el agua sobre el ancho de la trucha arcoiris a los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	Evaluaciones Ancho (cm)
	A los 84 días
P0 Sin Probióticos	5.10
P1 5g./1000 L/agua	5.10
P2 10g./1000 L/agua	5.05
Testigo	4.90

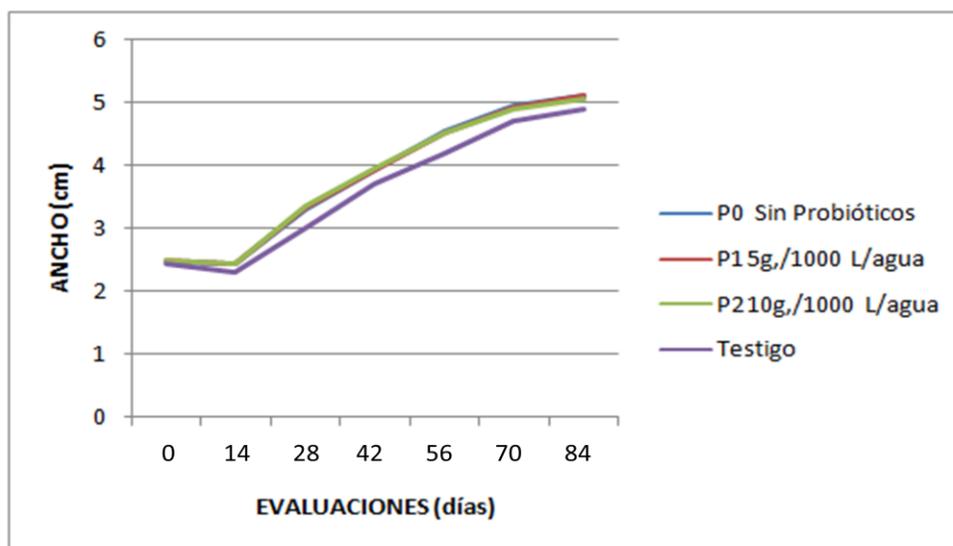


Gráfico 4.7 Curvas del ancho (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de las dosis de probióticos en el agua.

Al analizar todos los tratamientos se aprecia que el testigo por no poseer los probióticos presentó el menor promedio del ancho de las truchas a lo largo de todas las evaluaciones establecidas (Cuadro 4.12 y Gráfico 4.8).

Cuadro 4.12 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el ancho de la trucha arcoiris a los 84 días.

Tratamientos	Evaluaciones Ancho (cm)
	A los 84 días
T1 P0A1	5.20
T2 P0A2	5.00
T3 P1A1	5.10
T4 P1A2	5.10
T5 P2A1	5.05
T6 P2A2	5.05
T7 Testigo	4.90

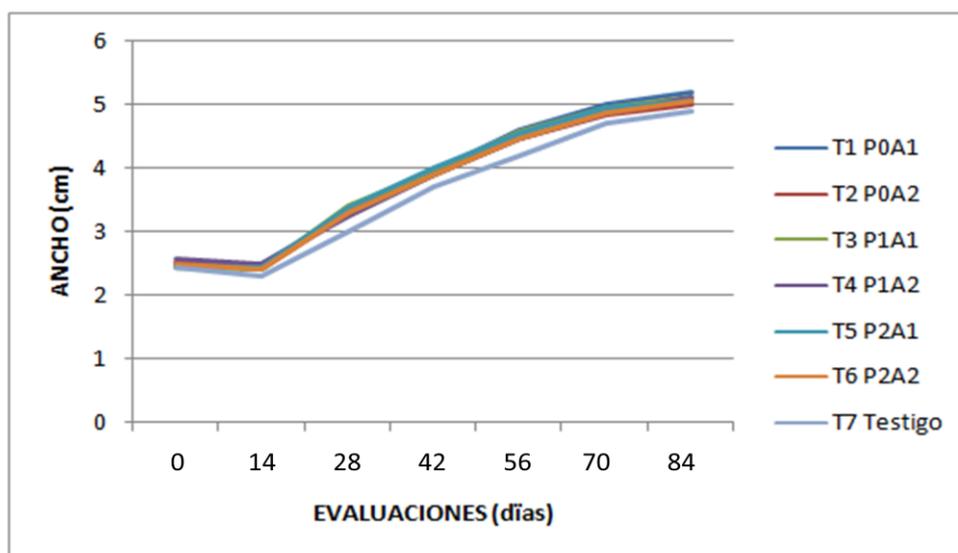


Gráfico 4.8 Curvas del ancho (cm) de los alevines de la trucha arcoiris a los 84 días, bajo el efecto de los tratamientos en base de dosis de probióticos en el agua y en el balaceado.

4.3.7. Conversión Alimenticia (F.C.A)

Al establecer el análisis de variancia para la conversión alimenticia se encontró diferencias estadísticas a nivel del 1%, y al desglosar los grados de libertad se detectó diferencias estadísticas entre las dosis de probióticos en el agua y en la comparación del testigo versus las dosis de probióticos en el agua. Además, se encontró diferencias al 1% entre las dosis de probióticos en el balanceado (Cuadro 4.13).

El promedio general del índice de conversión alimenticia fue de 1.38, con un coeficiente de variación de 4.02%.

Cuadro 4.13 Análisis de variancia para la conversión alimenticia de trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.29		
Tratamientos	(6)	0.27	0.04	15.64**
P. en Medio	3	0.19	0.06	22.12**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.17	0.17	61.27**
P0 vsP1,P2	1	0.00	0.00	0.01 ns
P1 vsP2	1	0.01	0.01	5.07 ns
D P(sin prob.)	1	0.07	0.07	22.82 **
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.00	0.00	0.01 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.01	0.01	4.64 ns
Error	7	0.02	0.002	
X(índice)			1.33	
C.V.(%)			4.02	

La utilización de los probióticos logró un mejor índice de la conversión alimenticia en relación al testigo, el mejor índice correspondió al probiótico en la dosis de 5g/1000 L de agua (T3,T4), con un promedio de 1.24, mientras que el testigo presentó 1.60 (Cuadro 4.14 y Gráfico 4.9)

Cuadro 4.14 Efecto de los probióticos en el agua sobre la conversión alimenticia de la trucha arcoiris en los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS	CONVESION ALIMENTICIA	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	1.28	a
P1 5g./1000 L/agua	1.24	a
P2 10g./1000 L/agua	1.32	a
Testigo	1.60	b

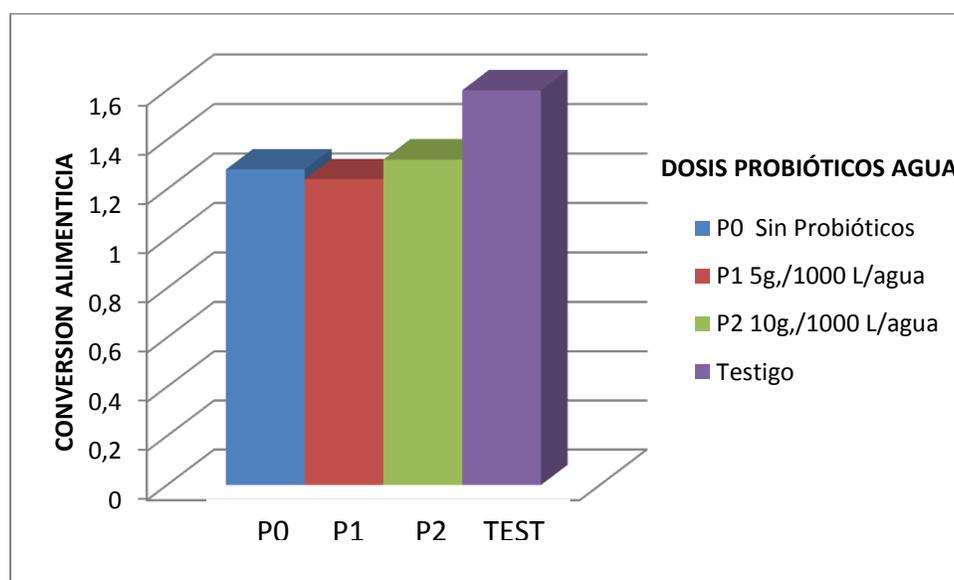


Gráfico 4.9 Análisis comparativo de la conversión alimenticia de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo.

Al analizar los tratamientos se puede establecer que todos los que se adicionó probióticos presentaron un mejor índice de conversión alimenticia en relación al testigo, el tratamiento que más se destacó correspondió a el de 5g/1kg de balanceado (T1, T3, T5), pues el índice de conversión alimenticia promedio fue de 1.16 (Cuadro 4.15 y Gráfico 4.10).

Cuadro 4.15 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la conversión alimenticia de la trucha arcoiris en los 84 días.

Tratamientos	Conversión alimenticia	
T1 P0A1	1.16	a
T2 P0A2	1.41	c
T3 P1A1	1.24	a
T4 P1A2	1.24	a
T5 P2A1	1.27	ab
T6 P2A2	1.38	bc
T7 Testigo	1.60	d

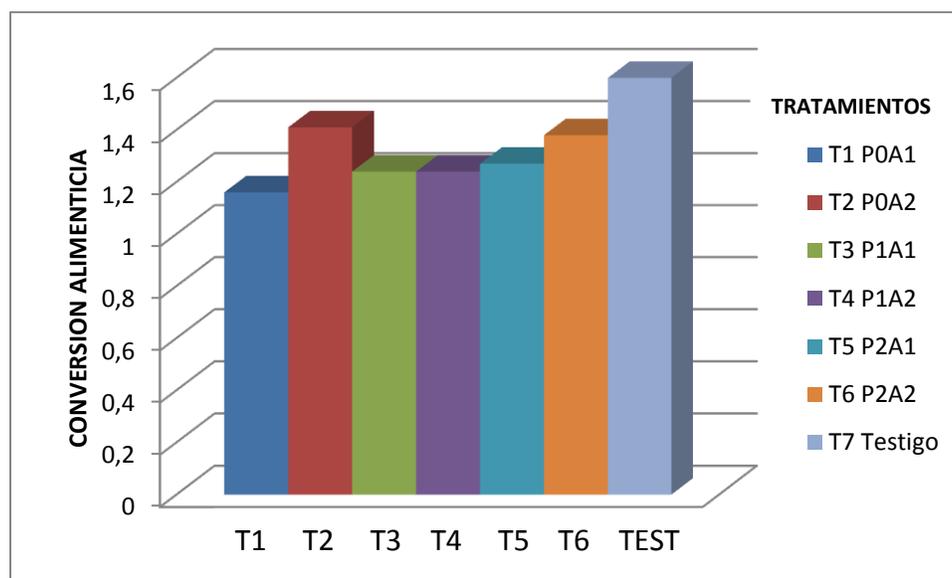


Gráfico 4.10 Análisis comparativo en la conversión alimenticia de los tratamientos en base de las dosis de probióticos en el agua y las dosis en el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.3.8. Índice de Condición Corporal (I.C.C)

Al establecer el análisis de variancia para la condición corporal de la trucha arco iris, no se encontró diferencias estadísticas en cada una de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 4.16).

El promedio general de la condición corporal fue de 0.60, con un coeficiente de variación de 5.04%.

