UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
Escuela de Formación Profesional de Acuicultura

"INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE LEVADURA CERVECERA, *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE JUVENILES DE GAMITANA *Colossoma macropomum*, CULTIVADOS EN JAULAS"

TESIS

REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO ACUICULTOR

AUTORES:

Br. ALVARO DANILO RÍOS TORRES
Br. FERNANDO DAVID PEREZ PEREA

IQUITOS – PERÚ

2012

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR

.....

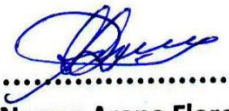
Blgo. Arturo Acosta Díaz, Dr.

PRESIDENTE

.....

Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.

MIEMBRO

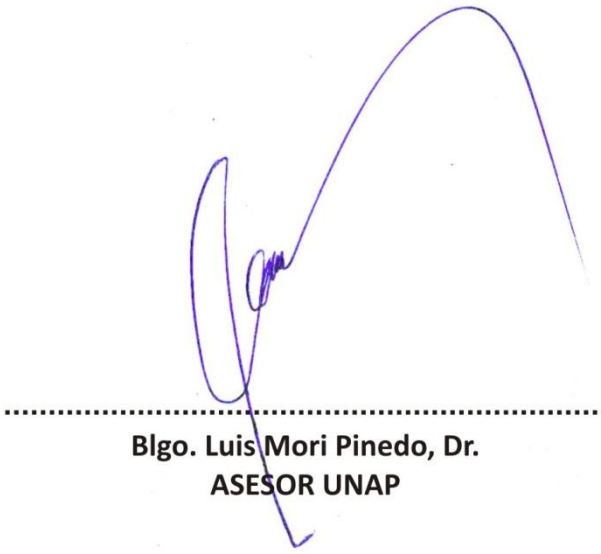


.....

Blga. Norma Arana Flores

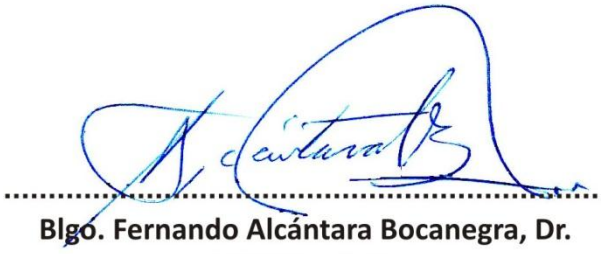
MIEMBRO

ASESORES



.....

Blgo. Luis Mori Pinedo, Dr.
ASESOR UNAP



.....

Blgo. Fernando Alcántara Bocanegra, Dr.
ASESOR UNAP

UNAP

Dirección de Escuela Profesional de Acuicultura - FCB

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Iquitos, 04 de mayo de 2012

En la ciudad de Iquitos, a los cuatro días del mes de mayo del 2012 y siendo las 17:00 horas; se reunieron en el local de la Logia Masónica – Putumayo N° 525, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con R.D. N° 009-2010-DEFP-A-FCB-UNAP, presidido e integrado por: **Blgo. ARTURO ACOSTA DÍAZ, Dr., Presidente; Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr., Miembro; Blga. NORMA ARANA FLORES, Miembro;** El mencionado Jurado se constituyó en dicho local para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: "**INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE LEVADURA CERVECERA, *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE JUVENILES DE GAMITANA *Colossoma macropomum*, CULTIVADOS EN JAULAS**"; realizado por los Brs. en Ciencias Biológicas de la FCB-Escuela de Acuicultura, **Álvaro Danilo Rios Torres** de la Promoción II-2007, graduado de Bachiller con R.R. N° 1473-2008-UNAP de fecha 20 de julio del 2008 y **Fernando David Pérez Perea** de la Promoción II-2008, graduado de Bachiller con R.R. N° 0506-2012-UNAP de fecha 02 de marzo del 2012; cuyos asesores son: Blgo. FERNANDO ADÁN ALCÁNTARA BOCANEGRA, Dr. y Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.

Luego de realizada la sustentación de la Tesis, los bachilleres fueron sometidos a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto de manera SATISFACTORIA las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador.

Después de la deliberación y votación del caso, el Jurado Calificador y Dictaminador dio como veredicto APROBADO la Tesis por UNANIMIDAD, quedando los candidatos aptos para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad Universitaria competente, y su correspondiente inscripción en el Colegio de Biólogos del Perú.

Finalizado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 18:25 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

Arturo Acosta Díaz
PRESIDENTE

Enrique Ríos Isern
MIEMBRO

Norma Arana Flores
MIEMBRO

Dirección: Plaza Serafín Filomeno S/N, Iquitos, Perú
Teléfono: 236121
www.unapiquitos.edu.pe
e – mail: fccbb@unapiquitos.edu.pe

DEDICATORIA

Doy gracias al Señor Todopoderoso por darme la vida, la salud y la fuerza necesaria de haberme concedido el privilegio de cumplir con la primera etapa de mi vida profesional.

A mis amados padres: NORTON RIOS MARQUEZ y PAQUITA TORRES VON BANCELS, por su apoyo incondicional, por brindarme su amor, paciencia y darme las fuerzas necesarias para continuar adelante, además por hacer de mí un buen profesional y útil a la sociedad.

A mis queridos hermanos: Irma R. Cruz Torres y Jorge Cruz Torres, por brindarme su cariño y su innegable apoyo moral. A mis sobrinos Joaquín y Daniela Dinis que con su alegría me daban fuerza para seguir adelante.

A mi novia Janeth María E. por brindarme su amor y su constante apoyo moral, y también para mi hijito que tuvo que partir para ser un angelito de dios y de allí estando junto a él va bendecir a sus padres.

ALVARO DANILO RIOS TORRES

Para las luces que iluminan mi vida a pesar de las adversidades, a mi adorada hija Génesis del Carmen, mis padres Fernando y Carmen Rosa. Para aquella persona a la que todas las noches le cubren los sueños bonitos y sus ojitos dormidos siempre se acuerdan de mí.

Y a todos los que reforzaron inquebrantablemente mi espíritu motivando mi expresión hacia un mejor fin en los albores de la trascendencia.

Fernando David Pérez Perea

AGRADECIMIENTOS

- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) a través del Programa de Investigación para el uso y Conservación del agua y sus Recursos (AQUAREC), por las facilidades brindadas en la realización del presente trabajo de investigación.
- A nuestro asesor Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo, Dr., por el invalorable apoyo, amistad, orientación y atinados aportes durante la realización y redacción del presente estudio.
- A la Cervecería Amazónica CERASAC, por el apoyo brindado en el suministro continuo de la materia prima para la ejecución de la presente investigación.

- A nuestros padres por brindarnos su apoyo en nuestra formación profesional ya que no fueron ajenos a escuchar nuestras peticiones.

- A todo el personal profesional, administrativo y técnico del Programa de Investigación para el uso y Conservación del agua y sus Recursos (AQUAREC) y demás personas que directa o indirectamente contribuyeron en la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

Índice

		Pág.
	Portada……	i
	Jurado calificador y dictaminador……	ii
	Asesores……	iii
	Acta de sustentación……	iv
	Dedicatoria……	v
	Agradecimientos……	vii
	Índice……	viii
	Lista de cuadros……	x
	Lista de figuras……	xii
	Lista de fotos……	xiv
	Resumen……	xv
I	Introducción……	1
II	Revisión de literatura……	3
2.1	Antecedentes……	3
2.2	Consideraciones generales……	12
III	Materiales y Métodos……	22
3.1	Ubicación del área de estudio……	22
3.2	Material biológico……	23
3.3	Insumo evaluado……	23
3.4	Unidades experimentales……	24
3.5	Dietas experimentales……	25

3.6 Diseño experimental..... 27
3.7 Raciones y frecuencia de alimentación..... 27
3.8 Datos biométricos..... 28
3.9 Índices zootécnicos 29
3.10 Análisis bromatológicos..... 31
3.11 Calidad de agua..... 34
3.12 Procesamiento y Análisis de datos..... 35
IV Resultados..... 36
4.1 Parámetros de crecimiento..... 36
4.2 Crecimiento en peso y longitud..... 38
4.3 Índices zootécnicos..... 42
4.4 Composición corporal..... 45
4.5 Calidad de agua..... 46
V Discusión..... 52
5.1 Parámetros de crecimiento..... 52
5.2 Índices zootécnicos..... 54
5.3 Composición corporal..... 57
5.4 Calidad de agua..... 59
VI Conclusiones..... 61
VII Recomendaciones..... 62
VIII Referencias bibliográficas..... 63
Anexo..... 75

LISTA DE CUADROS

Tabla 01. Promedios de los principales índices de crecimiento obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……**Pág. 37**

Tabla 02. Índices zootécnicos obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC - IIAP. Iquitos - Perú.2011……**Pág. 43**

Tabla 03. Composición corporal inicial y final obtenida durante el trabajo experimental. AQUAREC-IIAP. Iquitos – Perú.2011……**Pág. 45**

Tabla 04. Composición Química Porcentual de la levadura de cerveza (*Sacharomyces cerevisiae),* utilizado durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos-Perú. 2011……**Pág. 77**

Tabla 05. Composición porcentual y proximal de las dietas utilizadas durante el trabajo experimental. AQUAREC - IIAP. Iquitos - Perú. 2011……**Pág.78**

Tabla 06. Análisis de Varianza (P> 0.05) de los pesos iníciales de los peces de los diferentes tratamientos……**Pág.79**

Tabla 07. Análisis de Varianza (P> 0.05) de los pesos finales de los peces de los diferentes tratamientos……**Pág.79**

Tabla 08. Análisis de Varianza (P> 0.05) de las longitudes iníciales de los peces de los diferentes tratamientos……**Pág.80**

Tabla 09. Análisis de Varianza (P> 0.05) de las longitudes finales de los peces de los diferentes tratamientos……**Pág.80**

Tabla 10. Peso y longitud registrada durante los muestreos biométricos del trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011. ……**Pág.81**

Tabla 11. Promedios mensuales de los parámetros fisico – químicos diarios registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC– IIAP. Iquitos - Perú. 2011……**Pág.82**

Tabla 12. Parámetros fisico – químicos semanales registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC– IIAP. Iquitos - Perú.2011……**Pág.82**

Tabla 13. Fichas de registro de datos empleados durante el trabajo experimental, AQUAREC – IIAP. Iquitos - Perú. 2011……**Pág.83**

LISTA DE FIGURAS

Gráfico N°01. Curva de crecimiento en peso (promedios por muestreo en cada tratamiento) obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011……..**Pág.38**

Gráfico N°02. Curva de crecimiento en longitud (cm) por muestreo en cada tratamiento obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011……**Pág.39**

Gráfico N°03. Peso Inicial, peso final, ganancia de peso obtenido durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.....**Pág.40**

Gráfico N°04. Ganancia de peso diario, obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……..**Pág.41**

Gráfico N°05. Ganancia de biomasa (GB) obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011……**Pág.42**

Gráfico N°06. Promedios mensuales de Temperatura (T°) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC-IIAP. Iquitos Perú. 2011……..**Pág.46**

Gráfico N° 07. Promedios mensuales de Oxigeno Disuelto (O_2) durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……..**Pág.47**

Gráfico N° 08. Promedios mensuales de Potencial de Hidrogeno (pH) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……..**Pág.48**

Gráfico N°09. Promedios mensuales de Dureza registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……..**Pág. 49**

Gráfico N°10. Promedios mensuales de Alcalinidad registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011……..**Pág. 50**

Gráfico N°11. Promedios mensuales de Anhídrido Carbónico (CO_2) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011……..**Pág. 51**

Gráfico N°12. Distribución de las unidades y tratamientos experimentales por réplica empleados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP.Iquitos.Perú……..**Pág.76**

LISTA DE FOTOS

Foto 01. Centro de Investigaciones Quistococha AQUAREC-IIAP.....**Pág.22**

Foto 02. Individuos provenientes de los estanques.....**Pág.23**

Foto 03. Crema de levadura de cerveza.....**Pág.24**

Foto 04. Confección de las Unidades Experimentales.....**Pág.25**

Foto 05. Unidades Experimentales para el cultivo de gamitana.....**Pág.25**

Foto 06. Planta de alimento balanceado.....**Pág.26**

Foto 07. Dietas Experimentales para el cultivo de gamitana..... .....**Pág.26**

Foto 08. Peletizado de las Dietas Experimentales.....**Pág.26**

Foto 09. Secado de los Pellets de las Dietas Experimentales.....**Pág.26**

Foto 10. Medición en peso de los Individuos en Cultivo.....**Pág.28**

Foto 11. Medición de la longitud de los Individuos en cultivo.....**Pág.28**

Foto 12. Laboratorio de Bromatología AQUAREC-IIAP.....**Pág.32**

Foto 13. Análisis Bromatológico de los peces.....**Pág.32**

Foto 14. Determinación de pH. Potenciómetro STD.....**Pág.34**

Foto 15.Medidor multiparámetros YSI 55. Temperatura y Oxígeno.....**Pág.34**

Foto 16. Kit de análisis de agua dulce. LAMOTTE.....**Pág.35**

Foto 17. Medición de los Parámetros Limnológicos.....**Pág.35**

RESUMEN

Se utilizaron 120 juveniles de gamitana con 12.85 g de peso y 10.21 cm. de longitud promedio respectivamente distribuidos en 12 jaulas a una densidad de siembra de 10 peces/m^3, alimentado con una dieta de 26% de PB con una tasa de alimentación de 5% durante los 90 primeros días y al 3% en los últimos 30 días, con una frecuencia de alimentación de tres veces por día durante los siete días de la semana. Se formularon cuatro tratamientos y tres réplicas conteniendo tres niveles de inclusión de residuo de levadura cervecera (T2 = 10; T3 = 20; T4 = 30%) y una dieta control (T1= 0%). Se monitoreó peso y longitud cada 15 días para evaluar el crecimiento. La calidad del agua fue monitoreada diariamente dentro de la jaulas en horas de la mañana y fuera de la jaula en hora de la tarde (Temperatura, Oxígeno y pH), mientras que semanalmente en hora de la mañana (dureza, alcalinidad, amonio, nitrito y CO_2); se utilizó ANOVA ($P<0.05$) para análisis de los datos.

Se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) en biomasa inicial, longitud ganada y humedad. No hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en cuanto al Peso final, longitud final, ganancia de peso, ganancia de peso diario, biomasa final, biomasa ganada, longitud total inicial, longitud total final, tasa de crecimiento relativo, tasa de crecimiento especifico, índice de conversión alimenticia aparente, factor de condición, Proteína bruta, grasa y ceniza .Se logró una sobrevivencia del 100% al final del experimento. Demostrando que los niveles de inclusión de residuo de levadura cervecera en los tratamientos tuvieron el mismo efecto en todos los peces.

I. INTRODUCCIÓN

En la amazonía peruana, la acuicultura es una actividad con gran potencial de desarrollo, siendo una interesante alternativa para atender la demanda de proteína animal por la población humana; preservar aquellas especies sobre las cuales existe una fuerte presión de pesca como es el caso de la gamitana *Colossoma macropomum*, el paco *Piaractus brachypomus* y el paiche *Arapaima gigas*, y de fuente generadora de empleo e ingresos económicos **(RODRÍGUEZ *et al.,* 1996; FRANCALOSSI, 1997).**

La nutrición es uno de los factores más importantes para la piscicultura como actividad económica, ya que conforme se intensifica el sistema de cultivo cobra mayor relevancia la calidad y la cantidad del alimento suministrado. La piscicultura depende pues de las pesquerías en cuanto a su suministro proteico y en menor escala de la agricultura ya que basan su producción en la harina de pescado, harina de soya, trigo y maíz, que en la actualidad denotan una drástica disminución en el suministro de estos insumos debido fundamentalmente al incremento poblacional y al crecimiento acelerado de la actividad acuícola a nivel mundial, lo que ha llevado a un incremento en el costo de los insumos de origen animal y vegetal **(TACON, 1988).**

En ese marco, diversas investigaciones se vienen realizando en todo el mundo para encontrar fuentes alternas para la substitución total o parcial de la harina de pescado y otros insumos que son necesarios para la elaboración de raciones.

Hasta la fecha, pocos productos se pueden utilizar a nivel comercial por diversos motivos, tales como altos costos de producción, altos niveles de antinutrientes, bajos niveles de aminoácidos, baja disponibilidad de los productos o altos costos de los procesos, entre otras.

En la Amazonía existen un buen número de insumos de origen vegetal que pueden ser utilizados como insumos alternativos en las dietas alimenticias como el plátano, la yuca, el umarí, el pijuayo, etc. Sin embargo su producción o es estacional, o de lo contrario sus precios no son estables a lo largo del año. En ese sentido, la presencia de la Planta de Producción de la Cervecería Amazónica S.A.C. en el km 3.5 de la Carretera Iquitos - Nauta, abre una nueva opción, pues esta significa una fuente potencial proveedora de sub-productos de la actividad cervecera, los cuales en lugar de ser depositados en los rellenos sanitarios podrían bien ser utilizados en la elaboración de alimentos balanceados no solo para porcinos y aves sino también para peces amazónicos.

La presente tesis tuvo por objetivo evaluar la inclusión de residuos de levadura cervecera como componente dietario en la alimentación de gamitana *Colossoma macropomum,* así como sus efectos en el crecimiento, índices zootécnicos y la composición corporal de los ejemplares cultivados en jaulas flotantes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

HONDA (1974), en su estudio del hábito alimenticio de gamitana, *Colossoma macropomum*, identificó a esta especie como omnívora, la misma que varía periódicamente en su alimentación al consumir frutos y semillas en la época de creciente y micro crustáceos planctónicos prácticamente en forma exclusiva durante el periodo de vaciante.

VEGAS (1980), menciona que uno de los principales factores que impiden el normal desarrollo de la piscicultura es encontrar un alimento de muy buena calidad y de bajo costo, ya que limita la actividad de cría de los peces e interfiere en alcanzar mayor importancia comercial.

SAINT – PAUL & WERDER (1981), señalan que el *Colossoma macropomun* es una especie herbívora, la cual puede aceptar bajos niveles de proteína animal (25% de proteína bruta) en su dieta.

SAINT- PAUL (1985), determino la eficiencia del arroz bravo, *Oryza glumaepatula* al utilizar 9.1% de proteína bruta sobre el crecimiento del tambaqui (*Colossoma macropomum*). Concluyendo que los peces tuvieron un crecimiento de 97.4 a 117.6 g (0.5 g/día) en 43 días, con una tasa de conversión alimenticia de 3.9. Al ser comparados con la dieta testigo, que tuvo 42.1% de proteína bruta, los peces crecieron en el mismo periodo de tiempo, de 91.5 a 147.9 g (1.3 g/día) con una tasa de conversión alimenticia de 1.5.

LUNA (1993), menciona que la nutrición y alimentación de la gamitana son aspectos reconocidos como prioritarios para el cultivo, sin embargo los conocimientos actuales son limitados.

MORI (1993), evaluó el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* alimentados con cuatro raciones experimentales y comparando una ración patrón con tres niveles de substitución de harina de maíz por harina de pijuayo *Bactris gasipaes*, concluyó que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en el crecimiento, ganancia de peso, ni en la composición corporal de los peces. El pez de cultivo requiere en su dieta proteínas, lípidos, energía, vitaminas y minerales, para el crecimiento, la reproducción y otras funciones fisiológicas normales. Los requerimientos varían algo entre las especies y dentro de las especies en relación a la etapa del ciclo de vida, al sexo, a su estado reproductivo y al ambiente **(AKIYAMA, 1995).**

DA SILVA (1995), estudio el desempeño y composición corporal del aporte de proteína de levadura a la dieta de la boga (*Piaractus mesopotamicus*), sustituyendo la harina de pescado por proteína de levadura del 0, 10, 20, 30 y 40%, donde los resultados mostraron que la levadura deshidratada es potencialmente útil como fuente de proteína en alimentos para bogas, produciendo resultados excelentes con un 30% de levadura, sin causar efectos adversos en salud de los peces, consumo de alimento, crecimiento y composición corporal.

DE SOUZA *et al*. (1997), mencionan que en la región Sureste del Brasil producen alimento balanceado en el cual incluyen como eventual sustituto al subproducto de la cerveza (levadura deshidratada de cerveza). Estas dietas elaboradas principalmente para la producción de truchas y carpas, presentaron 76% de materia seca, 91% de proteina cruda y 77% de energía bruta.

ZANUTO *et al.* (1999), utilizaron 144 lechones domésticos (machos y hembras), en fase inicial de 48 a 69 días con peso inicial de 15,9kg para la evaluación nutricional y económica de la levadura de recuperación (*Saccharomyces* sp) secada por Spray- Dried (LRSD) o por Rolo rotativo (LRRR). Realizaron cuatro tratamientos en esquemas factorial de 2x2 con 2 niveles de levadura en raciones de harina (7 y 14%) y 2 procesos de secado de levadura (LRSD y LRRR), con 4 repeticiones y 9 animales por unidad experimental. No hubo diferencia significativa en ganancia diaria de peso, entretanto el nivel de 7% de inclusión proporciona mejor la conversión alimenticia y la recuperación en costos de raciones por kilogramo de peso vivo ganado. El consumo de raciones que se procesaron mediante el Rolo rotativo (LRRR), al nivel de 7% de inclusión de levadura en raciones proporcionadas, recuperaron el consumo de kilogramo de peso vivo ganado.

CAMPOS (2000), menciona que la gamitana y el paco son especies que gozan de buena aceptación en el mercado, puesto que presentan pocas espinas y carne de buen sabor. Estas especies son aptas para la piscicultura, ya que poseen un buen crecimiento en condiciones de cría en estanques, aceptan alimento artificial, tienen buena tasa de conversión alimenticia, soportan bien el manipuleo y son resistentes a enfermedades.

Ambas especies pueden ser comercializadas a los 6 meses, tiempo en el cual se obtienen pesos de 500 g para gamitana y para paco, ya sea con alimento suplementario o en crianza asociada con cerdos.

PADILLA *et al.* (2000), cultivando juveniles de *Colossoma macropomum* en jaulas, estudio el efecto de la sustitución de harina de pescado por ensilado biológico con una dieta patrón y tres niveles de sustitución. Durante120 días, suministrando alimento a los peces dos veces al día a razón del 3% de la biomasa. Concluyendo que el cultivo con ensilado biológico de pescado y harina de pescado no mostró diferencias significativas (P>0.05).en el crecimiento y producción de gamitana.

MORI (2000), al estudiar las exigencias proteico–energéticas de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* llegó a la conclusión de que los niveles apropiados de proteína bruta y energía en las raciones para el buen desempeño de esta especie estarían fijadas en 25% de PB y 500 Kcal/100 g de materia seca de ración.

MEURER *et al.* (2000), estudiaron el efecto de la levadura Spray-Dried en el desempeño de alevinos de tilapia del Nilo revertidos sexualmente, fueron utilizados 175 alevinos distribuidos en acuarios de 50 l. Para determinar el consumo de alimento, las raciones utilizadas fueron isoproteicas e isoenergéticas con niveles de crecimiento de levadura (0,0, 1.5, 3,0, 4,5 , 6,0%) obteniendo un aumento lineal de P< 0,05 para el peso, longitud y tasa de eficiencia proteica media. Para conversión alimenticia obtuvieron una mejora lineal de P>0,05 en relación al aumento del nivel de levadura y el consumo alimenticio no

difirió estadísticamente (P>0,05) concluyendo que el nivel de 6.0% de levadura en ración proporcionaron un mejor desempeño en alevinos de tilapia del Nilo.

FERNÁNDEZ *et al.* (2002), mencionan que existen distintos subproductos provenientes de la industria cervecera, siendo los más comunes la hez de malta (seca y húmeda) y los granos de destilería, principalmente cebada con mezclas de maíz y en algunos casos arroz (seco, húmedo o ensilado); determinan además que estos subproductos tienen limitaciones de costo en distancias largas; por lo que suele ser utilizado solamente en las cercanías de las plantas cerveceras.

CECONI (2003), indica que mediante la utilización de productos baratos de baja calidad, particularmente aquellos subproductos agrícolas o industriales que no se usan normalmente en la alimentación humana o animal, pueden ser considerados en acuicultura al incrementar la productividad de la tierra, más aún si son tomados en cuenta como una ventaja para la comunidad al competir con actividades agrícolas o ganaderas tradicionales. Entre los productos que pueden ser usados como alimento suplementario en cultivos se pueden mencionar a los desechos de fabricación de cerveza: restos agotados (granos) y levadura.

HISANO *et al.* (2004), evaluaron la levadura deshidratada de alcohol (*Saccharomyces cerevisiae*) y Zinc (oxido de zinc), como pro nutrientes en ración inicial para tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus L*), las raciones experimentales isoproteicas (30.% PD) y isoenergéticas (3200 Kcal ED/Kg dieta), fueron suplementadas con 3 niveles de levadura (0,5 , 1 y 2 %) y 3 niveles de óxido de zinc (150,300 y 600 mg/kg) adicionalmente

utilizando una dieta con pro nutrientes. El experimento se plasmó en esquema factorial 3 x 3 (niveles de levadura y zinc) con tratamiento adicional y 4 repeticiones. Se evaluó la ganancia de peso, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento especifico, tasa de eficiencia proteica y coeficiente de digestibilidad aparente para materia seca, proteína bruta, lipido total y energía bruta en raciones experimentales. La levadura deshidratada de alcohol y zinc actúan como pro nutrientes para alevinos de tilapia del Nilo, siendo los niveles de 1% de levadura en 300 mg Zinc/Kg dieta que proporciona mejores respuestas en desempeño productivo y no en coeficiente de digestibilidad aparente. Hubo interacción positiva entre los niveles de levadura y zinc para la ganancia de peso, conversión alimenticia aparente y coeficiente de digestibilidad aparente en materia seca, lípidos total y energía bruta.

BAUTISTA *et al.* (2005), evaluaron la inclusión de dos sub-productos del café en tres niveles (10, 15 y 18%) sobre el crecimiento de alevinos de pacotana (resultantes del cruce de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*) llegando a la conclusión de que, la pulpa de café ecológicamente ensilada (PCEE) puede ser empleada hasta en niveles del 18% para alevinos de este pez híbrido.

RUÍZ & VELA (2007), al evaluar el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitada *Colossoma macropomum* cultivados en jaulas y alimentados con torta de sacha inchi, *Plukenetia volubilis* en tres niveles (10, 20 y 30%) y comparándolo con una dieta control, llegaron a la conclusión de que, no hubo diferencia significativa en el crecimiento o conversión alimenticia en gamitada. Sin embargo, se observó un incremento en los

niveles de proteínas, cenizas y grasas de los peces al final del experimento. Finalmente señalan que la utilización de la torta de sacha inchi a pesar de presentar una interesante calidad nutricional, no influyó decididamente en el crecimiento de esta especie íctica.