Cuadro 4.16 Análisis de variancia para el Índice de la Condición Corporal de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.01		
Tratamientos	(6)	0.00	0.00	0.66 ns
P. en Medio	3	0.00	0.00	0.85 ns
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.00	0.00	2.16 ns
P0 vsP1,P2	1	0.00	0.00	0.26 ns
P1 vsP2	1	0.00	0.00	0.12 ns
D P(sin prob.)	1	0.00	0.00	0.17 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.00	0.00	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.00	0.00	1.26 ns
Error	7	0.01	0.00	
X(índice)			0.60	
C.V.(%)			5.04	

Sin embargo de no diferenciarse estadísticamente una ligera mejor condición corporal de la trucha arco iris se presentó cuando se aplicó los probióticos en relación al testigo (Cuadro 4.17).

Cuadro 4.17 Efecto de los probióticos en el agua sobre el Índice de la Condición Corporal de la trucha arcoiris en los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS	Índice de la Condición Corporal	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	0.60	
P1 5g./1000 L/agua	0.61	
P2 10g./1000 L/agua	0.61	
Testigo	0.57	

Todos los tratamientos con probióticos presentaron un mayor índice corporal promedio pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 4.18).

Cuadro 4.18 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la condición corporal de la trucha arcoiris en los 84 días.

Tratamientos	Índice de la Condición Corporal	
T1 P0A1	0.61	
T2 P0A2	0.59	
T3 P1A1	0.61	
T4 P1A2	0.61	
T5 P2A1	0.62	
T6 P2A2	0.59	
T7 Testigo	0.57	

4.3.9. Mortalidad (%)

Al establecer los análisis de variancia para el porcentaje de mortalidad no se encontró diferencias estadísticas para todas las fuentes de variación establecidas a excepción de la comparación de las dosis de los probióticos de 5 y 10 g/1000 L de agua (T5,T6), (Cuadro 4.19).

El promedio general de la mortalidad de los alevines fue de 7.30%, con un coeficiente de variación de 73.30%, esto se debe a la gran variabilidad de la mortalidad dentro de cada tratamiento, debido principalmente que en los tratamientos (T1,T2), tuvieron problemas con la calidad de agua, lo cual provocó un incremento del error experimental y por lo tanto del coeficiente de variación.

Cuadro 4.19 Análisis de variancia para el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	377.16		
Tratamientos	(6)	176.75	29.46	1.03 ns
P. en Medio	3	167.75	55.92	1.95 ns
Testigo vs P0,P1,P2	1	3.94	3.94	0.14 ns
P0 vsP1,P2	1	0.00	0.00	0.00 ns
P1 vsP2	1	163.81	163.81	5.72 *
D P(sin prob.)	1	0.00	0.00	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	9.00	9.00	0.31 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.00	0.00	0.00 ns
Error	7	200.41	28.63	
X(%)			7.30	
C.V.(%)			73.30	

El menor porcentaje de la mortalidad de los alevines se presentó cuando se aplicó la mayor dosis de probióticos en el agua (T5,T6), (Cuadro 4.20).

Cuadro 4.20 Efecto de los probióticos en el agua sobre el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris en los 84 días.

GRUPOS PROBIÓTICOS	Porcentaje de Mortalidad	
AGUA		
P0 Sin Probiótico	5.01	c
P1 5g./1000 L/agua	4.67	b
P2 10g./1000 L/agua	4.14	a
C Testigo	5.66	d

Al analizar todos los tratamiento se pudo apreciar que la menor mortalidad de los alevines se presentó cuando se aplicó los probióticos en la dosis de 10 g/1000 litros de agua tato con la dosis de 5 y 10 g/kg. de balanceado (T5,T6), (Cuadro 4.21) .

Al recibir probióticos tanto en el agua como en el alimento provocó una menor mortalidad de apenas el 3% de los alevines de la trucha arco iris esto corrobora a Venkat *et al.*(2004), quien encontró que las especies de *Lactobacillus* spp., tienen un efecto inhibidor de bacterias negativas presentes en la microflora intestinal de *Macrobrachium rosenbergii*, post-larvas,y así reduce significativamente la mortalidad.

Cuadro 4.21 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el porcentaje de mortalidad de la trucha arcoiris.

Tratamientos	Porcentaje de Mortalidad	
T1 P0A1	7.50	c
T2 P0A2	7.50	c
T3 P1A1	3.00	a
T4 P1A2	3.00	a
T5 P2A1	10.55	d
T6 P2A2	13.55	e
T7 Testigo	6.00	b

4.4. VARIABLES DEL MEDIO

4.4.3. Nitritos (NO₂) (mg/l)

Al establecer el análisis de variancia para el contenido de Nitritos NO₂ (mg/l) se encontró diferencias estadísticas para tratamientos al nivel del 1%, dentro de estos se diferenciaron estadísticamente al mismo nivel entre las dosis de los probióticos así como en cada una de las fuentes de variación establecidas. Dentro de cada uno de las dosis de probióticos en el medio, no se encontró diferencias estadísticas ente las dosis de los probióticos en los balanceados (Cuadro 4.22).

El promedio general de Nitritos NO₂ (mg/l) en el agua fue de 0.01, promedio adecuado pues es mucho menor al máximo permisible dentro de la recomendación establecida por los Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura (2010), El coeficiente de variación es esta variable fue de 5.84 %.

Cuadro 4.22 Análisis de variancia para el contenido nitritos NO₂ (mg/l) en el medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.0002		
Tratamientos	(6)	0.0002	0.0000	50.39 **
P. en Medio	3	0.0002	0.0001	100.79**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.0002	0.0002	207.09 **
P0 vsP1,P2	1	0.0001	0.0001	68.99 **
P1 vsP2	1	0.0000	0.0000	26.28 **
D P(sin prob.)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
Error	7	0.0000	0.0000	
X(mg/l)			0.01	
C.V.(%)			5.84	

Si bien se encontró diferencias estadísticas entre los niveles de probióticos en el agua, en relación al contenido de Nitritos NO₂ (mg/l), todos se encuentran bajo lo recomendado por los Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura (2010) (Cuadro 4.23 y Gráfico 4.11)

Cuadro 4.23 Efecto de los probióticos en el agua sobre contenido de nitritos NO₂ (mg/lit) en el medio de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	NITRITOS NO ₂ (mg/lit)	
P0 Sin Probióticos	0.0162	b
P1 5g./1000 L/agua	0.0134	a
P2 10g./1000 L/agua	0.0103	a
Testigo	0.0227	b

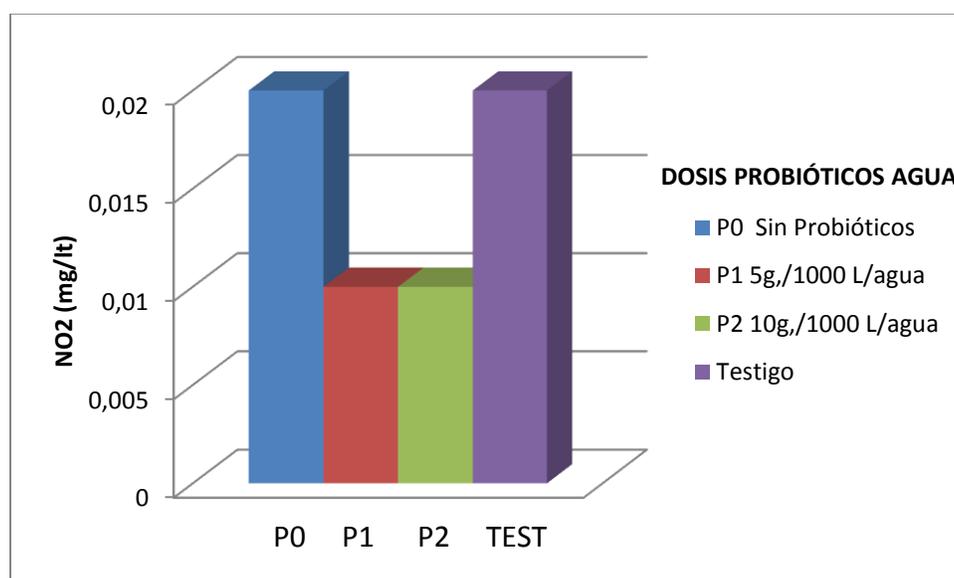


Gráfico 4.11 Análisis comparativo nitritos NO₂ (mg/lit) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo

Al analizar todos los tratamientos inclusive el testigo (Cuadro 4.24 y Grafico 4.12) presentan el contenido de Nitritos NO₂ (mg/lit) adecuado de acuerdo a lo recomendado por los Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura (2010).

Cuadro 4.24 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de nitritos NO₂ (mg/lt) en el medio de la trucha arcoiris

Tratamientos	Nitritos NO ₂ (mg/lt)	
T1 P0A1	0.0162	c
T2 P0A2	0.0162	c
T3 P1A1	0.0134	b
T4 P1A2	0.0134	b
T5 P2A1	0.0103	a
T6 P2A2	0.0103	a
T7 TEST(C)	0.0227	d

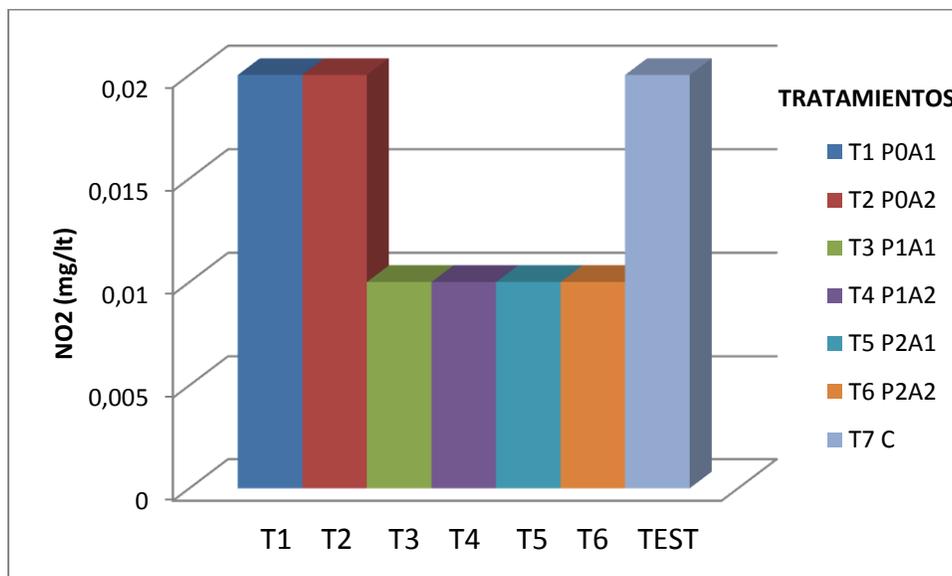


Gráfico 4.12 Análisis comparativo nitritos NO₂ (mg/lt) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.4.4. Nitratos (NO₃) (mg/lt)

Al establecer el análisis de variancia para el contenido de Nitratos NO_3 (mg/lit) en el agua, se encontró diferencias estadísticas a nivel del 1% para tratamientos y dentro de estos se encontró diferencias estadísticas al mismo nivel entre las dosis de probióticos en el agua, así como en las comparaciones establecidas entre estas dosis. Dentro de cada uno de las dosis de probióticos en el medio, no se encontró diferencias estadísticas ente las dosis de los probióticos en los balanceados (Cuadro 4.25).