LLANES *et al.* (2007), ensayaron dos dietas experimentales que difirieron en el valor de inclusión (10 y 20%) de levadura de torula (*Candida utilis*) a partir de la fermentación de residuales del proceso de obtención de etanol llamada levadura de vinazas, como sustituto parcial de la harina de pescado en el alimento comercial utilizado en el alevinaje de *Clarias gariepinus* (1,30 g de peso inicial) durante 40 días. Con un diseño experimental completamente al azar y utilizando el análisis estadístico los resultados mostraron que los indicadores de crecimiento, conversión alimentaría, eficiencia proteica y tasas de supervivencias no fueron afectados (P>0,05) por los niveles de levadura evaluados. Concluyendo que la levadura de vinazas puede sustituir un 20% de harina de pescado en el alimento comercial de alevinaje de *C. gariepinus*, con un ahorro de 20,2% por conceptos de alimentación.

SOARES *et al*. (2007), evaluaron el uso de raciones con diferentes tenores de proteína Bruta (PB) asociadas a la inclusión de levadura deshidratada (LD) en cultivo de alevinos de tilapia del Nilo utilizando 480 alevinos de peces en 12 tratamientos y 4 repeticiones con raciones entre 27, 30 y 33% de PB, con una LD (6%) siendo estas guardadas en tanques. Los peces sometidos a raciones con 30 y 33% de PB en LD con 33% de PB presentaron valores de peso final superiores a los alimentos con 27 y 30% de PB. Y los peces que recibieron raciones con 30 y 33% de PB con levadura deshidratada presentaron mejores

índices de conversión alimenticia que los de 27% PB. El uso de raciones con igual PB posibilitó mejores valores con peso final, conversión alimenticia y tasa de eficiencia proteica de peces. Los peces criados en tanques cerrados tuvieron mejores valores de peso final, conversión alimenticia y tasa de eficiencia proteica; en cuanto a la presencia de levadura deshidratada no afectaron en los parámetros. Concluyeron que el uso abonado posibilita las reducciones de proteína dietética para alevinos de tilapia del Nilo.

MARKMAN (2009) señala que la levadura de cerveza posee proteínas de valor biológico con buena composición en aminoácidos. Contiene mayor cantidad de lisina que la soja y los guisantes y es dos veces más rica que las proteínas contenidas en las semillas de oleaginosas; sólo es igualada por el huevo y la leche. Su contenido en treonina e isoleucina no es superado por ningún otro alimento vegetal. Sólo tiene niveles relativamente bajos de metionina y cisteína. Así mismo manifiesta que, el contenido de proteínas de la levadura es el elemento nutricional más importante y se las ha llamado proteínas unicelulares. Al ingerirse las proteínas de la levadura se liberan a nivel intestinal las envolturas celulares por acción de las enzimas digestivas, siendo hidrolizadas a aminoácidos, que luego son reconstituidos para formar enzimas y otros compuestos nitrogenados necesarios para la vida.

CASANOVA (2009), utilizando el polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) en dietas para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* cultivados en estanques de tierra durante 120 días, concluye que dicho insumo puede ser empleado hasta niveles de 30% de inclusión en dietas balanceadas para gamitana y que los parámetros de crecimiento e

índices zootécnicos registrados no fueron estadísticamente diferentes a lo obtenido en la dieta control; sin embargo registro un incremento significativo en la composición corporal de grasa y ceniza producto de la ingesta de las dietas experimentales.

ORJUELA *et al.* (2009), evaluaron el efecto de un cultivo comercial de microorganismos eficientes (EM) en la ganancia de peso de alevinos de tilapia *Oreochromis sp*. Alevinos (n=10) ubicados durante un periodo de 2 semanas en 10 contenedores plásticos de 25 litros, en condiciones de laboratorio. Utilizaron cinco contenedores como control (T1), los cinco restantes (T2) recibieron dos mililitros diarios de un producto comercial compuesto por *Lactobacillus casei; Saccharomyces cerevisiae, Rhodopseudomona palustris* cada uno con 106 unidades formadoras de colonias suspendidas en una mezcla de melaza y agua. El alimento proporcionado consistió en un producto comercial con 40% de proteína. El agua de los contenedores del tratamiento, inicialmente tomó una coloración más oscura, sin embargo para el final del experimento, el agua de los dos tratamientos tenía la misma tonalidad. No hubo diferencia estadística significativa $p<0.05$.

2.2. CONSIDERACIONES GENERALES

2.2.1. DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae*

Es un hongo unicelular eucariótico de alto contenido proteico y muy utilizado debido a su facilidad de cultivo y velocidad de división celular. Este microorganismo presenta dos fases biológicas estables: haploide y diploide, presentando características en su ciclo de vida de su fase sexual como el tamaño de su genoma. Especie capaz de utilizar ciertos tipos de azucares monosacáridos como glucosa, fructuosa, manosa y galactosa, además de otras fuentes de carbono distinta a carbohidratos y aminoácidos **(HAMSEN, 2009).**

A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	:	Fungi
División	:	Ascomycota
Clase	:	Hemiascomycetes
Orden	:	Saccharomycetales
Familia	:	Saccharomycetaceae
Género	:	*Saccharomyces*
Especie	:	*Saccharomyces cerevisiae*

B. USOS

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es utilizada en varios sectores de la industria destinados a la alimentación y producción de bebidas alcohólicas. La levadura de cerveza es un fermento que permite elaborar la cerveza a partir de la malta, y que además de otras bebidas y alimentos y tiene un importante valor nutricional.

El objetivo de la elaboración de levadura de cerveza tiene fines nutritivos y alimentarios que resulta de la fermentación de la melaza de caña de azúcar. La levadura de cerveza, habitualmente se prepara en laboratorios a partir de la levadura cultivada con el fin de obtenerla en su estado más puro para que contenga de esta forma los mejores microorganismos.

Aunque se obtenga de su elaboración, la levadura de cerveza no contiene alcohol ni engorda. Tampoco tiene almidón, azúcar, colorantes, conservantes, lactosa ni glúten.

La levadura mantiene un metabolismo en la que existen altas concentraciones de glucosa, fructuosa o maltosa para realizar el proceso de fermentación alcohólica convirtiendo la glucosa en etanol **(http://nutricionysalud.org.es/levadura-de-cerveza,s.f.e.)**

C. SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA CERVECERA

La producción y procesamiento de alimentos para el hombre originan numerosos subproductos y residuos que pueden ser destinados a la alimentación animal. Sus características nutritivas difieren según su origen y tipo de proceso industrial. En general presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos, etc.) por lo que se deben analizar cuidadosamente para poder combinarlos en forma correcta con otros alimentos en dietas equilibradas **(GAGGIOTTI, 2003)**. Pueden utilizarse dentro de la misma industria o en otros sectores. Muchos de estos residuos no son aceptables para consumo humano a pesar de su considerable valor nutricional,

debido a sus factores organolépticos negativos y excesivo contenido de material de lastre, por lo que la manera más positiva de aprovecharlos es convertirlos en alimento animal para obtener carne, leche o huevos. En el caso de la industria de bebidas y licores por lo general los materiales de desecho son: el afrecho, lúpulo, barreduras de malta y cerveza, cremas de levadura cervecera, usados para la alimentación animal y considerados como suplementos proteicos por su tenor medio - alto de proteína cruda y poseer un alto contenido energético **(MCITMA 1998)**; sin embargo, estos varían ampliamente en su composición química, presentándose en forma líquida, semi - líquida ó sólida y que para ser utilizados más eficientemente en animales monogástricos requieren de algún procesamiento que viabilice su empleo como secado por métodos artificiales o naturales para fabricar harinas, ensilajes, preservación o simplemente molinaje para incrementar el consumo y aprovechamiento digestivo **(LEZCANO, 2000)**.

D. CERVECERIA AMAZÓNICA CERASAC

La Cervecería Amazónica actualmente viene desechando crema de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), como sub producto de la producción de cerveza. Al no existir en nuestra ciudad demanda y mercado para este subproducto; la Cervecería Amazónica actualmente lo está regalando. Sin embargo haciendo una evaluación económica del procesamiento de desecho de crema de levadura en la producción de cerveza en Iquitos e intentando darle valor al mismo, el precio de la crema de levadura sería de 50 soles / tm, equivalente a 0.05 soles / kg. En tal sentido; teniendo en cuenta la composición, producción y precio; la crema de levadura de cerveza puede considerarse como un

insumo potencialmente alternativo para la reducción de costos de alimentación de la actividad piscícola en la Amazonía.

2.2.2. DE LA GAMITANA *Colossoma macropomum*

Según el país, esta especie adopta los nombres comunes: tambaqui (Brasil), cachama (Venezuela), blackfin pacu (USA) y gamitana en Perú **(GUERRA *et al*., 1996).**

A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino : Animal

Clase : Actinopterygii

Orden : Characiformes.

Familia : Serrasalmidae

Subfamilia : Serrasalminae.

Gênero : Colossoma

Espécie : *Colossoma macropomum,* Cuvier 1818.

B. BIOECOLOGÍA

1. DISTRIBUCIÓN

Es una especie nativa en Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela, se distribuye en las cuencas del Amazonas y del Orinoco, siendo abundante en Bolivia (zona de Trinidad); Brasil (ríos Amazonas, Solimoes, Curu, Manacapurú, Guaporé; lagos Grande, Janauari y Murumuru); Perú (proximidades de Iquitos, río Ucayali, Nanay, Amazonas); Venezuela (ríos Orinoco, Ventuari, Apure) y Paraná-Paraguay **(PINEDA *et al*., 2004)**.

Vive la mayor parte del tiempo en cuerpos de agua lénticos o estancados de aguas negras, pH ácido, cubiertos de vegetación. Sin embargo; también se le encuentra en ambientes de aguas blancas y claras, como ocurre en la parte media y alta del Huallaga.

2. MORFOLOGÍA

Es uno de los peces de escama más grandes de la cuenca amazónica, solo superada por el paiche *Arapaima gigas*. Alcanza un tamaño máximo de 100 cm. de longitud y unos 30 kg de peso **(GUERRA, 2006)**.

El cuerpo es comprimido y romboidal, alargado, con una coloración dorsal negruzca y una ventral verde oscuro a amarillento que varía en función del tipo de agua donde se desarrolla. Cabeza grande; opérculo bien desarrollado y de forma semicircular con sus membranas extendidas posteriormente. Las escamas en juveniles son cicloideas, modificándose en adultos con procesos espinosos en su borde posterior y se observan

escamas suplementarias cubriendo las principales. Escamas en la línea lateral numerosas (66 a 78). Aleta adiposa con radios osificados **(SÁNCHEZ, 2003)**. Es importante señalar que todas las especies pertenecientes a la sub-familia Serrasalminae presentan espinas intermusculares en forma de horquilla que ayudan a soportar el tejido natural, por lo que sirven como una malla de soporte **(BELLO & GIL RIVAS, 1992)**. Los juveniles tempranos se caracterizan por un cuerpo plateado con una mancha u ocelo negro en la región medio-lateral que desaparece con el crecimiento. Aletas oscuras a negras. Adultos con la región medioventral del cuerpo oscuro a negro y la parte superior clara. Presenta diferencias sexuales: La aleta dorsal del macho es más acentuada y la anal tiene el borde dentado **(SÁNCHEZ, 2003)**. La dentadura es formada por dientes molariformes multicúspidados e incisivos, perfectamente adaptado para romper la dura cáscara de las semillas que constituyen el alimento básico de las gamitanas adultas **(FAO, 1984)**.

3. ETOLOGÍA

a. HÁBITOS ALIMENTÍCIOS

En su estado inicial y juvenil, el mayor porcentaje de su dieta está constituida por plancton, hojas, semillas y frutos **(SÁNCHEZ, 2003)**, también se alimenta de insectos, churos y raramente de otros peces. En cautiverio acepta bien las raciones, granos y subproductos agroindustriales. Tiene un gran sentido del olfato que le ayuda a encontrar el alimento, llegan incluso a oler la fruta antes de que caiga al agua. **(WILHELM, 1995)**, además debido a su régimen frugívoro tiene una papel importante en la dispersión de las

semillas y regeneración del bosque **(ALCÁNTARA, 1989).** En general se reporta que las gamitanas por debajo de 4 kg son omnívoras y prefieren dietas de frutas, semillas y zooplancton; los adultos son exclusivamente frugívoros, aunque pueden no presentar una extrema restricción a la dieta frugívora. Cuando el nivel del agua comienza a disminuir y el bosque inundado se seca, estos peces consumen otros alimentos o aparecen con estómagos vacíos **(LUNA, 1993)**.

b. MIGRACIÓN Y REPRODUCCIÓN

Colossoma macropomum "gamitana", es un pez comercial muy importante en la selva del Perú la cual está confinada estrictamente a agua dulce. Los individuos adultos viven en los bosques inundables y utilizan los canales de los ríos para la migración, la cual puede ser de cuatro tipos: 1) Migración de desove, 2) Migración de alimentación, 3) Migración de dispersión, 4) Migración desde aguas de bajial. Su migración está relacionada a muchos factores tanto bióticos como abióticos. Entre los bióticos podemos mencionar la reproducción, la alimentación y la dispersión de los peces y entre los abióticos se encuentra el cambio en el nivel de aguas del río **(CAMPOS, 2001)**. En su ambiente natural, las gamitanas adultas en estado de madurez estacional al final de la etapa de sequía, completan rápidamente su desarrollo gonadal tan pronto como se inicia la temporada de lluvia **(BELLO & GIL RIVAS, 1992)**, llegando generalmente a su madurez sexual a los 3 ó 4 años, cuando alcanzan un peso promedio de 3 - 6 kilogramos **(GUERRA *et al*., 1996)**. Durante el período reproductivo forman grandes cardúmenes, desovando una vez al año, donde las hembras sueltan los huevos que son fertilizados por los machos de los

alrededores, los mismos que son arrastrados por la corriente hasta eclosionar **(LUNA, 1993)**. Es una especie altamente fecunda produciendo cientos de miles de ovocitos por hembra. Su reproducción en cautiverio sólo es posible con inducción hormonal **(SÁNCHEZ, 2003)** pudiendo ser efectuada hasta dos veces al año por hembra **(WILHELM, 1995)**.

4. CULTIVO Y PRODUCCIÓN

La gamitana *Colossoma macropomun* es una especie actualmente cultivada en varios países como Brasil, Colombia, Perú y Venezuela y ha sido introducida a otros países de la región como Panamá. Cultivada principalmente en forma extensiva; sin embargo, se han desarrollado una serie de tecnologías para su hibridización con otras especies y para su cultivo semi intensivo, a través de la fertilización y la alimentación suplementaria. La especie se maneja en monocultivo o en policultivo como es el caso de la zona de los llanos en Colombia o Venezuela y en cultivo integrado con cerdos y patos. Esta especie está ganando cada vez mayor interés debido a las tasas de crecimiento que alcanza, a la alta conversión alimenticia, al fácil manejo de la especie y a su aceptabilidad en el mercado **MARTÍNEZ *et al*. (1989)**. Por otro lado; en el Perú la cría de peces como la gamitana, haría posible su conservación y su ingreso en mercados nacionales e internacionales, debido a que se incrementó el interés por desarrollar cultivos a nivel comercial de especies nativas amazónicas (paiche, gamitana, etc) por su fácil adaptación a ambientes controlados. La producción de carne, especialmente de gamitana y especies similares (paco, sábalo), puede estar entre 1,000 kg/ha/año, con tecnología baja, y 10,000

kg/ha/año con tecnología alta; para producir hasta 5,000 kg/ha/año sin la necesidad de importar alimentos supletorios, porque estos pueden ser producidos en la misma región. Aunque piscicultores de la región amazónica por desconocimiento o por falta de capital recurren a dietas empíricas empleando insumos locales; esto tiene un efecto directo sobre la producción al suministrar alimento por debajo de los requerimientos nutricionales de la especie, reflejándose en el bajo valor del peso corporal y en la extensión del tiempo de cultivo al tratar de obtener pesos comerciales **(BTFP, 2005)**

5. COMERCIO

Tiene gran importancia comercial y su carne es apreciada por sus características (textura, sabor y olor) así como por su valor nutricional. La composición de su carne es: proteína 18.40%, humedad 70.10%, grasa 9.08% y ceniza 2.49%. Es una de las especies de mayor preferencia en el mercado local y regional, para la crianza y consumo, especialmente en las ciudades más importantes (Iquitos, Pucallpa, Tarapoto, etc.), alcanzando un elevado precio, particularmente en el periodo de aguas altas de los ríos, lo que permite colocar el producto con seguridad en la misma región. En el 2002 se exportó gamitana a Estados Unidos (presentado como filetes frescos refrigerados), alrededor de unos **8 077.62** dólares. Lamentablemente aún no se cuenta con una producción sostenida de este recurso, siendo la única alternativa de abastecimiento aquella proveniente de los desembarques. Situación que imposibilita cubrir cualquier demanda de este producto. A nivel de Iquitos, el consumo de pescado fresco evoluciona de 3,650 TM en el año 2,000 a

4,905 TM en el año 2010. Se reporta que en Iquitos los precios por kg de boquichico (*Prochilodus nigricans*) es de S/. 3.21, S/. 5.25 para gamitana y S/. 4.08 para paco; en Pucallpa los precios serían de S/. 2.10 para boquichico, S/. 4.20 para gamitana y S/. 3.0 para paco. Se observa que la gamitana tiene mayor precio en ambos lugares y que el precio de boquichico y de paco (aproximadamente el 60% del precio registrado en Loreto) es menor en Ucayali **(BTFP, 2005)**.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Se efectuó en las instalaciones del Programa de Investigación para el uso y conservación del agua y sus recursos (AQUAREC) – Laboratorio de Hidrobiología del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP), entre 03º 15´ LS y 73º1´ LO y a 170 msnm, ubicado en la margen derecha del km. 4.5 de la Carretera Iquitos - Nauta, Distrito de San Juan Bautista, Departamento de Loreto. Zona que posee una temperatura media de 28 º C y una precipitación promedio anual de 2,727 mm **(Foto 01).**

Foto 01: Centro de Investigación Quistococha AQUAREC-IIAP

3.2. MATERIAL BIOLÓGICO

En la presente investigación se utilizaron 120 juveniles de gamitana C*olossoma macropomum* (Cuvier, 1818) con 12.85 g y 10.21 cm. de peso y longitud promedio respectivamente, provenientes de los estanques de alevinaje y obtenidos del proceso de reproducción por inducción hormonal realizado en el AQUAREC – IIAP **(Foto 02).**

Foto 02. Individuos provenientes de los estanques

3.3. INSUMO EVALUADO

Se utilizó la crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento; subproducto del proceso de elaboración de cerveza, proveniente de la Planta de Producción de la Cervecería Amazónica S.A. **(Foto 03).**

Foto 03. Crema de Levadura de Cerveza

3.4. UNIDADES EXPERIMENTALES (JAULAS)

Para el presente estudio se confeccionaron 12 jaulas de 1.2 x 1.2 x 1.2 m. a base de tubos de PVC recubierta con malla alevinera de 1 mm^2 de abertura de malla. Todas se encontraban dotadas de una tapa que cubría la parte superior de la jaula.

Las jaulas fueron colocadas dentro del estanque 1A, formando dos hileras de seis (6) unidades cada una, entre las hileras se dejo un espacio de 1 m y entre jaula y jaula una distancia de 30 cm. para facilitar la alimentación de los peces.

Las jaulas se ataron firmemente a maderas horizontales sujetas a estacas prendidas en el fondo del estanque; las jaulas fueron sumergidas en el agua dejando un borde de 15 cm**.**

(Fotos 04 y 05)

Foto 04. Confección de las unidades Experimentales.

Foto 05. Unidades experimentales para el cultivo de gamitana.

3.5. DIETAS EXPERIMENTALES

Se formularon cuatro dietas isoproteicas (26% de proteína bruta) e isocalóricas (2500 Kcal / Kg), conteniendo tres niveles de inclusión de levadura cervecera *Saccharomyces cerevisiae* (T2 = 10%, T3 = 20%, T4 = 30%) y una dieta control (T1= 0%), consideradas como tratamientos. Estas fueron formuladas usando el software Mixit - 2 (paquete especializado en la formulación de dietas para animales al más bajo costo). **(Tabla 05, Anexo)**

En la Planta de Alimentos Balanceados del IIAP se elaboraron las dietas y con la ayuda de un molino industrial, los insumos fueron triturados hasta la obtención de un polvillo extra fino de partículas homogéneas. Estos se colocaron en recipientes de plástico para su

mezclado y posteriormente peletizadas; con dados de cribas de 3 mm. de diámetro; los pellets fueron secados y almacenados en baldes plásticos de donde se tomaron cantidades suficientes para atender las necesidades diarias de los peces durante el experimento. **(Fotos 06, 07,08 y 09).**

Foto 06. Planta de alimento balanceado

Foto 07. Dietas experimentales para el cultivo de gamitana

Foto 08. Peletizado de las dietas experimentales

Foto 09. Secado de los pellets de las dietas experimentales

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se aplicó fue el DCA (Diseño Completamente al Azar), formulando cuatro (04) tratamientos (T1, T2, T3 y T4) y tres (03) réplicas. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en cada una de las cuatro unidades experimentales (jaulas) de cada tratamiento (J2, J3 y J4), a una densidad de siembra de 10 peces / m^3 (por cada unidad experimental) **(Gráfico 12, Anexo).**

Los especímenes fueron seleccionados con un peso y longitud promedio inicial homogéneo, para luego ser sometidos a un proceso de adaptación y luego ser sembrados a las condiciones del medio y a las dietas experimentales por espacio de 15 días.

Cada tratamiento se evaluó por triplicado mediante muestreos biométricos quincenales de los individuos y los efectos de las dietas se calcularon a través del crecimiento y la composición corporal de los peces a lo largo de 120 días de cultivo.

3.7. RACIONES Y FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta el tamaño de los individuos como un factor que modifican los requerimientos nutricionales, estos se alimentaron a razón de 5% de la biomasa total durante los 90 primeros días (crecimiento: mayor requerimiento nutricional) y al 3% en los últimos 30 días de cultivo (engorde: menor requerimiento nutricional); esto debido a la menor producción de calor por unidad de peso realizada por los peces a medida que se desarrollan en el medio. La frecuencia de alimentación de los peces fue de tres veces al día (8.30, 12.30 y 16.30 horas), durante los siete días de la semana.

3.8. DATOS BIOMÉTRICOS

Quincenalmente se evaluaron el peso y la longitud de todos los peces de cada unidad experimental. Para este proceso se dejó en ayuno a los peces un día antes del muestreo **(Fotos 10 y 11).**

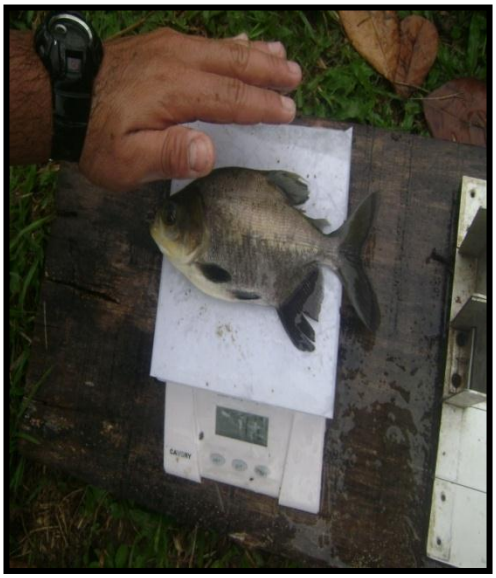


Foto 10. Medición en peso de los individuos en cultivo

Foto 11. Medición de la longitud de los individuos en cultivo

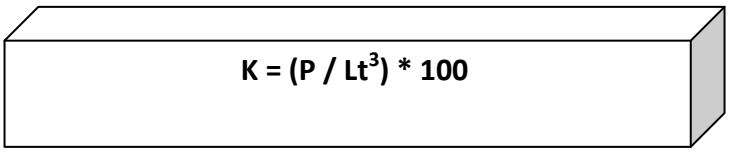
Después de las mediciones, estos recibieron un baño profiláctico, por un lapso de tres minutos en solución MORI (32 g de sal diluidos en 20 l de agua + 5 ml de una solución de permanganato [1g diluido en 1 litro de agua] + 1 ml de formol comercial), para luego ser restablecidos a sus unidades de origen.

Los muestreos biométricos se realizaron para adecuar la cantidad de alimento a proporcionar a cada una de las unidades experimentales en los siguientes quince días.