El promedio general del contenido de Nitratos NO_3 (mg/lit) en el agua fue de 0.02, promedio adecuado de acuerdo a lo manifestado por los Principios de Sistemas de Recirculación en Acuicultura (2010), su coeficiente de variación fue muy bajo, debido a casi la ninguna variabilidad de este elemento en el agua.

Cuadro 4.25 Análisis de variancia para el contenido de nitratos NO_3 (mg/lit) en el medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.0002		
Tratamientos	(6)	0.0002	0.0000	10499.67**
P. en Medio	3	0.0002	0.0001	20999.33**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.0001	0.0000	44032.67**
P0 vsP1,P2	1	0.0000	0.0000	14933.33**
P1 vsP2	1	0.0000	0.0000	4032.00**
D P(sin prob.)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
Error	7	0.0000	0.0000	
X(mg/lt)			0.02	
C.V.(%)			0.32	

Los promedios de Nitratos NO₃ (mg/lt) en cada uno de las dosis de los probióticos en el suelo son adecuados inclusive el encontrado en el testigo de acuerdo a lo manifestado por los Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura (2010), (Cuadro 4.26 y Grafico 4.13).

Cuadro 4.26 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de nitratos NO₃ (mg/lt) en el medio de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS	NITRATOS NO ₃ (mg/lt)

AGUA			
P0 Sin Probióticos		0.02	b
P1 5g./1000 L/agua		0.02	b
P2 10g./1000 L/agua		0.01	a
Testigo		0.02	b

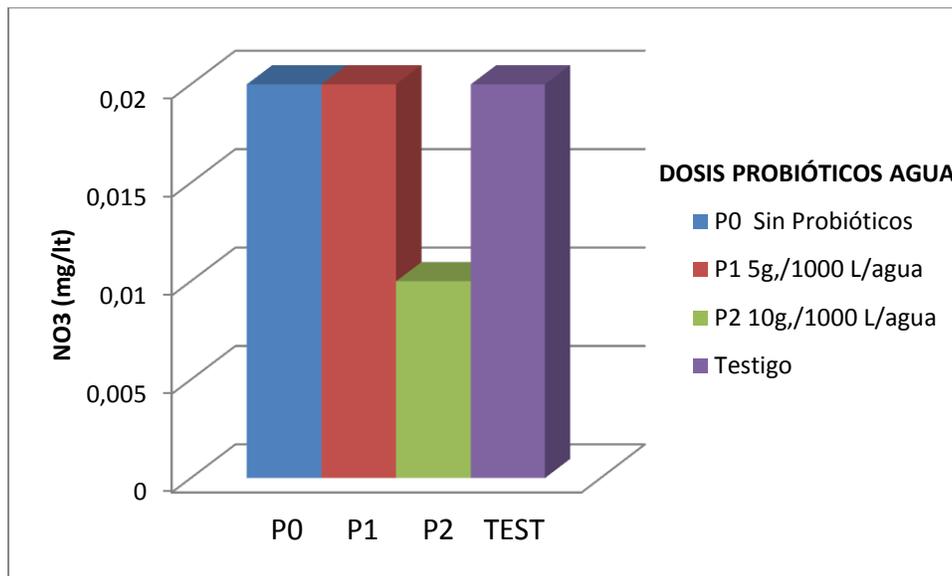


Gráfico 4.13. Análisis comparativo nitratos NO₃ (mg/lt) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo

Al analizar todos los tratamientos se puede apreciar que todos inclusive el testigo se encuentra con un contenido adecuado de Nitratos NO₃ (mg/lt), además se puede apreciar el similar contenido tanto en las dosis de probióticos en el balanceado como dentro de cada probiótico en el agua (Cuadro 4.27 y Gráfico 4.14).

Cuadro 4.27 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de nitratos NO₃ (mg/lt) en el medio de la trucha arcoiris

Tratamientos	Nitratos NO ₃ (mg/l)	
T1 P0A1	0.0184	c
T2 P0A2	0.0184	c
T3 P1A1	0.0156	b
T4 P1A2	0.0156	b
T5 P2A1	0.0132	a
T6 P2A2	0.0132	a
T7 Testigo	0.0243	d

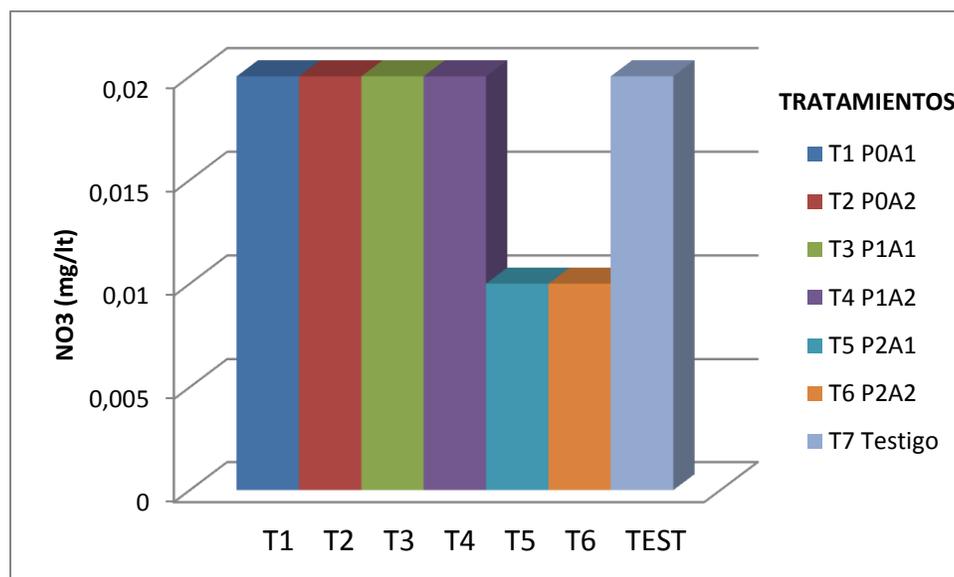


Gráfico 4.14 Análisis comparativo nitratos NO₃ (mg/l) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo

4.4.5. Oxígeno Disponible (O.D.) (ppm)

El análisis de variancia para el Oxígeno Disponible (ppm) del medio de la trucha arco iris presentó diferencias estadísticas al nivel del 1% para tratamientos, y dentro de estos se encontró diferencias estadísticas al mismo nivel entre las dosis de probióticos en el agua, así como en las comparaciones establecidas entre estas dosis. Dentro de cada uno de las dosis de probióticos en el medio, no se encontró diferencias estadísticas ente las dosis de los probióticos en los balanceados (Cuadro 4.28).

El promedio general del Oxígeno Disponible (ppm) fue de 5.30, con un coeficiente de variación de 0.10 %, este bajo coeficiente se debe a casi la ninguna variabilidad que se presentó entre las repeticiones los diferentes tratamientos en esta variable.

Cuadro 4.28 Análisis de variancia para el oxígeno disponible O.D. (ppm) del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
----------------------	----	-------------------	------------------	---

Total	13	2.3418		
Tratamientos	(6)	2.3416	0.3903	13659.33**
P. en Medio	3	2.3416	0.7805	27318.67**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.9557	0.9557	33450.67**
P0 vsP1,P2	1	0.9441	0.9441	33042.33**
P1 vsP2	1	0.4418	0.4418	15463.00**
D P(sin prob.)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
Error	7	0.0002	0.00	
X(ppm)			5.30	
C.V.(%)			0.10	

Un menor Oxígeno Disponible (ppm) se presentó con el testigo que presentó 4.66 ppm, mientras que con las diferentes dosis de probióticos en el agua se logró promedios superiores a 5.01. Por otro lado vale manifestar que a medida que se incrementó la dosis de los probióticos se incrementó el Oxígeno Disponible (ppm) en el agua (Cuadro 4.29 y Gráfico 4.15).

Cuadro 4.29 Efecto de los probióticos en el agua sobre el oxígeno disponible O.D. (ppm) del medio de la trucha arcoiris.

GRUPOS PROBIÓTICOS	Oxígeno Disponible O.D. (ppm)
AGUA	

P0 Sin Probiótico	5.01	c
P1 5g./1000 L/agua	5.37	b
P2 10g./1000 L/agua	5.84	a
C Testigo	4.66	d

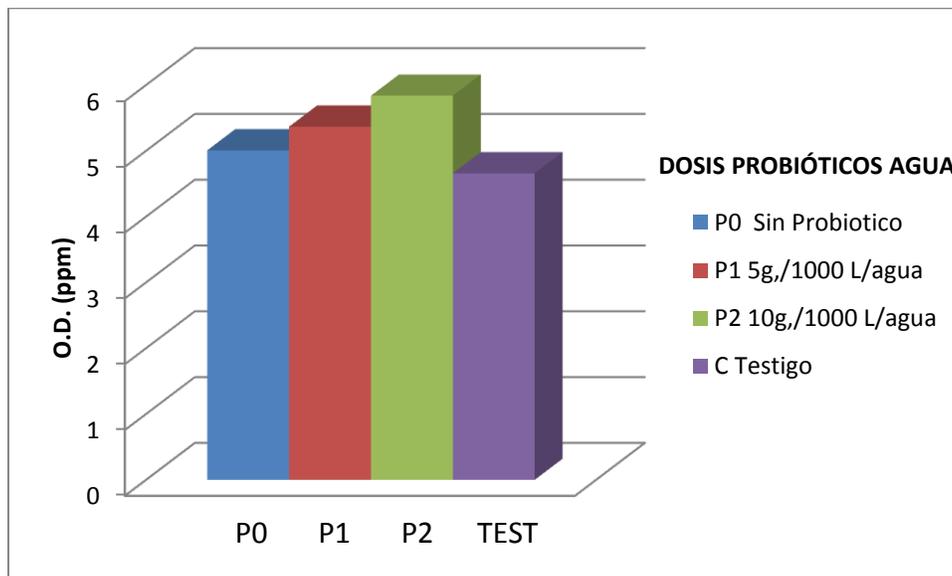


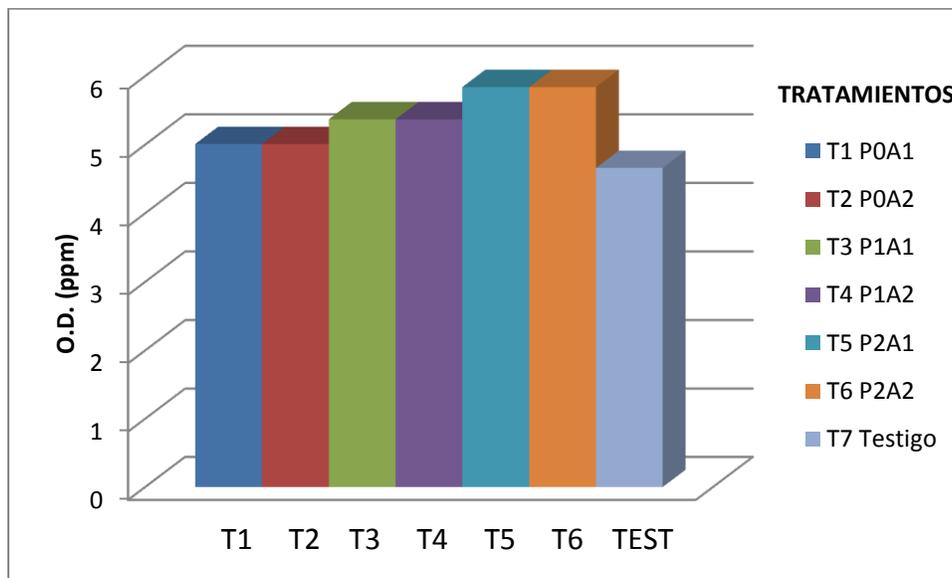
Gráfico 4.15 Análisis comparativo oxígeno disponible O.D. (ppm) en el medio de las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo.

Al analizar los tratamientos se pudo apreciar que todos los tratamientos en donde se suministro probióticos superaron al testigo en el contenido de Oxígeno Disponible (ppm), además se pudo apreciar que este contenido fué similar entre las dosis de probióticos en el balanceado dentro de cada dosis de probióticos en el agua (Cuadro 4.30 y Gráfico 4.16).

Cuadro 4.30 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el oxígeno disponible O.D. (ppm) de la trucha arcoiris

Tratamientos	O.D. (ppm)	
T1 POA1	5.01	c

T2 P0A2	5.01	c
T3 P1A1	5.37	b
T4 P1A2	5.37	b
T5 P2A1	5.84	a
T6 P2A2	5.84	a
T7 TEST (C)	4.66	d



4.16 Análisis comparativo oxígeno disponible O.D. (ppm) de los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.4.6. Temperatura (°C)

Al establecer el análisis de variancia para la temperatura del agua de la trucha arco iris se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos y dentro de estos en las dosis de los probióticos aplicados al agua, así como cada una de las comparaciones establecidas dentro de estas dosis (Cuadro 4.31).

El promedio general fue de 11.73 °C, con un coeficiente de variación de 0.05%, este coeficiente fue bajo pues casi es invariable la temperatura del agua en las repeticiones de cada tratamiento.

Cuadro 4.31 Análisis de variancia para la temperatura en °C del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.1301		
Tratamientos	(6)	0.1299	0.0216	757.67**
P. en Medio	3	0.1299	0.0433	1515.33**
C vs P0,P1,P2	1	0.0032	0.0032	112.67**
P0 vsP1,P2	1	0.0817	0.0817	2858.33**
P1 vsP2	1	0.0450	0.0450	1575.00**
D P(sin prob.)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
Error	7	0.0002	0.0000	
X(°C)		11.73		
C.V.(%)		0.05		

Si bien se encontró diferencias estadísticas, se puede indicar que estas son insignificantes pues lograron diferenciarse en menos de un grado (Cuadro 4.32).

Cuadro 4.32 Efecto de los probióticos en el agua sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS	TEMPERATURA (°C)	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	11.85	d
P1 5g./1000 L/agua	11.60	a
P2 10g./1000 L/agua	11.75	c
C Testigo	11.69	b

Al analizar todos los tratamientos, se puede apreciar claramente la mínima diferencia de la temperatura del agua en relación al testigo que no llega a un grado (Cuadro 4.33)

Cuadro 4.33 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris

Tratamientos	TEMPERATURA (°C)	
T1 P0A1	11.85	d
T2 P0A2	11.85	d
T3 P1A1	11.60	a
T4 P1A2	11.60	a
T5 P2A1	11.75	c
T6 P2A2	11.75	c
T7 Testigo	11.69	b

4.4.7. pH (Potencial Hidrógeno)

En el (Cuadro 4.34), el análisis de variancia para el pH del agua de las trucha arco iris se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos, dentro de estos se detectó al mismo nivel diferencias estadísticas al mismo nivel entre las dosis de los probióticos en el agua y en las comparaciones P0 vs P1, P2 y P1 vs P2.

El promedio general del pH en el agua fue de 7.67, con un coeficiente de variación de 0.07%, este coeficiente fue muy bajo debido a la casi invariabilidad entre las repeticiones en cada tratamiento.

Cuadro 4.34 Análisis de variancia para el pH del medio de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.0053		
Tratamientos	(6)	0.0051	0.0009	30.00**
P. en Medio	3	0.0051	0.0017	60.00**
C vs P0,P1,P2	1	0.0001	0.0001	2.67 ns
P0 vsP1,P2	1	0.0043	0.0043	149.33 **
P0 vsP1,P2	1	0.0008	0.0008	28.00 **
D P(sin prob.)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0000	0.0000	0.00 ns
Error	7	0.0002	0.0000	
X(pH)			7.67	
C.V.(%)			0.07	

Si bien se encontró diferencias estadísticas estas son irrelevantes entre los promedios de cada dosis de probióticos en el agua (Cuadro 4.35).

Cuadro 4.35 Efecto de los probióticos en el agua sobre el pH del medio de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS	pH	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	7.70	c
P1 5g./1000 L/agua	7.65	a
P2 10g./1000 L/agua	7.67	b
Testigo	7.68	b

Al analizar todos los tratamientos se puede apreciar la irrelevante diferencia en el pH del agua con el testigo (Cuadro 4.36).

Cuadro 4.36 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre la temperatura del medio de la trucha arcoiris

Tratamientos	pH	
T1 P0A1	7.70	c
T2 P0A2	7.70	c
T3 P1A1	7.65	a
T4 P1A2	7.65	a
T5 P2A1	7.67	b
T6 P2A2	7.67	b
T7 Testigo	7.68	b

4.5. VARIABLES SANGUINEAS

4.5.3. Hematocrito (%)

Al establecer el análisis de variancia para el hematocrito no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo se encontró diferencias a nivel del 5% entre las dosis de probióticos en el agua, además al nivel del 5% se encontró diferencias estadísticas al comparar el testigo vs las dosis de probióticos en el agua. No se encontró diferencias estadísticas entre las dosis de probióticos dentro de cada dosis de probióticos en el agua (Cuadro 4.37). El promedio general de hematocrito fue de 48.05, con un C.V. de 6.5

Cuadro 4.37 Análisis de variancia para el contenido de hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	280.16		
Tratamientos	(6)	210.63	35.10	3.53 ns
P. en Medio	3	207.56	69.19	6.97 *
C vs P0,P1,P2	1	185.89	185.89	18.71 **
P0 vsP1,P2	1	8.76	8.76	0.88 ns
P1 vsP2	1	12.90	12.90	1.30 ns
D P(sin prob.)	1	2.79	2.79	0.28 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.11	0.11	0.01 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.17	0.17	0.02 ns
Error	7	69.53	9.93	
X(%)		48.05		
C.V.(%)		6.56		

Un mayor contenido de hematocrito se presentó con las dosis de probióticos en el agua, en relación al obtenido en la sangre de la trucha arco iris del testigo (Cuadro 4.38 y Gráfico 4.17)

Cuadro 4.38 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	HEMATOCRITO (%)	
P0 Sin Probiótico	48.33	a
P1 5g./1000 L/agua	51.41	a
P2 10g./1000 L/agua	48.87	a
Testigo	39.13	b

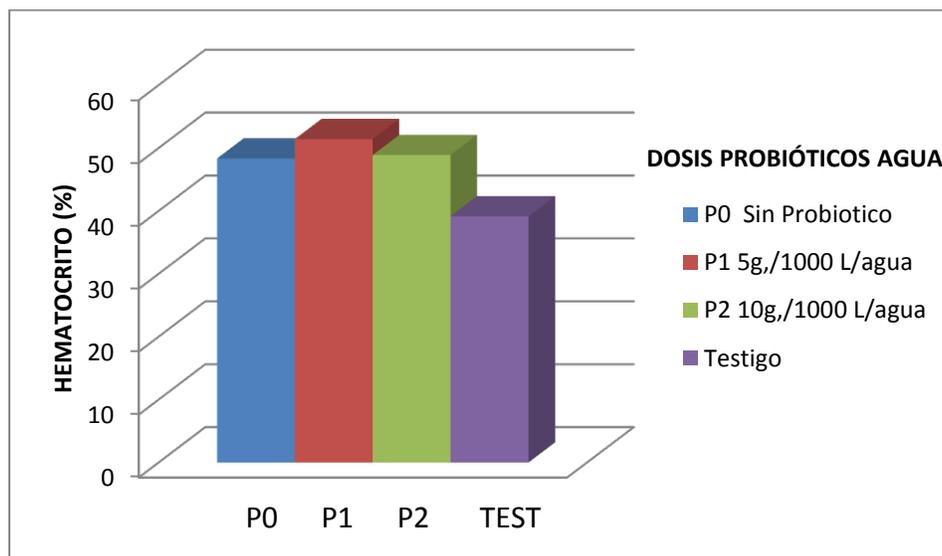


Gráfico 4.17 Análisis comparativo del porcentaje de hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo

El suministro de probióticos ya sea en agua o en el alimento de la trucha arco iris provocó un mayor contenido de hematocrito en la sangre de las truchas en relación al testigo, los mayores contenidos correspondieron a los tratamientos con la dosis de 5 g./1000L de agua con 5 y 10 g./kg. de balanceado (Cuadro 4.39 y Gráfico 4.18).

Cuadro 4.39 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el hematocrito en la sangre de la trucha arcoiris

Tratamientos	HEMATOCRITO (%)	
T1 P0A1	49.17	a
T2 P0A2	47.50	a
T3 P1A1	51.25	a
T4 P1A2	51.58	a
T5 P2A1	48.67	a
T6 P2A2	49.08	a
T7 Testigo	39.13	b

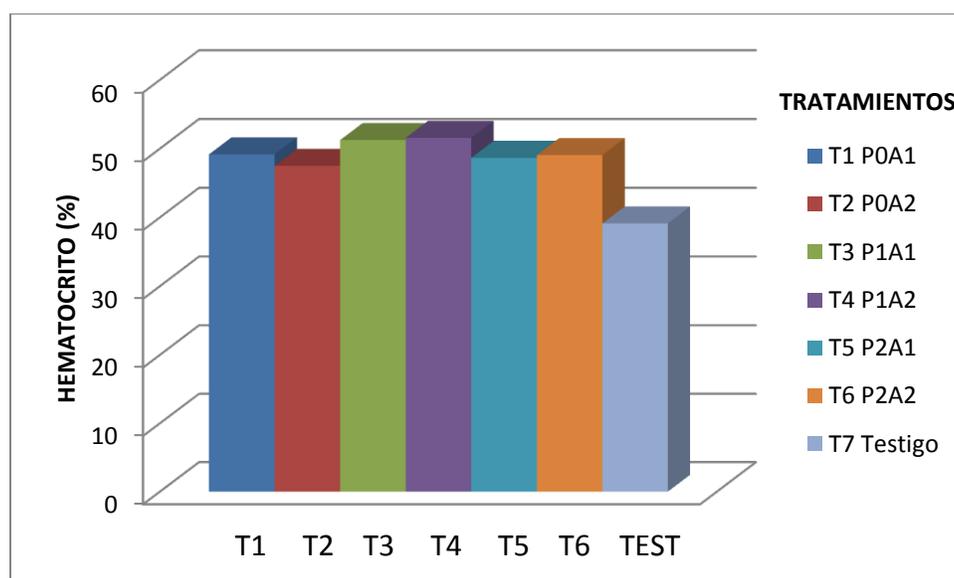


Gráfico 4.18 Análisis comparativo del porcentaje de hematocrito en la sangre de trucha arcoiris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo

4.5.4. Hemoglobina

Al establecer el análisis de variancia para el contenido de la hemoglobina en la sangre de la trucha arco iris se detectó diferencias estadísticas a nivel del 5%, las dosis de probióticos en el agua se diferenciaron al mismo nivel, a nivel del 1% se diferenciaron el testigo vs las dosis de probióticos en el agua. Las dosis de probióticos en el balanceado no se diferenciaron dentro de cada una de las dosis en el medio (Cuadro 4.40).