3.9. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Los índices zootécnicos evaluados fueron:

1. Factor de Condición (K)



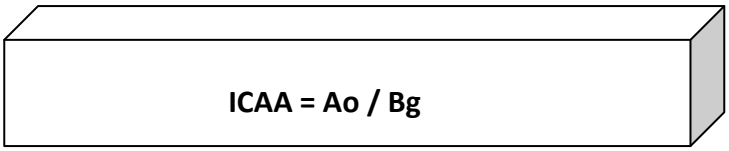
Donde:

K= Factor de condición

P = Peso total (g)

Lt = Longitud total (cm)

2. Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA)

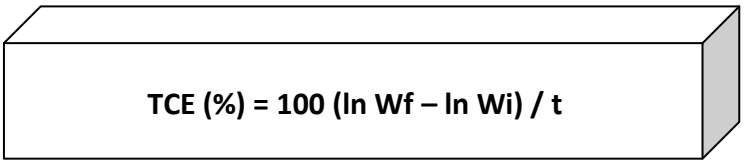


Donde:

Ao = Alimento ofrecido (g)

Bg = Biomasa ganada (g)

3. Tasa de Crecimiento Específico (TCE)



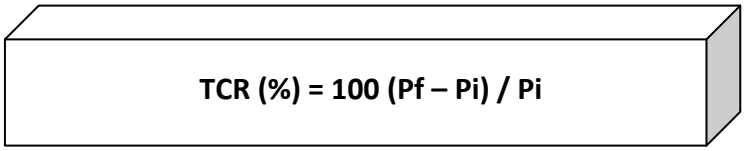
Donde:

Wt = Peso final (g)

Wi = Peso inicial (g)

T = Tiempo del experimento (días)

4. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

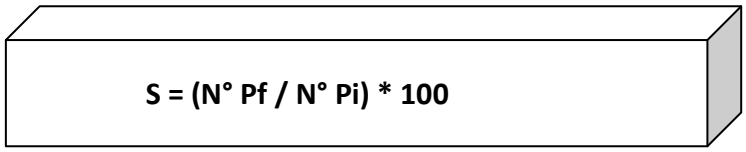


Donde:

Pf = Peso final (g)

Pi = Peso inicial (g)

5. Sobrevivencia



Donde:

Nº Pi = Número de peces al inicio del experimento

Nº Pf = Número de peces al final del experimento

3.10. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del Centro de Investigaciones Quistococha – Programa de Investigación para el uso y conservación del agua y sus recursos (AQUAREC) – laboratorio de Hidrobiología del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana **(Foto 12),** para calcular los tenores de proteína bruta (PB), grasa (EE) y cenizas (MM) en 100 g de muestra de individuos completos y triturados al inicio y al final del experimento provenientes de cada tratamiento **(Foto 13).** Los análisis básicos a la que todas las muestras fueron sometidas, siguieron las recomendaciones de la A.O.A.C Modificado (1998) que se detallan a continuación:

Foto 12. Laboratorio de Bromatología AQUARE-IIAP

Foto 13. Análisis bromatológico de los peces.

a. Proteína Bruta (PB)

Se determinó el tenor de nitrógeno total por el método de Micro – Kjeldahl utilizando 6.25 como factor de conversión. De esta manera el tenor de proteína determinado por cada análisis se calculó con la siguiente fórmula:

PB % = [Tenor de N (%)] * 6.25

Donde:

N = Nitrógeno (%)

b. Cenizas o Material Mineral (MM)

Se determinó el porcentaje de material mineral o ceniza presente en la muestra por el Método de Calcinación, utilizando una mufla u horno de calcinación marca Furnace . Así el porcentaje de material mineral o ceniza se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\mathbf{MM\ \% = [(P_1 - P_2) / P_3] * 100}$$

Donde:

P_1 = Peso crisol con ceniza (g)

P_2 = Peso de crisol vacio (g)

P_3 = Peso de muestra fresca (g)

c. Extracto Etéreo (EE)

Se determinó el contenido de grasa presente en la muestra por el método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente orgánico para la extracción. De esta manera el porcentaje de grasa se calculó con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{EE\ \% = [(P_1 - P_2) / P_3] * 100}$$

Donde:

P_1 = Peso balón con grasa (g)

P_2 = Peso de balón vacío (g)

P_3 = Peso de muestra fresca (g)

3.11. CALIDAD DEL AGUA

Se realizo el monitoreo de los factores físico-químicos del agua diariamente dentro de la jaula en horas de la mañana (8.00 h) y fuera de la jaula en horas de la tarde (16.00 h) dentro del estanque, para el pH (UpH) fue medido con un potenciómetro / STD **(Foto 14)**; de la misma forma la temperatura (ºC) y oxígeno disuelto (mg/l), utilizando un medidor multiparámetros modelo YSI 55 **(Foto 15).** Semanalmente en horas de la mañana (8:00 h) se analizaron: dureza, alcalinidad, amonio, nitrito, y CO_2 utilizando un kit completo para análisis de aguas dulces marca LAMOTTE modelo AQ – 2 **(Fotos 16 y 17)**.

Foto 14. Determinación de pH potenciómetro STD

Foto 15. Medidor multiparámetros YSI 55 potenciómetro STD.

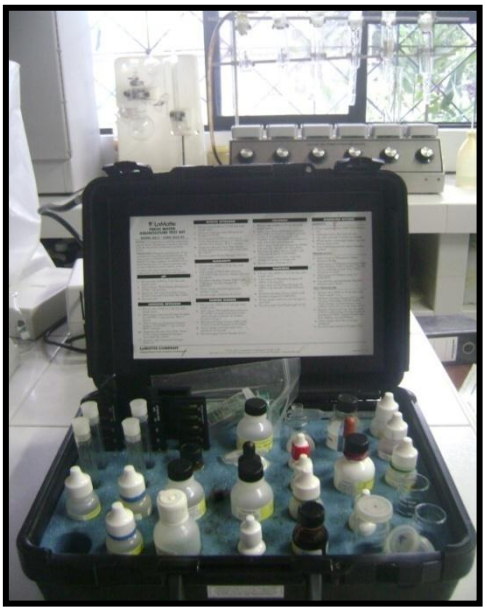


Foto 16. Kit de análisis de aguas dulces LAMOTTE AQ-2

Foto 17. Medición de los Parámetros Limnológicos.

3.12. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos en los muestreos quincenales se procesaron en planillas de Excel y los promedios fueron analizados a través de ANOVA a un nivel de 95% de confianza. En el caso de existir significancia en esta prueba, fue aplicada la Prueba de Tuckey (α= 0.05) de acuerdo con **BANZATTO & KRONKA (1989)** ,teniendo como herramienta para el análisis la ayuda del programa estadístico JMP IN Versión 4.0.4.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetro de crecimiento

En la **Tabla N°01** se muestran los valores promedio tanto del peso, longitud inicial, como del peso y la longitud final de los peces luego de 120 días de cultivo.

Los peces del T3, con inclusión de 20% de levadura de cerveza tuvieron aparentemente un mejor desempeño en su crecimiento, obteniendo al final un promedio de 62.33 g, seguido del T4 con un peso promedio de 61.53 g, en relación con los demás tratamientos como son el T1 (control), con un peso promedio de 60.33 g, T2 con un peso promedio de 59.83 g, con inclusión de 30% y 10% de levadura de cerveza. De acuerdo a los resultados del crecimiento, la secuencia de los tratamientos es: T3 > T4 > T1 >T2.

Los análisis de varianza (ANOVA) del peso y longitud, se muestran en las **(Tablas 06, 07, 08 y 09- Anexo)**, en las cuales se puede observar que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) al inicio y al final del experimento.

Tabla N° 01 Promedios de los principales índices de crecimiento obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011.

Variables	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
PI (g)	12.43 a	12.33 a	12.53 a	13.13 a
PF (g)	60.33 a	59.83 a	62.33 a	61.53 a
GP (g)	47.9 a	47.5 a	49.8 a	48.4 a
GPD (g)	0.39 a	0.39 a	0.41 a	0.40 a
BI (g)	124.3 a	123.3 a	125.3 a	131.3 b
BF (g)	603.3 a	598.3 a	623.3 a	615.3 a
BG (g)	479 a	475 a	498 a	484 a
LTI (cm)	10.18 a	10.14 a	10.29 a	10.24 a
LTF (cm)	16.23 a	15.67 a	16.63 a	16.43 a
LG (cm)	6.05 b	5.53 a	6.34 b	6.19 b

Leyenda: Peso inicial: PI, Peso final: PF, Ganancia de peso: GP, Ganancia de peso diario: GPD, Biomasa inicial: BI, Biomasa final: BF, Biomasa ganada: BG, Longitud total inicial: LTI, Longitud total final: LTF, Longitud ganada: LG.

Líneas con letras iguales, no presentan diferencia estadística significativa.

4.2. Crecimiento en peso y longitud

Durante los 120 días de cultivo, los parámetros de peso y longitud en el presente estudio mostraron una tendencia ascendente a lo largo del experimento lo que nos muestra la curva de crecimiento (**Tabla N° 01, Gráficos N° 01 y 02**), los mismos que no mostraron diferencias significativas (P>0.05); los peces fueron sembrados con pesos y longitudes promedios iníciales de 12.43g. y 10.18cm; 12.33g y 10.14cm; 12.53g y 10.29cm; 13.13g y 10.24cm; y se obtuvo al final del estudio pesos y longitudes de 60.33g y 16.23cm, 59.83g y 15.67cm, 62.33g. y 16.63cm, 61.53g. y 16.43cm para T1,T2,T3 y T4 respectivamente.

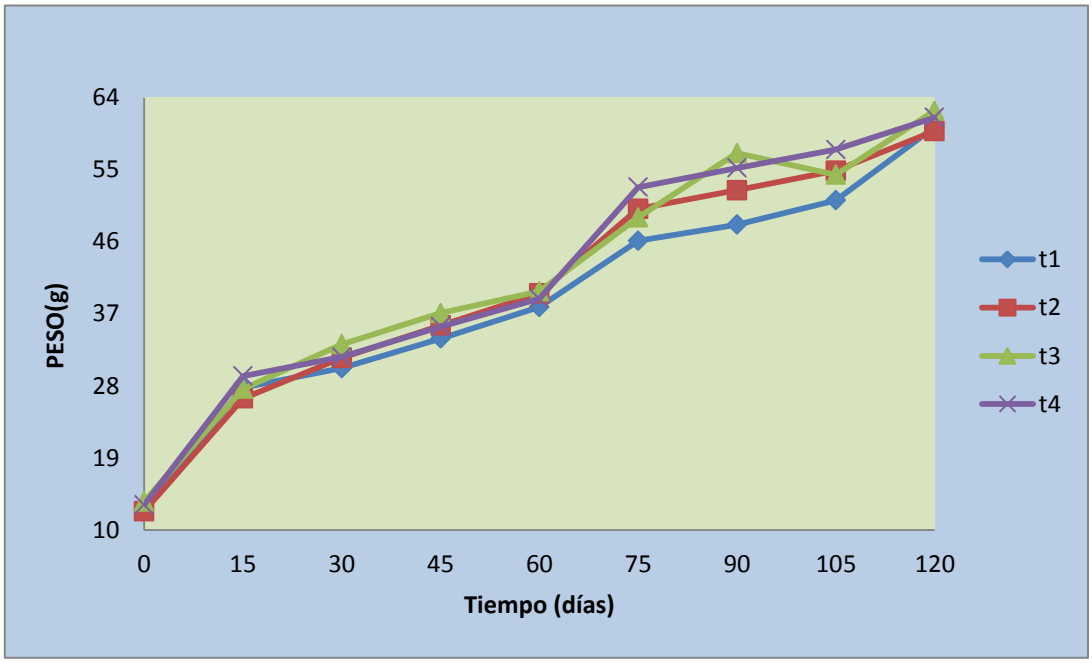


Gráfico N°01. Curva de crecimiento en peso (promedios por muestreo en cada tratamiento) obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

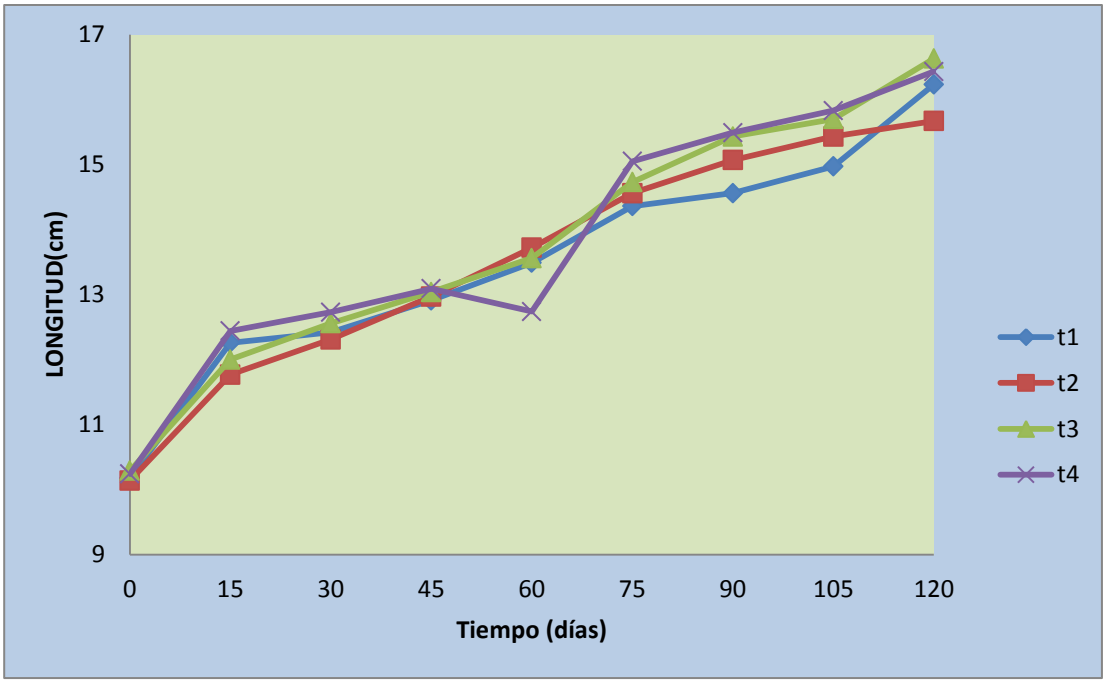
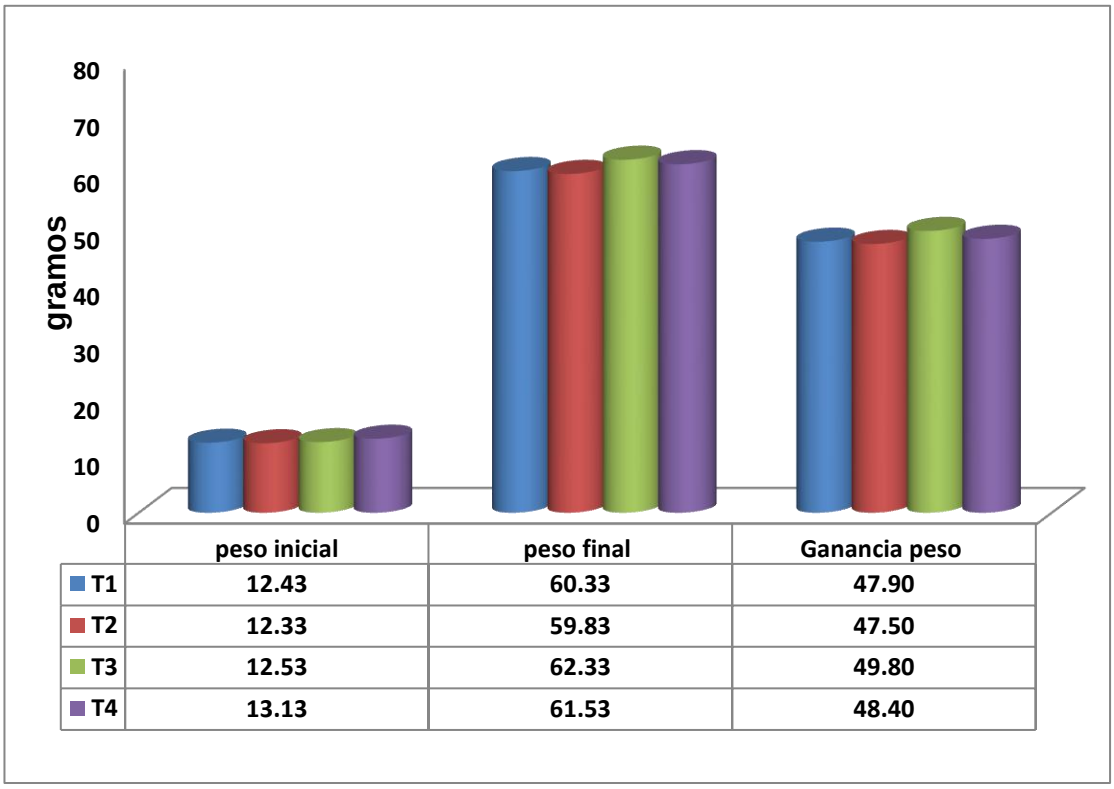