El promedio general del contenido de hemoglobina en la sangre de la trucha arco iris fue de 0.90, con un coeficiente de variación de 14.18%.

Cuadro 4.40 Análisis de variancia para el contenido de hemoglobina en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.57		
Tratamientos	(6)	0.46	0.08	4.69 *
P. en Medio	3	0.32	0.11	6.54 *
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.26	0.26	15.91 **
P0 vsP1,P2	1	0.05	0.05	3.14 ns
P1 vsP2	1	0.01	0.01	0.54 ns
D P(sin prob.)	1	0.05	0.05	3.11 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.09	0.09	5.39 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.00	0.00	0.03 ns
Error	7	0.11	0.02	
X(g/dl)			0.90	
C.V.(%)			14.18	

La sangre de las truchas arco iris en donde se aplicó probióticos presentó un mayor contenido de hemoglobina, en relación al testigo (Cuadro 4.41 y Grafico 4.19).

Cuadro 4.41 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de hemoglobina en la sangre de la trucha arcoiris

GRUPOS PROBIÓTICOS	HEMOGLOBINA (g/dl)	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	0.86	a
P1 5g./1000 L/agua	0.97	a
P2 10g./1000 L/agua	1.03	a
Testigo	0.57	b

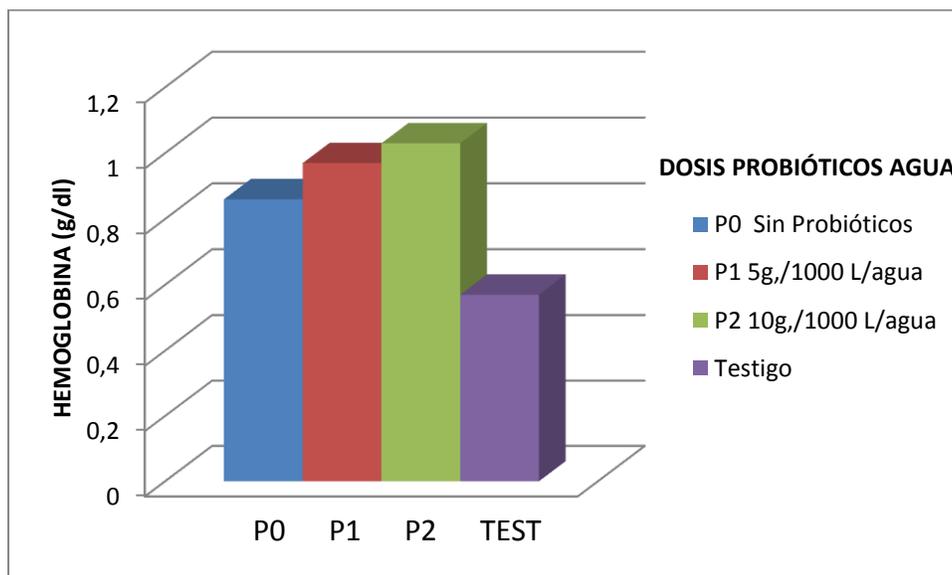


Gráfico 4.19 Análisis comparativo de la hemoglobina (g/dl) en la sangre de la trucha arcoiris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo.

Muy importante constituye el suministro de probióticos pues logró incrementar notablemente el contenido de hemoglobina, llegando a casi duplicar su contenido como con el tratamiento T4 P1A2 de 1.11 en relación al testigo que apenas alcanzó 0.57 (Cuadro 4.42 y Gráfico 4.20).

Cuadro 4.42 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de hemoglobina de la trucha arcoiris

Tratamientos	HEMOGLOBINA (g/gl)	
T1 P0A1	0.75	bc
T2 P0A2	0.97	ab
T3 P1A1	0.82	abc
T4 P1A2	1.11	a
T5 P2A1	1.04	ab
T6 P2A2	1.02	ab
T7 testigo	0.57	c

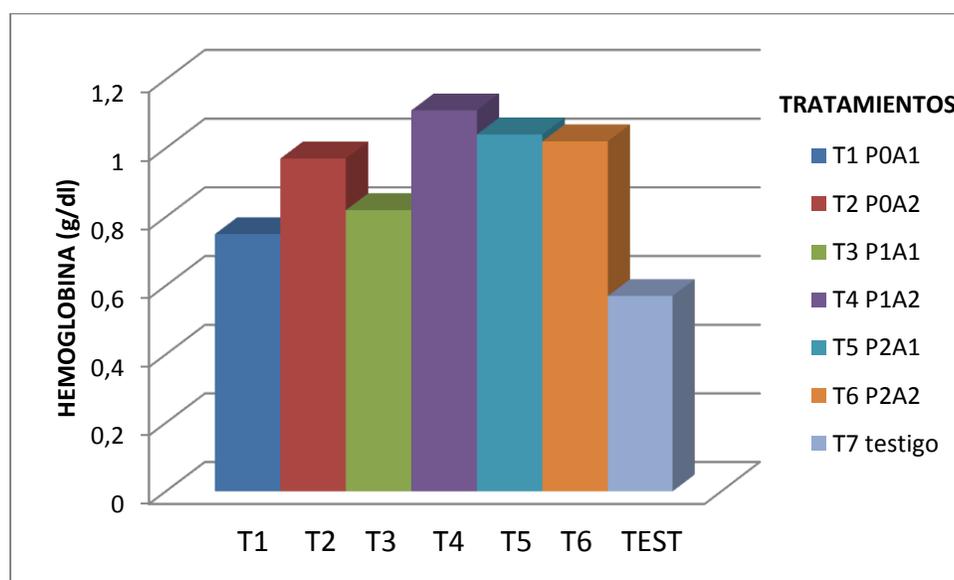


Gráfico 4.20 Análisis comparativo de la hemoglobina (g/dl) en la sangre de la trucha arcoiris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.5.5. Glóbulos Blancos

En el (Cuadro 4.43), el análisis de variancia para el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arco iris bajo el uso de probióticos en el agua y el balanceado, se encontró diferencias estadísticas a nivel del 1% entre los tratamientos en estudio y dentro de estos entre las dosis de probióticos en el agua, además se encontró al mismo nivel diferencias en las comparaciones Testigo vs P0,P1,P2 y P1 vsP2. Las dosis de probióticos en el balanceado no se diferenciaron estadísticamente dentro de cada dosis de probióticos en el agua (Cuadro 4.43).

El promedio general del número de glóbulos blancos fue de 171785.71, con un coeficiente de variación de 2.34%

Cuadro 4.43 Análisis de variancia para el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	1744357142.86		
Tratamientos	(6)	1630857142.86	271809523.81	16.76 **
P. en Medio	3	1475607142.86	491869047.62	30.34 **
Testigo vs P0,P1,P2	1	657440476.19	657440476.19	40.55 **
P0 vsP1,P2	1	77041666.67	77041666.67	4.75 ns
P1 vsP2	1	741125000.00	741125000.00	45.71 **
D P(sin prob.)	1	64000000.00	64000000.00	3.95 ns
D P(5g. /1000 L agua)	1	1000000.00	1000000.00	0.06 ns
D P(10g. /1000 L agua)	1	9025000.00	9025000.00	5.57 ns
Error	7	113500000.00	16214285.71	
X(célx10 ⁴)			171785.71	
C.V.(%)			2.34	

El menor número de glóbulos blancos se presentó en el testigo con un promedio de 155000.00, mientras que el mayor se logro cuando se aplico la dosis de 5g./1000 L/agua con un promedio de 186000.00 (Cuadro 4.44 y Gráfico 4.21).

Cuadro 4.44 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris.

GRUPOS PROBIÓTICOS	GLÓBULOS BLANCOS (cél./10 ⁴)	
AGUA		
P0 Sin Probióticos	171000.00	b
P1 5g./1000 L/agua	186000.00	a
P2 10g./1000 L/agua	166750.00	c
Testigo	155000.00	d

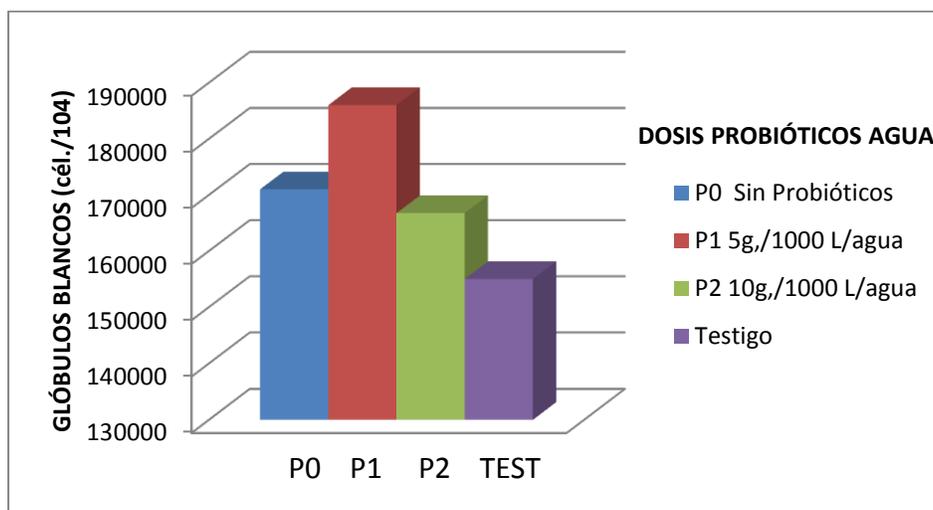


Gráfico 4.21 Análisis comparativo de contenido de glóbulos blancos (cél/10⁴) en la sangre de la trucha arcoiris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo.

Todos los tratamientos superaron al testigo, pero los mayores correspondieron cuando los probióticos en una dosis de 5g.se aplicó en 1000 litros de agua, especialmente cuando se aplico 10 g/cada kg. en el balanceado (Cuadro 4.45 y Gráfico 4.22).

Cuadro 4.45 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de glóbulos blancos en la sangre de la trucha arcoiris.