Gráfico N° 02. Curva de crecimiento en longitud (cm) por muestreo en cada tratamiento, obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.



	peso inicial	peso final	Ganancia peso
T1	12.43	60.33	47.90
T2	12.33	59.83	47.50
T3	12.53	62.33	49.80
T4	13.13	61.53	48.40

Gráfico N°03. Peso Inicial, peso final, ganancia de peso obtenido durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

Asimismo, en el **Gráfico N° 03** se observa que las dietas tienen un mayor rendimiento en el T3 con inclusión del 20%, del mismo modo se observa que el Pi, Pf y GP de los tratamientos T4, T1 y T2 respectivamente, no mostraron diferencias significativas (P>0.05) entre ellos. Del mismo modo se tuvo una ganancia de peso diario **(Gráfico N° 04)** de 0.41, 0.40, 0.39 y 0.39g y una ganancia de biomasa **(Gráfico N° 05)** en el orden de 498, 484, 479 y 475g para T3, T4, T1 y T2 respectivamente.

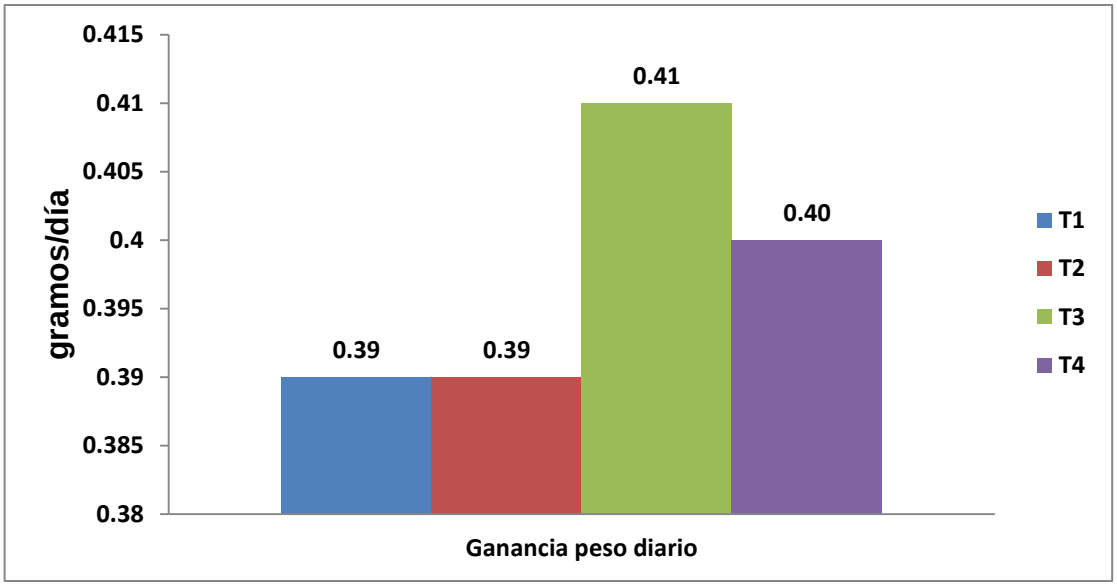


Gráfico N°04: Ganancia de peso diario, obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

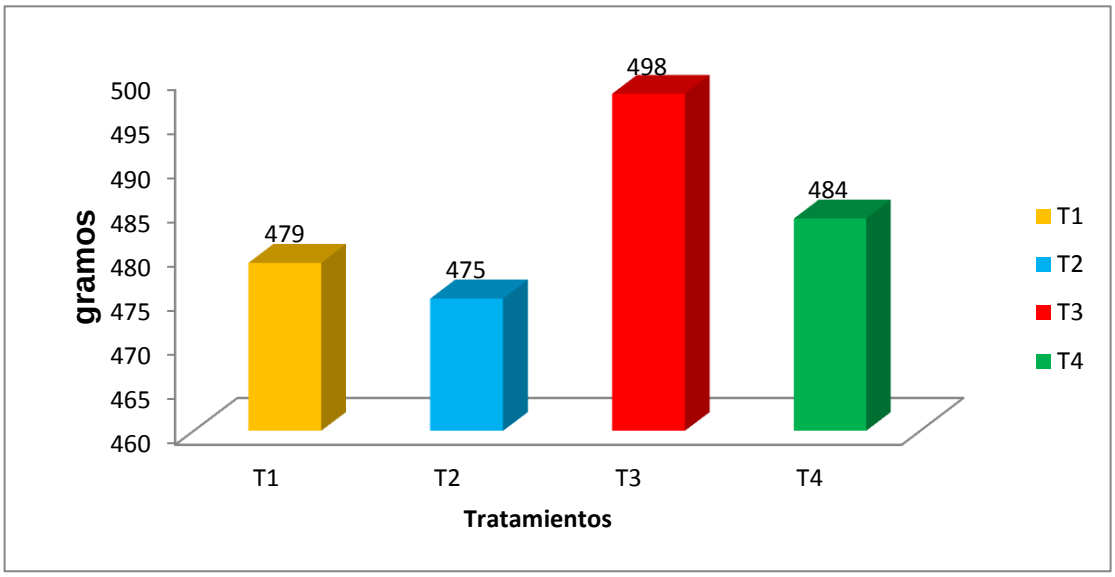


Gráfico N°05. Ganancia de biomasa (GB) obtenidos durante el trabajo experimental.AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

4.3. Índices Zootécnicos

En la **Tabla N° 02** se muestran los índices zootécnicos evaluados en el estudio, observándose que aparentemente el T3 con inclusión del 20% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la dieta proporcionó un mejor resultado.

Sin embargo podemos observar que la tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de crecimiento especifico (TCE), el índice de conversión de alimento aparente (ICAA), el factor de condición (K) y la supervivencia (S), según ANOVA no mostraron diferencia significativa entre las dietas experimentales (P>0.05).

Tabla N°02. Índices zootécnicos obtenidos durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

Índice zootécnicos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
%TCR	385.4 a	385.2 a	397.4 a	368.6 a
%TCE	1.31 a	1.31 a	1.33 a	1.28 a
ICAA	1.5 a	1.7 a	1.5 a	1.6 a
K	1.4 a	1.5 a	1.3 a	1.3 a
%S	100	100	100	100

Leyenda: Tasa de crecimiento relativo (TCR); Tasa de crecimiento Especifico (TCE); Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA); Factor de condición (K) y Supervivencia (S).

Líneas con letras iguales, no presentan diferencia estadística significativa

4.3.1. Tasa de crecimiento relativo

El tratamiento que tuvo una mejor tasa de crecimiento relativo, fue el T3 el mismo que alcanzó un valor de 397.4%, seguido del T1 (control) que alcanzó un valor de 385.4% y el T2 que alcanzó un valor de 385.2%. Mientras que el tratamiento que tuvo una tasa relativa baja fue el T4 con un valor de 368.6% respectivamente.

4.3.2. Tasa de crecimiento especifico

El T3 tuvo ligeramente una mejor tasa de crecimiento específico, el mismo que alcanzó un valor de 1.33 g/día durante los 120 días de cultivo. Los T1 y T2 alcanzaron valores iguales de 1.31g/día. Por otro lado el tratamiento que tuvo una tasa de crecimiento específico bajo, fue el T4 de 1.28g/día respectivamente.

4.3.3. Índice Conversión Alimenticia Aparente

Los peces que presentaron un mejor índice de conversión al final del periodo experimental fueron los peces del T1 y T3, quienes llegaron a tener un índice de conversión de 1.5, seguido del T4, quien mostro un índice de conversión de 1.6, mientras que el T2 mostró un índice ligeramente elevado de 1.7 respectivamente.

4.3.4. Factor de Condición

El factor de condición mostrado por los peces al final del estudio fue de 1.3 para T3 y T4 respectivamente, seguido del T1 de 1.4, mientras que para el T2 fue de 1.5. El cual indica que se encontró dentro de lo normal, dado que las condiciones ambientales no fueron las más adecuadas.

4.3.5. Supervivencia

Todos los peces de los tratamientos en estudio alcanzaron un porcentaje de supervivencia del 100%, resistiendo al manipuleo al que fueron sometidos cada 15 días durante todo el experimento.

4.4. Composición corporal

La composición corporal evaluada a través del análisis bromatológico en relación a la proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) y ceniza (MM), no fue influenciada por las dietas experimentales mostrando valores similares entre los tratamientos respecto al valor inicial, sin presentar diferencias significativas (P>0.05). Mientras que el contenido de humedad (H), reveló una ligera diferencia significativa debido a la metodología del análisis de las muestras**. (Tabla N° 03)**

Tabla N° 03. Composición corporal inicial y final obtenida durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

	Composición Corporal (%)			
Tratamientos	**Proteína**	**Grasa**	**Ceniza**	**Humedad**
Inicio	64.50 **a**	10.44 **a**	12.56 **a**	12.50 **c**
T1	64.63 **a**	14.48 **b**	12.30 **a**	8.59 **a**
T2	64.98 **a**	14.13 **b**	11.85 **a**	9.04 **ab**
T3	65.23 **a**	13.87 **a**	10.93 **a**	9.97 **b**
T4	66.04 **a**	13.27 **a**	11.76 **a**	8.93 **a**

Columnas con letras iguales, no presentan diferencia estadística significativa

4.5. Calidad de Agua

En la **(Tabla 11 y 12-Anexo),** se muestra los registros mensuales de los parámetros físicos - químicos del agua monitoreados tanto dentro como fuera de las jaulas durante los 120 días de estudio.

4.5.1. Temperatura

Los promedios mensuales de temperatura fueron registrados tanto dentro como fuera de las jaulas. La temperatura del agua dentro de las jaulas alcanzó un valor mínimo de 29.17 °C y un valor máximo de 30.68 °C, mientras que fuera de las jaulas se registró un valor mínimo de 28.6 °C y un valor máximo de 29.24 °C (Gráfico N° 06).

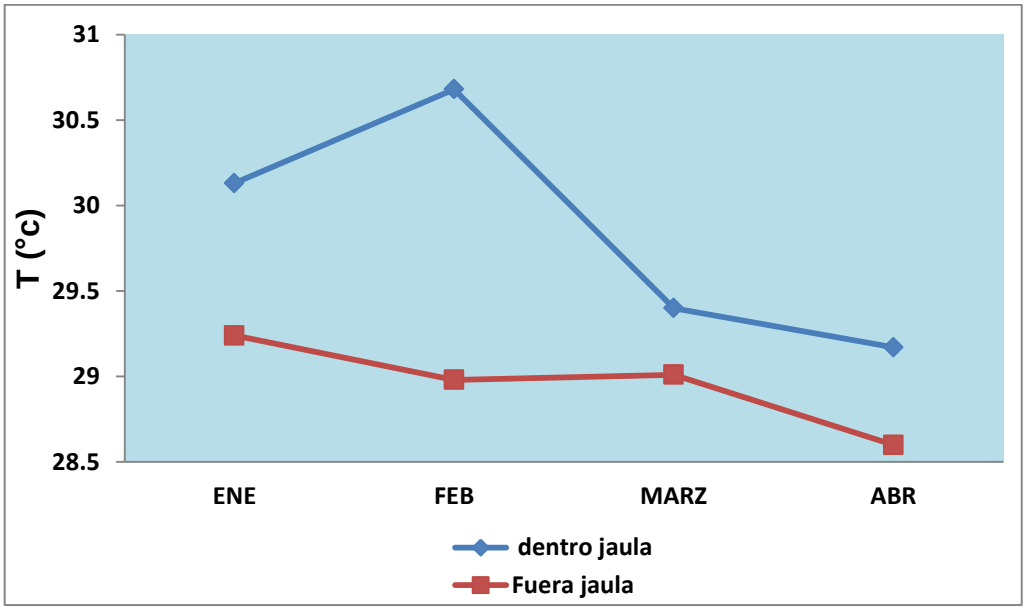


Gráfico N° 06. Promedios mensuales de Temperatura (T°) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

4.5.2. Oxígeno Disuelto

En el Gráfico N° 07 se muestra los promedios mensuales de oxigeno disuelto en el agua tanto dentro como fuera de las jaulas, se registró un valor mínimo dentro de las jaulas de 1.65 mg/l y un valor máximo de 4.82 mg/l, mientras que fuera de las jaulas se registro un valor mínimo de 1.96 mg/l y un valor máximo de 5.61mg/l.