Tratamientos	GLÓBULOS BLANCOS (cél./10 ⁴)	
T1 P0A1	175000.00	b
T2 P0A2	171500.00	bc
T3 P1A1	185500.00	a
T4 P1A2	186500.00	a
T5 P2A1	175000.00	bc
T6 P2A2	162000.00	cd
T7 Testigo	155000.00	d

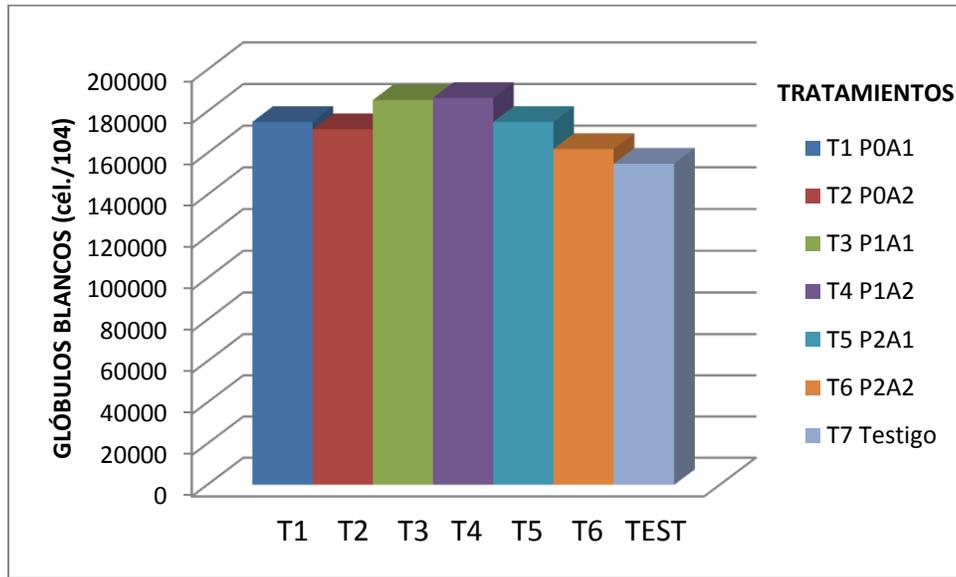


Gráfico 4.22. Análisis comparativo del contenido de glóbulos blancos (cél./10⁴) en la sangre de la trucha arcoiris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.5.6. Albúmina

En el (Cuadro 4.46) el análisis de variancia presentó diferencias estadísticas en cada una de las fuentes de variación establecidas al nivel del 1%.

El promedio general de la albúmina fue de 0.48, con un coeficiente de variación de 0.16%, coeficiente muy bajo debido a casi la ninguna variabilidad presente dentro de las repeticiones dentro de cada tratamiento.

Cuadro 4.46 Análisis de variancia para la albúmina en la sangre de la trucha arcoiris bajo el uso de probióticos en el agua y en el alimento. IASA, Rumiñahui, Pichincha, 2011.

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	13	0.4457		
Tratamientos	(6)	0.4457	0.0743	130001.00**
P. en Medio	3	0.3905	0.1302	227802.00**
Testigo vs P0,P1,P2	1	0.3830	0.3830	670241.33**
P0 vsP1,P2	1	0.0023	0.0023	4061.17**
P1 vsP2	1	0.0152	0.0152	9103.50**
D P(sin prob.)	1	0.0041	0.0041	7168.00**
D P(5g. /1000 L agua)	1	0.0027	0.0027	4732.00**
D P(10g. /1000 L agua)	1	0.0484	0.0484	84700.00**
Error	7	0.0000	0.0000	
X(g/dl)			0.48	
C.V.(%)			0.16	

El mayor contenido de la albúmina se presentó en el testigo en el cual no se aplicó probióticos tanto en el agua como en el balanceado, alcanzando un promedio de 0.88, mientras que las dosis de probióticos en el agua presentaron promedios inferiores a 0.44 (Cuadro 4.47 y Gráfico 4.23).

Cuadro 4.47 Efecto de los probióticos en el agua sobre el contenido de albúmina en la sangre de la trucha arcoiris.

GRUPOS PROBIÓTICOS AGUA	ALBUMINA (g/dl)	
P0 Sin Probióticos	0.43	b
P1 5g./1000 L/agua	0.43	b
P2 10g./1000 L/agua	0.38	a
Testigo	0.88	c

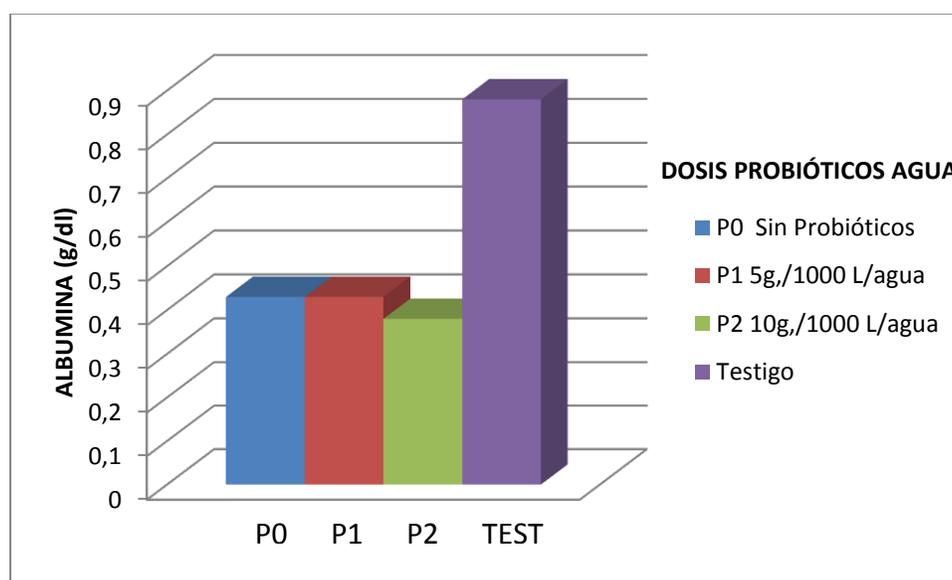


Gráfico 4.23 Análisis comparativo de contenido de albúmina (g/dl) en la sangre de la trucha arcoiris entre las dosis de probióticos en el agua conjuntamente con el testigo

Al analizar todos los tratamientos se pudo apreciar claramente que en los tratamientos donde se añadió los probióticos presentaron promedios inferiores que el testigo, sobresaliendo el tratamiento con la mayor dosis en el agua y en el alimento, alcanzando un promedio de 0.27. Es importante manifestar que cuando se aplicó la mayor dosis en el balaceado se logró un menor promedio de la albúmina, dentro de cada una de las dosis de los probióticos en el agua (Cuadro 4.48 y Gráfico 4.24)

Cuadro 4.48 Efecto de los tratamientos (probióticos en el agua y en el alimento) sobre el contenido de albúmina en la sangre de la trucha arcoiris.

Tratamientos	ALBUMINA (g/dl)	
T1 P0A1	0.46	e
T2 P0A2	0.40	b
T3 P1A1	0.45	d
T4 P1A2	0.40	c
T5 P2A1	0.49	f
T6 P2A2	0.27	a
T7 Testigo	0.88	g

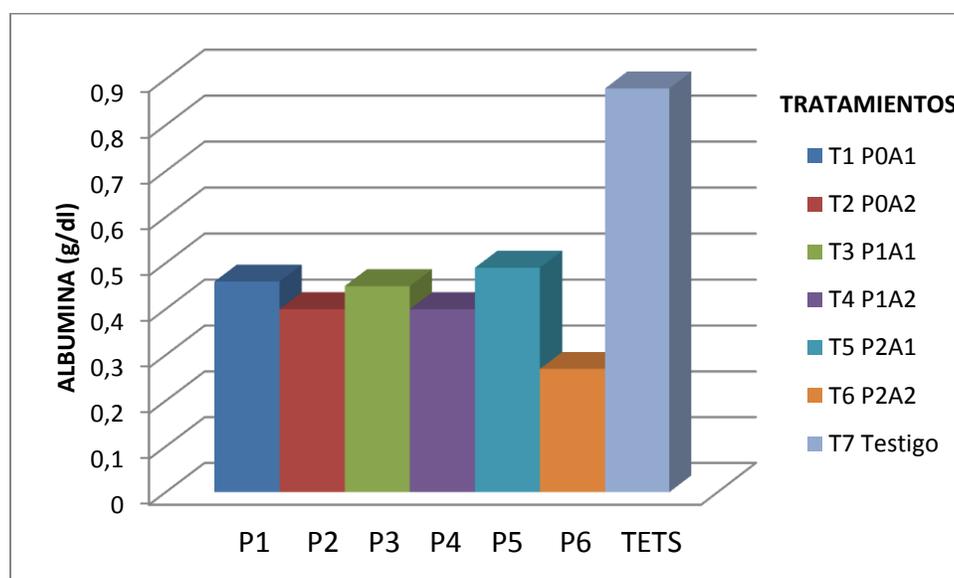


Gráfico 4.24 Análisis comparativo del contenido de albúmina (g/dl) la en la sangre de la trucha arcoiris entre los tratamientos en base de probióticos en el agua y el balanceado conjuntamente con el testigo.

4.6. RELACIONES ENTRE LAS DOSIS DE PROBIOTICOS EN EL AGUA CON LAS DIFERENTES VARIABLES DENTRO DE CADA DOSIS DE PROBIOTICO EN EL BALANCEADO

4.6.3. Con Variables Morfométricas

Realmente no se pudo apreciar un efecto de las dosis de los probióticos en el agua sobre las variables morfométricas en las siete evaluaciones realizadas dentro de cada una de las dosis de probióticos en el alimento diferentes, pues apenas en tres relaciones de las 64 los coeficientes de determinación lineal sobrepasaron el 0.5, siendo el mayor 0.64 (Cuadro 4.49).

Cuadro 4.49 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables morfométricas dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado.

VARIABLES MORFOMETRICAS		
VARIABLES	DOSIS PROBIÓTICOS BALANCEADO	
	5 g/kg	10 g/kg
PESO INICIAL (g)	Y=24.7958+0.0195X r ² =0.51	Y=24.7467+0.0410X r ² =0.64
PESO(g) 14 DIAS	Y=29.7392+0.0375X r ² =0.02	Y=29.7117+0.0440X r ² =0.19
PESO(g) 28 DIAS	Y=36.2458+0.0245X r ² =0.02	Y=35.4925+0.0505X r ² =0.40
PESO(g) 42 DIAS	Y=45.9583+0.1330X r ² =0.14	Y=44.8317+0.0910X r ² =0.17
PESO(g) 56 DIAS	Y= 46.2442-0.0405X r ² =0.01	Y=54.0075-0.0215X r ² =0.01
PESO(g) 70 DIAS	Y=66.2833-0.0720X r ² =0.01	Y=62.6850-0.0430X r ² =0.01
PESO(g) 84 DIAS	Y=84.8900-0.5020X r ² =0.44	Y=76.3633+0.1540X r ² =0.04
LONGITUD TOTAL INICIAL (cm)	Y=13.2375+0.0065X r ² =0.26	Y=13.2475+0.0165X r ² =0.56
LONGITUD TOTAL (cm) 14 DIAS	Y= 14.2750+0.005X r ² =0.01	Y=14.1917+0.0150X r ² =0.15
LONGITUD TOTAL (cm) 28 DIAS	Y=15.2750-0.0050X r ² =0.17	Y=15.2333+0.0000X r ² =0.00
LONGITUD TOTAL (cm) 42 DIAS	Y=16.1167-0.0000X r ² =0.00	Y=16.0333-0.0400X r ² =0.23
LONGITUD TOTAL (cm) 56 DIAS	Y=17.7083-0.0150X r ² =0.07	Y=17.4500-0.0000X r ² =0.00
LONGITUD TOTAL (cm) 70 DIAS	Y=18.9667-0.0500X r ² =0.16	Y=18.3733-0.0040X r ² =0.01
LONGITUD TOTAL (cm) 84 DIAS	Y=19.8333-0.0510X r ² =0.35	Y=19.0000-0.0200X r ² =0.11
LONGITUD PARCIAL INICIAL (cm)	Y=10.2375+0.0065X r ² =0.26	Y=10.2425+0.0165X r ² =0.62
LONGITUD PARCIAL(cm) 14	Y=11.4083 -0.0150X r ² =0.31	Y=11.3083-0.0050X r ² =0.08