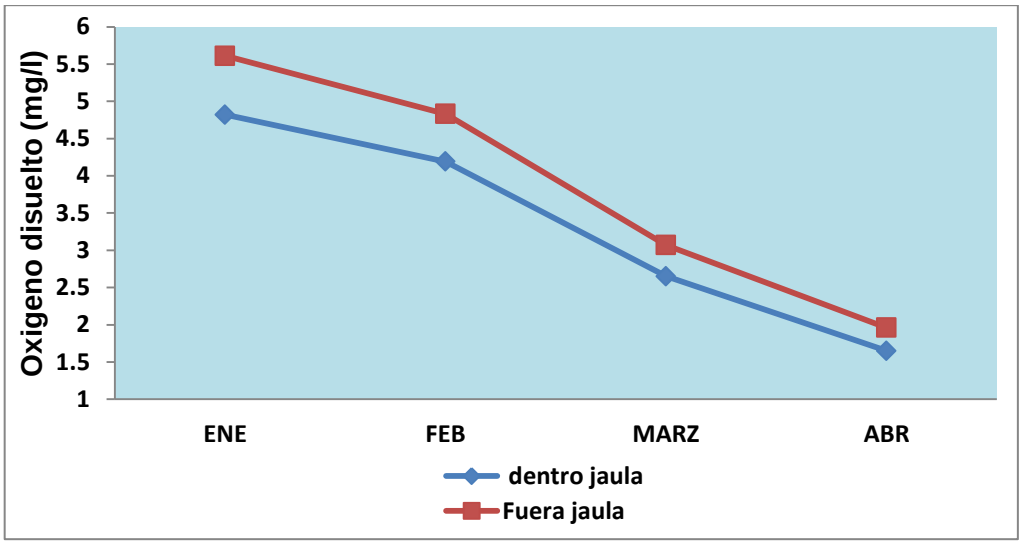


Gráfico N° 07. Promedios mensuales de Oxigeno Disuelto (O_2) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011.

4.5.3 pH

En el Gráfico N° 08 se muestran las variaciones mensuales de pH del agua del estanque. Dentro de las jaulas se registró un valor mínimo de pH de 5.63 y un valor máximo de 5.97, mientras que fuera de las jaulas se registro un valor mínimo de 6.19 y un valor máximo de 6.48.

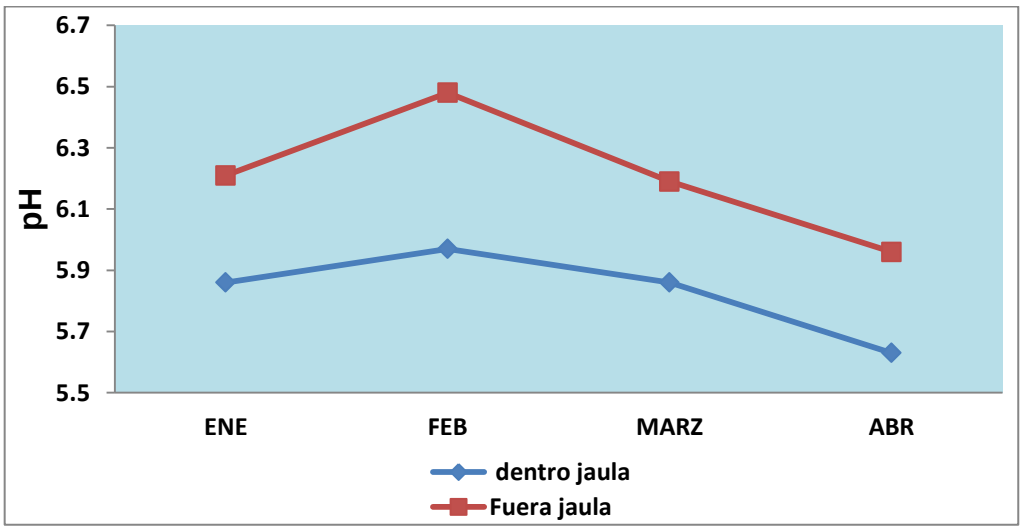


Gráfico N° 08. Promedios mensuales de Potencial de Hidrogeno (pH) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011.

4.5.4. Dureza

Se registraron valores mensuales de dureza del agua constante durante los meses de Enero, Febrero y Marzo con un valor mínimo de 9mg/l, variando en Abril con un valor máximo de 10 mg/l (Gráfico N° 09).

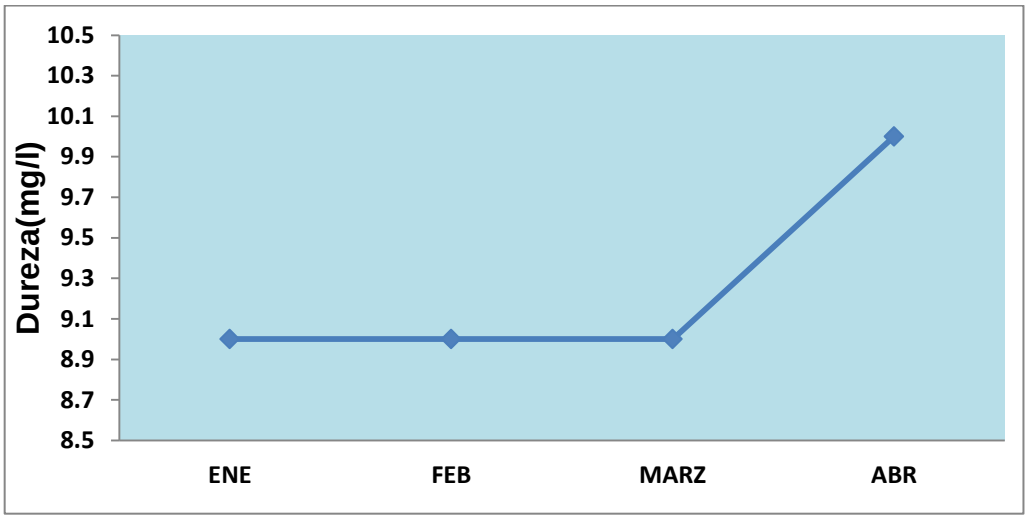
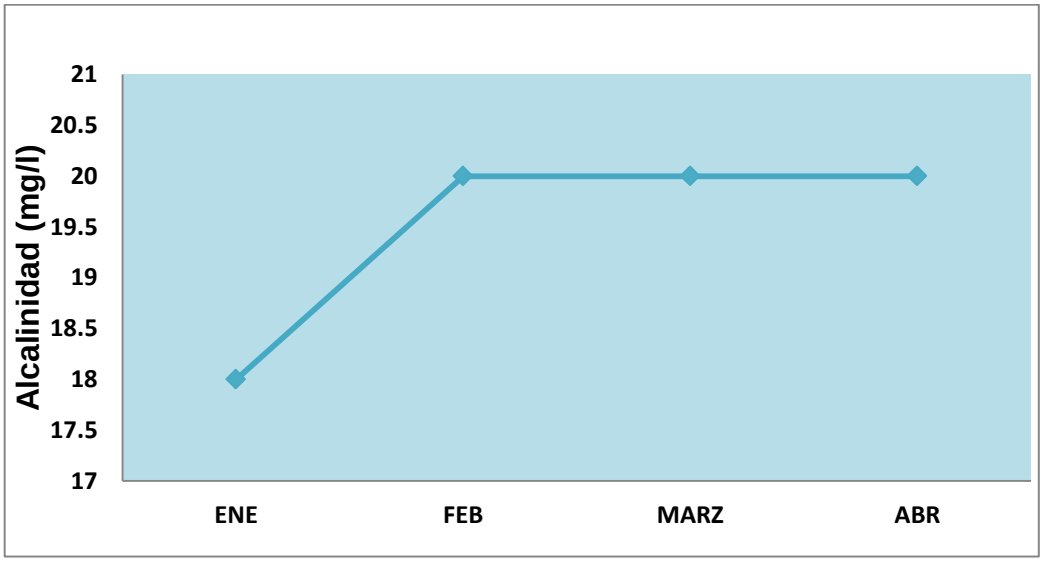


Gráfico N° 09. Promedios mensuales de Dureza registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

4.5.5. Alcalinidad

En el Gráfico N° 10 se muestra los valores mensuales de alcalinidad del agua. Se registró un valor mínimo de 18mg/l y un valor máximo de 20 mg/l, el nivel mínimo de alcalinidad se registró en el mes de Enero, mientras que el valor máximo constante se registró en los meses de Febrero, Marzo y Abril.



GráficoN°10. Promedios mensuales de Alcalinidad registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú.2011.

4.5.6. Anhídrido Carbónico

En el Gráfico N° 11 se muestran los valores mensuales de anhídrido carbónico del agua del estanque. Se registró un valor mínimo de 4mg/l y un valor máximo de 5mg/l.

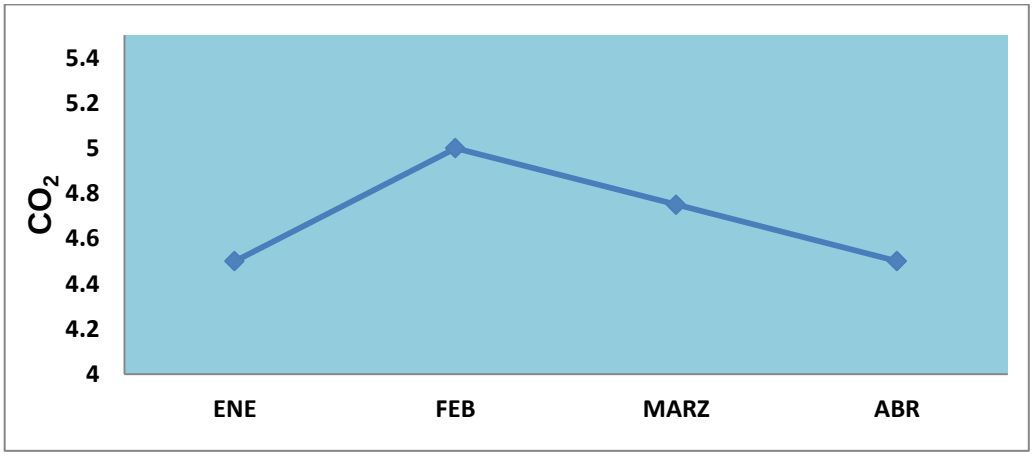


Gráfico N° 11. Promedios mensuales de Anhídrido Carbónico (CO_2) registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011.

V. DISCUSIONES

5.1. Parámetros de crecimiento

Los resultados de la presente investigación muestran que los parámetros de crecimiento de los peces fue homogéneo al final de los 120 días de experimento, obteniéndose pesos de 60.33, 59.83, 62.33 y 61.53g para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre ellos, con inclusión de levadura de cerveza de (10,20, y 30%) y un nivel proteico de (26% de proteína) en el crecimiento de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum.*

Estudios como los de **Mori (1993)** quien alimentando gamitana con dietas entre 26 y 28% de proteína bruta en 112 días de cultivo obtuvo pesos entre 58.4 y 64.3g, siendo estos valores cercanos a lo obtenido en el presente estudio. Por otro lado, estudios como los de **Tenazoa (2010)** obtuvieron mayores resultados, cultivando juveniles de gamitana, *Colossoma macropomun* alimentados con dietas de 26, 28 y 30% de proteína bruta en 106 días de cultivo quien reportó pesos finales de 200 a 273.7g; así mismo, **Casanova (2009)** utilizando dietas con 3 niveles de inclusión de polvillo de malta a 26% de proteína durante 120 días de cultivo obtuvo pesos de 249.67 a 302.13g, respectivamente, con valores superiores a los obtenidos en el presente estudio; igualmente **Ruíz & Vela (2007)**, quienes cultivaron ejemplares de gamitana *Colossoma macropomum,* en jaulas flotantes por un periodo de 150 días, utilizando en sus dietas torta de sacha inchi *Plukenetia volubilis* (EUPHORBIACEA) obtuvo mayores resultados, con pesos promedios finales de 173. 7 a 193.77g. cabe indicar que dichos trabajos tuvieron valores superiores a los del

presente estudio; debido a que los pesos fueron mayores inicialmente y las unidades experimentales diferentes a las del presente trabajo de investigación.