DÍAS		
LONGITUD PARCIAL(cm) 28 DÍAS	$Y=12.3000-0.0000X$ $r^2=0.00$	$Y=12.2417-0.0050X$ $r^2=0.30$
LONGITUD PARCIAL(cm) 42 DIAS	$Y=13.1167+0.0000X$ $r^2=0.00$	$Y=12.9667+0.0100X$ $r^2=0.11$
LONGITUD PARCIAL(cm) 56 DIAS	$Y=14.7083-0.0150X$ $r^2=0.07$	$Y=14.4500+0.0000X$ $r^2=0.00$
LONGITUD PARCIAL(cm) 70 DIAS	$Y=15.6667-0.0500X$ $r^2=0.18$	$Y=15.2167-0.0000X$ $r^2=0.00$
LONGITUD PARCIAL(cm) 84 DIAS	$Y=16.6583-0.0850X$ $r^2=0.47$	$Y=16.3333-0.0400X$ $r^2=0.29$
ANCHO INICIAL (cm)	$Y=2.4550+0.0010X$ $r^2=0.02$	$Y=2.5342-0.0025X$ $r^2=0.03$
ANCHO (cm) 14 DIAS	$Y=2.4750-0.0050X$ $r^2=0.07$	$Y=2.433-0.0000X$ $r^2=0.00$
ANCHO (cm) 28 DIAS	$Y=3.3267+0.0100X$ $r^2=0.19$	$Y=3.2833+0.0000X$ $r^2=0.00$
ANCHO (cm) 42 DIAS	$Y=3.9417+0.0050X$ $r^2=0.08$	$Y=0.3900+0.0000X$ $r^2=0.00$
ANCHO (cm) 56 DIAS	$Y=4.5917+0.0050X$ $r^2=0.02$	$Y=4.4500+0.0000X$ $r^2=0.00$
ANCHO (cm) 70 DIAS	$Y=4.9917-0.0050X$ $r^2=0.03$	$Y=4.8500-0.0000X$ $r^2=0.00$
ANCHO (cm) 84 DIAS	$Y=5.1917-0.0150X$ $r^2=0.46$	$Y=5.0250+0.0050X$ $r^2=0.07$
CONVERSION ALIMENTICIA	$Y= 1.1633+0.110X$ $r^2=0.45$	$Y=1.3583-0.0030X$ $r^2=0.02$
INDICE CONDICION CORPORAL	$Y=0.6063-0.0017X$ $r^2=0.32$	$Y=0.6012-0.0005X$ $r^2=0.01$
PORCENTAJE MORTALIDAD	$Y=9.2667-0.6244X$ $r^2=0.11$	$Y=10.2667-0.4500X$ $r^2=0.11$

4.6.4. Con Variables del Medio

Las dosis de los probióticos afectaron en un 99% en los contenidos de NO₂ (mg/lt) y NH₃ (mg/lt) en forma directa y el mismo porcentaje afecto en forma inversa al O.D. (ppm), mientras que la temperatura y el pH presentaron coeficientes de determinación muy bajos. (Cuadro 4.50).

Cuadro 4.50 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables del medio dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado

VARIABLES DEL MEDIO(AGUA)			
VARIABLES	DOSIS PROBIÓTICOS BALANCEADO		
	5 g/kg		10 g/kg
Nitritos NO ₂ (mg/lt)	Y=0.0163 - 0.0006X	r ² =0.99	Y=0.0163 -0.0006 X r ² =0.99
Nitratos NH ₃ (mg/lt)	Y=0.0183 -0.0005X	r ² =0.99	Y=0.0183 -0.0005X r ² =0.99
Oxígeno Disponible O.D. (ppm)	Y= 4.9917+ 0.0830X	r ² =0.99	Y= 4.9917+ 0.0830X r ² =0.99
TEMPERATURA °C	Y=11.733 -0.0100 X	r ² =0.16	=11.733 -0.0100 X r ² =0.16
pH	Y=7.6883 - 0.0030X	r ² =0.35	Y=7.6883 - 0.0030X r ² =0.35

4.6.5. Con Variables Sanguíneas

Prácticamente las dosis de probióticos en el agua no afectaron a los contenidos de hematocrito, hemoglobina y glóbulos blancos pues los coeficientes de determinación fueron muy bajos que no superaron el 0.5. Únicamente la albumina fué afectada especialmente cuando se aplicó 10g/kg en el balaceado (Cuadro 4.51).

Cuadro 4.51 Relaciones entre las dosis de probióticos en el agua con las diferentes variables sanguíneas dentro de cada dosis de probióticos en el balanceado

VARIABLES SANGUÍNEAS			
VARIABLES	PROBIÓTICOS BALANCEADO		
	5 g/kg		10 g/kg
HEMATOCRITO (%)	$Y=49.941-0.0500X$	$r^2=0.01$	$Y=48.5925+0.0049X$ $r^2=0.09$
HEMOGLOBINA (g/dl)	$Y=0.7229 +0.0295 X$	$r^2=0.47$	$Y=1.0120 + 0.033X$ $r^2=0.09$
GLÓB. BLANCOS (cél./10 ⁴)	$Y=179083.33 -350X$	$r^2=0.05$	$Y=174333 - 500.0 X$ $r^2=0.04$
ALBUMINA (g/dl)	$Y=0.4558 - 0.0023X$	$r^2=0.46$	$Y=0.4218 - 0.0133X$ $r^2=0.73$

V. CONCLUSIONES

- Ambas dosis de probióticos en el agua (5 y 10g /1000L de probiótico en el agua) superaron al testigo (0g/1000L de probiótico en el agua), en el peso de los alevines de la trucha arco iris, en todas las evaluaciones.
- Todos los tratamientos (T1,T2,T3,T4,T5,T6 y TEST), tuvieron un desarrollo en cuanto peso promedio similar, de 45.59g, hasta los 42 días, a partir de ahí existen variaciones de crecimiento hasta el día 84.
- A medida que se incrementó las dosis del probiótico en el agua, se aumentó el peso de los alevines en todas las evaluaciones a excepción de la última en donde el mayor peso se obtuvo con P1 5g./1000 Lt/agua probióticos. Los probióticos en el balanceado presentaron los mayores pesos cuando se aplicó en su dosis baja (T1,T2,T3). El tratamiento más funcional se presentó cuando se aplicó 5g/kg de balanceado y sin probióticos en el agua.
- Todos los tratamientos con probióticos (T1,T2,T3,T4,T5 y T6), superaron en la longitud total con respecto al testigo. La longitud total fué similar hasta los 70 días con un promedio de 17.42cm, solo en el último periodo existió diferencias con coeficientes de variación entre 0.44 a 2.40%.

- Con la menor dosificación de probióticos en el balanceado de 5g/kg (T1,T2,T3), se logró una mayor longitud total, con un promedio de 19.58cm, en comparación al testigo que presentó un promedio de 18.65cm a los 84 días.
- Prácticamente no se encontró un efecto significativo de los tratamientos con probióticos sobre la longitud parcial de los alevines de la trucha arcoiris, sin embargo los tratamientos 1,2,3,4,5 y 6, con un promedio de 16.18cm, superaron numéricamente al testigo que presentó un promedio de 15.50cm a los 84 días.
- El mayor promedio se presentó con la dosis baja de probióticos en el balanceado (5g/Kg de alimento), y sin probióticos en el agua (T1), en cuanto a longitud parcial.
- Todos los tratamientos tuvieron un desarrollo similar en cuanto al ancho, con un promedio de 5.06cm a los 84 días, solo se pudo observar diferencias en las evaluaciones llevadas a cabo a los 28 y 42 días a un nivel del 5%, destacándose el T1, (5g/kg de balanceado pero sin la aplicación de los probióticos en el agua), con un promedio de 5.20cm a los 84 días.
- Se destacó la aplicación de la dosis baja de probióticos en el balanceado de 5g/kg con el cual se logró una conversión alimenticia de 1.16. Por lo que la aplicación de los probióticos da lugar a una mejor conversión alimenticia, pues todos los tratamientos (T1,T2,T3,T4,T5 y T 6), presentaron un promedio de 5.8cm, en comparación al testigo que presentó un promedio de 4.90cm.

- A pesar de no diferenciarse estadísticamente, todos los tratamientos con probióticos (T1,T2,T3,T4,T5 y T6), superaron mínimamente con un promedio de 0.59%, en cuanto a condición corporal al testigo, el cual presentó un promedio de 0.57%.
- Cuando se utilizó una mayor dosis de probióticos en el agua (10g/1000L de probiótico en el agua), T5 y T6, la mortalidad en la etapa de alevinaje fue de apenas un 3%.
- A medida que se incrementó las dosis de los probióticos en el agua decrece el contenido de Nitritos NO_2 (mg/lit) y Nitratos NO_3 (mg/lit), en comparación a las dosis de probióticos en el balanceado (5 y 10g/Kg de probiótico en el alimento), donde se presentan mayores contenidos nitritos y nitratos con relación al testigo.
- A medida que se incrementa la dosis de los probióticos en el agua, se incrementa el contenido de Oxígeno Disponible O.D. (ppm). No así en el testigo donde presenta el menor promedio, alrededor de un 5% menos en comparación al resto de tratamientos (T1,T2,T3,T4,T5 y T6).
- El uso de probióticos no tiene un efecto directo sobre la temperatura y el pH, pues los promedios manifestados son mínimos que no puede indicarse ninguna tendencia por efecto de los probióticos.

- Bajo la presencia de los probióticos en el alimento y el agua, el porcentaje de hematocrito en la trucha arcoiris se incrementó, especialmente con la dosis baja de probiótico en el alimento (5g/1000L), y en las dos dosis de probióticos en el balanceado (5 y 10g/Kg de probiótico en el alimento) T3 y T4, con un promedio de 51.41% en comparación al testigo que presentó un promedio de 39.13%.
- El contenido de hemoglobina se incrementó notablemente en la trucha arcoiris bajo el suministro de probióticos (T1,T2,T3,T4,T5,T6), presentando un promedio de 0.95g/dl, en comparación al testigo que presentó un promedio de 0.57g/dl.
- Los tratamientos (T3,T4,T5,T6) de 5 y 10g/1000l/agua y de 5 y 10 g/kg de balanceado llegaron casi a duplicar el contenido de hemoglobina, presentando un promedio de 1.03%, en comparación con el testigo que presentó un promedio de 0.57%.
- La presencia de los probióticos ya sea en el agua o en el balanceado dieron lugar a un mayor número de glóbulos blancos, con un promedio de 178000.00cél/10⁴, en relación al testigo que presentó un promedio de 155000.00 cél/10⁴.
- Se logró un incremento de alrededor del 20% en los tratamientos 5 y 6, con la dosis de 10g/1000L en el agua en las dosis de 5 y 10g/kg de balanceado.
- La presencia de probióticos ya sea en el medio o en el balanceado para la trucha arco iris provocó la disminución de la albumina en relación al testigo.

- La mayor diferencia en cuanto al porcentaje de albúmina, se presentó cuando se aplicó las dosis altas de probiótico tanto en el agua (10g/1000L), y de (10g/Kg) en el alimento balanceado, destacándose el tratamiento 6, siendo este el que presentó una disminución albúmina de alrededor del 70%, con relación al testigo.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del tratamiento 3 (de 5g/Kg de probiótico en alimento y 5g/1000L de probiótico en el agua) y el tratamiento 5 (5g/Kg de probiótico en el alimento y 10g/1000L de probiótico en el agua), por presentar una mejor respuesta en variables morfométricas como: peso, longitud parcial, longitud total, ancho, conversión alimenticia e índice de condición corporal, en la etapa de alevinaje de trucha arcoiris.
- Se recomienda el uso del tratamiento 5 (de 10g/1000L de probiótico en el agua y 5g/Kg de probiótico en el alimento) y el tratamiento 6 (de 10g/1000L de probiótico en el agua y 10/Kg de probiótico en el alimento), por presentar los porcentajes más bajos en cuanto a mortalidad en la etapa de alevinaje.
- Se recomienda el uso del tratamiento 5 (de 10g/1000L de probiótico en el agua y 5g/Kg de probiótico en el alimento), por presentar los mejores valores en cuanto a variables del medio (agua), como: nitritos, nitratos y oxígeno disponible.
- Se recomienda continuar con este tipo de investigaciones, sobre todo donde se prioriza los temas relacionados con Recirculación y Alimentación con probióticos, en las etapas de juveniles y engorde de la producción de trucha arcoiris.

- Se recomienda la instalación de un generador eléctrico en proyectos de Sistema de Recirculación, ya que una de las mayores limitantes es el irregular fluido electrónico en este sistema.

VII. RESUMEN

Se realizó una investigación en la cual se implementó el uso de probióticos en la alimentación y en el medio (agua), en dosis de 5 y 10g/kg, de alimento balanceado y en el agua de 0, 5 y 10g/1000L, en la etapa de alevinaje de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), bajo un sistema de recirculación de agua. Para esto se usaron cuatro estanques rectangulares de 2m³ de volumen, donde se instaló un sistema de recirculación básico que constó de una canastilla de recolección de sólidos, un tanque biofiltro y una bomba de agua de 1/2HP, reinsertando el agua al estanque, cada estanque contó con jaulas divididas a su vez en cuatro canastillas de 0.23 m³ de volumen c/u, donde se colocaron los animales bajo una densidad de carga de 10kg/m³, distribuidos en 14 unidades experimentales 33 por cada una, de un peso promedio de 25 ± 2,5g. Las variables fueron evaluadas diariamente en el caso de las variables del medio como °T, pH, Oxígeno Disponible, NO₂ y NO₃, las variables morfométricas fueron evaluadas cada 14 días con pesajes y mediciones de cada uno de los individuos; A su vez las variables hematológicas fueron evaluadas una vez terminada la etapa de campo. Se determinó que el uso de probióticos aumentó significativamente las variables morfométricas destacándose los tratamientos con dosificación de 5g/Kg de alimento, a su vez redujo valores de variables en el medio en comparación al testigo, que en altas concentraciones son tóxicas, en cuanto a la variables hematológicas se obtiene un aumento en cada una de estas destacando el tratamiento de 10g/Kg, de alimento.

VIII. SUMMARY

Was made an investigation in which implemented the use of probiotics in feed and in the medium (water), in doses of 5 and 10g/kg, balanced food and water for 0, 5 and 10g/1000L in fry stage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), under a water recirculation system. This was done using four rectangular ponds 2m³ of volume, where he set up a basic recirculation system, this consisted of a solid collection basket, a biofilter, tank and a bomb of water 1/2HP, reinserting the pond water, every pool cage was divided into four baskets of 0.23 m³ volume c / u, where the animals were placed under a load density of 10kg / m³, distributed in 14 experimental units 33 by each one, for an average weight of 25 ± 2.5 g. The variables were evaluated daily in the case of environmental variables as ° T, pH, available oxygen, NO₂ and NO₃, the morphometric variables were evaluated each 14 days with weighing and measuring each of the individuals; In turn, the variables hematology were evaluated once the field phase. It was determined that the use of probiotics significantly increased the morphometric variables highlighting treatments 5g/kg dosage of feed, in turn reduced the values of variables in comparison with the control medium (water), which in high concentrations are toxic, as to the hematologic variables is an increase in each of these highlighting the treatment of 10g/kg, food.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Arredondo F, Barriga I, 2007, (Oncorhynchus mykiss) Trucha arcoiris Experiencias, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Iztapalapa, México 09340 D.F

Ávalos P.; Regalado F.; Rubín V. 2002. Evaluación de una tabla de alimentación para truchas arcoiris (Oncorhynchus mykiss) mediante tasas de racionamiento. Primer Congreso Nacional de Acuicultura. pp. 1-9.

Balcázar J., De Blas I., Ruiz -Zarzuela I., Cunningham D., Vendrell D., Múzquiz J.L., 2006., EL ROL DE LOS PROBIOTICOS EN LA ACUICULTURA. Laboratorio de patología de peces, Universidad de Zaragoza – España. Pg 1-5.

Buenaño M, Ortíz J; 2008. ANÁLISIS HEMATOLÓGICO DE TRUCHA ARCO IRIS EN TRES ETAPAS DE PRODUCCIÓN A UNA ALTITUD DE 3300m, EN LA CUENCA ALTA DE LA PROVINCIA DEL NAPO, Universidad Católica del Ecuador Sede Regional Manabí, Bahía de Caráquez.

Blanco, M. C. 1994. La trucha. Cría industrial. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. pp. 488.

Casas D. 2008, Sistema de Recirculación de Agua para La cría intensiva de Cachama Blanca (Piractus brachypomus), Universidad Centroccidental Lizandro Alvarado, Cabudare, Venezuela, pp. 18-21.

Castro Díaz R., 2001., INMUNOPROFILAXIS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD SANITARIA DE ESPECIES ACUICOLAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA EN LATINOAMERICA. Proyecto FONTAGRO FTG-4-2001, Biodinámica S.A, Santiago – Chile.

Cedeño R., 2007., PROBIOTICOS Y SUS APLICACIONES EN EL CULTIVO DEL CAMARON, Departamento de Microbiología, CENAIM – ESPOL, Guayaquil – Ecuador. pg 2-15.

CYTED, 2007., SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA PARA CRÍA DE ALEVÍN DE TRUCHA ARCOIRIRS (*Oncorhynchus mykiss*) Y CARPA COMÚN (*Cyprinus carpio*). Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas, Capítulo 7.

FAO. 2001. Aquaculture Development. 1. Good Aquaculture Feed Manufacturing Practice. FAO Technical Guide for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. pp.1. 47.

FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT),Shetty H, Bowers A, Pagán, Pillay T ,Shang Y, Schmidt U. 2008, Programa para la Formación de Acuicultores en el Centro Regional Latinoamericano, pp. 3.

Gatesoupe F.J., 2000. USO DE PROBIOTICOS EN LA ACUICULTURA. pp 463-472 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.)

AVANCES EN LA NUTRICION ACUICOLA, IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México

Gatesoupe F.J., 2005. PROBIOTICOS Y PREBIOTICOS EN LA PRODUCCION DE PECES, Nutrición acuícola e investigación Genómica INRA-Ifremer BP, Plouzané – Francia.

García A., Calvario O., 2003, MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUICOLA DE LA TRUCHA PARA LA INOCUIDAD ALIMENTARIA. Mazatlán - México. Pg 3-6.

Guerra J., Oña M., Ortíz J.; 2009. OBTENCIÓN DE ACEITE DE VÍCERAS DE PESCADO, CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS PRESENTES Y SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARILLEROS Y TRUCHA ARCO IRIS. Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I. Sangolquí.

Jover M. 2008, SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA CONTINENTAL, Expo Zaragoza, Universidad Politécnica de Zaragoza, Zaragoza – España pp. 1-3

Lara Flores M., Briones L., Olivera Novoa M., 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G.,

Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

LEVADURAS EN PECES MARINOS, Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Mexico, pg 3-4.

Masser, M. P.; Rackocy, J. T. M. Losordo. 1999. Recirculating aquaculture tank. Production systems. Management of recirculating systems. Southern Regional Aquaculture Center pp. 1-12.

Martínez R., 1997, CYTED, SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA PARA CRÍA DE ALEVÍN DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) Y CARPA COMÚN (*Cyprinus carpio*), UAEM, México, pg. 1-3

Merino M., Montagut C., 2008, ETAPAS DE PRODUCCION DE LATRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER, Centro Administrativo CAN, Bogotá – Colombia, pp 1-5.

Morales Coll, J. 1991, ACUICULTURA MARINA ANIMAL, Ediciones Mundi-Prensa.3^a Edición. Madrid. España..pp. 522-567.

Navarrete P., Mardones P., Riveros M., 2007, BACTERIAS LÁCTICAS DE PECES Y SU USO POTENCIAL COMO PROBIOTICOS EN LA ACUICULTURA. Laboratorio de Biotecnología- INTA, Universidad de Chile., pp 2-4.

Ortíz, J. 2008. Producción dulce acuícola en Ecuador (I). Publicación científico – técnica. Escuela Politécnica del Ejército, Vicerrectorado de Investigación y Vinculación. Sangolquí.

Parada G. 2007, TENDENCIAS DE LA ACUICULTURA MUNDIAL Y LAS NECESIDADES DE INNOVACIÓN DE LA ACUICULTURA CHILENA, Acuicultura e Innovación, Chile, pg. 42- 44.

Phillips V., 2006, MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCOIRIS, Global Environmental Management. Chapingo - Chile . pg. 6-8.

Regash.; 2004, MANUAL DE CRIANZA DE LA TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*), Municipalidad Distrital de Lima – Perú, pg 5-6.

Rodriguez H. & Anzola E 2001. Calidad del Agua y la Productividad de un Estanque en Acuicultura. En: Anzola. M. Aviles. C. Beltrán. C. Burbano M. Carrillo. F. Diaz. M. Dorado A. Erazo C. Espejo F. Gallego E. Gonzalez R. Gonzalez M. Landinez. L. Martinez. M. Merino. H. Mojica. G. Polo. H. Rodriguez. J. Rodriguez. R. Rosado. M. Torres. E. Torres. C. Useche. W. Vazquez. C. Vasquez. C Villaneda. M. Villanueva M, Fundamentos de acuicultura continental, Grafimpresos Quintero, Bogotá, Colombia. pp. 38-67.

Ronsón-Paulín J, Medina-Reyna C., 2005., PROBIOTICOS EN LA ACUICULTURA., Laboratorio Microbiología. Universidad de Santiago de Compostela. Instituto de Industrias. Universidad del Mar. Chile., pg 1-5.

Sarmiento D. 2012, EFICIENCIA PRODUCTIVA DE TRUCHA ARCOIRIS, BAJO UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA CON DIFERENTES DENSIDADES DE CARGA ANIMAL EN LA ZONA DE PAILONES, IASA, ECUADOR, Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I. Sangolquí.

Segovia M. 2010, Principios de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura, III Curso Virtual, AQUA CAMPUS, México.

Tovar-Ramírez., Reyes-Becerril, M.C., Guzman-Villanueva, L., Gleaves-Lopez., 2002, AVANCES RECIENTES DEL USO DE PROBIOTICOS EN LA ACUACULTURA.

Zambrano, L. H. 1991. Crecimiento de juveniles de Trucha *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes densidades de siembra y cultivados en jaulas flotantes, Lago de Tota, Boyacá

Zeiss, E.; Otero, J.; Hernández, P.J. 1988. Cultivo de trucha arco-iris. Parte I: CRIANZA INTENSIVA EN ESTANQUES. *Revista Argen. de Prod. Animal. Resúmenes del XIII Congreso Argentino de Prod. Animal.* Mar del Plata. Argentina.