Por otro lado **García & Villa (2009)**, utilizando sacha inchi *Plukenetia volubilis* en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* cultivados en jaulas durante 168 días, reporto pesos finales entre (51.42 y 60.67g), siendo estos valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Con respecto a la ganancia de peso se obtuvieron valores promedios de 47.9 a 49.8g durante el desarrollo del experimento, siendo superiores a los obtenidos por **García & Villa (2009),** alimentando banda negra, *Myleus schomburgkii* con raciones de proteína de 23 y 29% durante 168 días obtuvo ganancia de peso entre 18.49 y 28.40g **(Tabla N°01).**

Por otro lado, existen estudios donde se obtuvieron mayores Ganancia de Peso (GP), como los reportados por **Tenazoa (2010),** alimentando gamitana con dietas de 26, 28 y 30% de proteína bruta en 106 días de cultivo, reportaron GP entre 180.4 y 249g. Asimismo, estudios realizados por **Tafur (2008),** en el policultivo de gamitana (*Colossoma macropomum)* con paco (*Piaractus brachypomus*) y bujurqui-tucunaré (*Chaetobranchus semifasciatus*) utilizando alimento estrusado con un tenor proteico de 25% alcanzó ganancias de pesos de 406.33 a 411.06g, en un periodo de 160 días; del mismo modo **Casanova (2009)**, en un estudio donde cultivando juveniles de gamitana utilizó dietas con 3 niveles de inclusión de polvillo de malta a 26% de proteína durante 120 días obtuvo una GP entre 216.57 a 268.47g en estos casos superiores a los obtenidos en el presente estudio.

Se obtuvo ganancias de peso diario (GPD) de 0.39 a 0.41g registrada en el presente estudio, valores cercanos a los obtenidos por **Saint-Paul (1984)**, quien alimentando, *Colossoma macropomum* con dos raciones conteniendo 27.5% de PB registro ganancia de peso de 0.8 a 0.9g/día y con una dieta que contenía 42,1% de proteína bruta obtuvo ganancia de peso de 1.3g/día.

5.2. Índices zootécnicos

El índice de conversión alimenticia aparente **(ICAA)**, está definido como la cantidad de alimento o ración necesaria para que el pez obtenga 1 kg. de peso, por tanto, cuanto mayor fuera el valor de ICAA, menor será la eficiencia del alimento.

Los ICAA obtenidos en el presente estudio reporto rangos de 1.5 a 1.7g **(Tabla Nº 02)** se encuentran dentro del rango adecuado para el cultivo de la gamitana con dietas peletizadas. Sin embargo, las dietas con levadura de cerveza fueron incluso más eficientes que los reportados por **Padilla (2000),** realizando investigaciones con dietas a base de ensilado biológico en la alimentación de gamitana revelando rangos de ICAA (2.1:1 - 2.9:1) del mismo modo otras investigaciones que evaluaron la inclusión de insumos alternativos en dietas para gamitana mostraron también un gasto mayor de alimento en la producción de carne como es el caso de **Chuquipiondo & Galdós (2005)**, que reportan ICAA entre 2.1:1 para dietas conteniendo harina de plátano, del mismo modo **Bances & Moya (2001),** quienes reportaron ICAA de 2.9:1 a 3.4:1.

En otros estudios, **Casanova (2009),** cultivando juveniles de gamitana con inclusión de polvillo de malta de cebada *Hordeum vulgare,* registró ICAA de 1.61:1,1.57:1,1.46:1, y 1.48:1 y **García & Villa (2009),** registraron ICAA de 1.8:1, 1.6:1, 2.2:1 y 2.0:1 estos autores mostraron valores ligeramente cercanos a los obtenidos en el presente estudio.

En otros casos existen estudios donde obtuvieron mejor **ICAA**, como lo reportado por **Tafur (2008),** registraron ICAA de 1.18:1 en el policultivo de gamitana, *Colossoma macropomum* con paco, *Piaractus brachypomus* y bujurqui-tucunaré, *Chaetobranchus semifasciatus*, utilizando alimento extrusado con 25% de PB.

Se registró una tasa de crecimiento especifico **(TCE)** de 1.31 para T1, 1.31 para T2, 1.33 para T3 y 1.28 para T4 respectivamente, valores superiores a los registrados por **García & Villa (2009)**, que registraron TCE de 0.33 para T1; 0.38 para T2; 0.25 para T3 y 0.29% para T4, alimentando banda negra con tenores de proteína de 23 a 29% durante 168 días de cultivo. De otro modo valores similares se registraron por **Padilla (2000),** de 1.3 y 2.8 en el estudio donde se evaluó el efecto del contenido proteico y energético de las dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana; también **Eckmann (1987)**, quien alimento juveniles de gamitana, *Colossoma macropomun* con 6 tipos de raciones conteniendo harina de pescado y sangre de vacuno en varias proporciones, donde registro TCE de 1.5 y 2.5% con porcentajes de proteína de 25 y 37% resultados superiores al presente estudio; en otro estudio, **Casanova (2009)**, registro valores ligeramente superiores de TCE a los obtenidos en el presente estudio de 1.69, 1.76, 1.81 y 1.84% alimentados con dietas prácticas peletizadas con tres niveles de inclusión de polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*,

durante 120 días; por otro lado, también **Tafur (2008),** en un policultivo en corrales con gamitana obtuvo valores de 1.80 para T2 y 1.74 para T3; mostrando valores ligeramente superiores a los obtenidos en el presente estudio.

El factor de condición **(K)** registrado en el presente estudio fue de 1.3, 1.3, 1.4 y 1.5 para T3, T4, T1 y T2 respectivamente **(Tabla N°03)**, mientras que **Tenazoa (2010)**, cultivando juveniles de gamitana, *Colossoma macropomun* alimentados con dietas de 26, 28 y 30% de proteína bruta en 106 días de cultivo, registró valores de 1.8, 1.7 y 1.7 para T1, T2 y T3. En otro estudio **Casanova (2009)**, en un cultivo con gamitana *Colossoma macropomun* en corrales con inclusión de polvillo de malta con 25% de PB registro valores de 1.72, 1.76 y 1.77. Siendo estos valores ligeramente cercanos a lo encontrado en el presente estudio, dado que las condiciones de nuestros peces no fueron las más adecuadas.

Asimismo, **Tafur (2008),** en un policultivo también en corrales utilizando dietas con 26% de PB, registro valores de 1.86 y 1.88, y **Rebaza *et al*. (2002)**, en un cultivo de paco *Piaractus brachypomus* utilizando dietas con 30% de PB., registraron factores de condición de 2.06 y 2.11; siendo estos valores superior a los encontrados en el presente estudio.

La tasa de mortalidad en el cultivo de "gamitana", en estanques, corrales y jaulas es relativamente baja; observándose en la mayoría de estudios tasas de sobrevivencia usualmente mayores al 90%, siendo muy raros valores por debajo del 75%. La tasa de sobrevivencia reportada en el presente estudio fue 100% en todas las replicas, evidencia

el alto grado de aclimatación de esta especie a nuevos ambientes de cultivo; afirmación corroborada por **Chagas & Val (2003);** que en un experimento obtuvieron 100% de sobrevivencia en el estudio que buscaron determinar el efecto de la vitamina C, en la ganancia en peso y parámetros hematológicos de gamitana; del mismo modo, **Tafur (2008); Casanova (2009); García & Villa (2009); Tenazoa (2010)**, registraron el 100% de sobrevivencia en sus respectivos cultivos de gamitana.

5.3. Composición corporal

De acuerdo con **Ogawa & Koike, 1987,** la composición nutricional del pescado es bastante variable, conteniendo de 70 a 80% de humedad, 15 a 24% de proteína, 0.1 a 22% de grasa y de 1 a 2% de minerales.

El porcentaje de proteína bruta (PB) que se registró para T1, 64.63, T2, 64.98,T3 65.23 y T4, 66.04% respectivamente, no mostraron diferencia estadística significativa (P>0.05); por otra parte **Tafur (2008)** y **Casanova (2009)** ; en experimentos realizados con gamitanas en policultivos e inclusión de harina de malta, registraron porcentajes de proteína de 61.65 y 59.97% respectivamente, porcentajes que como se puede observar son valores ligeramente inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Por otro lado, estudios realizados como lo reportado por **García & Villa (2009),** utilizando sacha inchi, *Plukenetia volubilis* en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* cultivados en jaulas durante 168 días, reportaron porcentaje de proteína de 64.20% respectivamente, y **Tenazoa (2010),** cultivando juveniles de gamitana, *Colossoma macropomun* alimentados con dietas de 26, 28 y 30% de proteína bruta en 106 días de cultivo, registro porcentajes de proteína de 62.96%, observando valores cercanos a los obtenidos en el presente estudio,

En el presente estudio también se observo el incremento del Extracto etéreo **(EE),** de 10.44 a 14.48 % **(Tabla N°03)** entre los tratamientos, resultados similares fueron reportados por otros autores como **Mori *et al*. (1999)** y **Bances & Moya (2001)**; donde se sustituyeron insumos tradicionales por insumos vegetales atípicos. Estas variaciones se pueden atribuirse a los niveles de carbohidratos presentes en las dietas **(Tabla 04 - Anexo),** que luego de satisfacer las necesidades energéticas para el crecimiento remanentes de los mismos fueron transformados en lípidos de reserva.

En otras investigaciones **García & Villa (2009),** reportaron valores promedios inferiores de 9.61% para gamitana y **Tenazoa (2010)** reportó valores de 7.74% en gamitana alimentados con dietas de 26, 28 y 30% de proteína bruta en 106 días de cultivo; no obstante resultados promedios similares al presente estudio fueron reportados por **Tafur (2008)** y **Casanova (2009)** con 12.34 y 14.96 respectivamente.

Además, el contenido de ceniza de un material biológico es el residuo resultante de la incineración de la muestra cuya composición varía según la naturaleza del material calcinado. Entonces, la cantidad de cenizas no proporciona en sí información sobre ningún nutriente específico **(Soler *et al.*, 1996)**.

5.4. Calidad de agua

La calidad del agua es uno de los factores determinantes en el desarrollo de la piscicultura, por lo que se debe tener un monitoreo de los parámetros durante el cultivo. Los valores de temperatura durante los 120 días de cultivo, oscilaron entre 28.6 a 30.6 ºC. A respecto **Díaz & López (1993)** mencionan que el mejor crecimiento de los peces se logra entre 25 a 29 ºC. Del mismo modo, **Guerra *et al.* (1996)** hacen mención que los límites de temperatura que permiten un desarrollo óptimo de especies nativas está entre 20 y 30 ºC, mientras que **Fonseca & Storti (2004)** reportan que la temperatura promedio debe estar en 26.8 ºC, por lo que consideramos que los valores reportados en la presente investigación se encuentran dentro del rango permisible.

Muchas especies pueden utilizar el oxígeno concentrado en la superficie, siendo la gamitana conocida por usar esta estrategia, según **Junk *et al*. (1983)**, citado por **Tafur (2008);** durante el experimento se encontraron valores promedios mínimos de 1,65mg/l dentro de las jaulas y valores promedios máximos de 5,61mg/l fuera de las jaulas, valores que no afectaron el desarrollo de los peces.

Del mismo modo el pH registrado fue de 5.63 a 6.48, encontrándose dentro del rango adecuado para el cultivo de esta especie concordando con **Guerra *et al.* (1996)** quien lo establece de 6.0 a 9.0 UpH. También **Sipauba (1998)** recomienda que el pH debe encontrarse entre 6.5 y 8.5 ya que un pH más acido o más alcalino por un largo periodo de tiempo disminuirá el crecimiento de los peces.

A lo largo del presente estudio se observaron valores de dureza total que fluctuaron entre 9 a 10 ppm y de alcalinidad de 18 y 20 ppm, valores permisibles si lo comparamos con lo reportado por **Rodríguez *et al*. (2001)** quienes mencionan que si se presentan valores diferentes, tales como alcalinidad más alta que la dureza, el pH puede incrementarse a niveles muy altos durante periodos de alta fotosíntesis.

En cuanto a las concentraciones de CO_2 en el estanque durante los 120 días que duro el experimento, se observó una variación entre 4 y 5 mg/L. La concentración de CO_2 en el agua está determinada por la respiración, fotosíntesis y descomposición de la materia orgánica, **Rodríguez *et al*. (2001).**

El Amonio es producto de la excreción de los peces y la descomposición de la materia orgánica cuyos valores aceptables están entre 0.006 mg./L para el NH_3 y 1.0 mg./L para NH_4 **(Guerra *et al*. (2002)** valores cercanos a los obtenidos en el presente estudio, donde el Amoniaco fluctuó entre 0.2 a 0.4mg/L, mientras que el Nitrito se mantuvo estable (< 0.05 mg./L), por lo que consideramos que estamos dentro del rango aceptable para el normal desarrollo de los peces.

VI. CONCLUSIONES

- El residuo de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae),* es un insumo que puede ser empleado hasta niveles de 30% dietas balanceadas para gamitana.
- Durante los 120 días de cultivo, los parámetros de crecimiento de los peces alimentados con los diferentes porcentajes de inclusión de la levadura de cerveza no fueron estadísticamente diferentes.
- La supervivencia al final del experimento fue del 100%, a pesar de las condiciones de stress en que estuvieron los peces.
- Referente a la composición corporal de los diferentes tratamientos presentaron diferencia significativa el T2 y T3, al ser comparado con la composición corporal inicial.
- Los parámetros físicos y químicos del agua estuvieron dentro de los rangos permisibles para el cultivo de la especie en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

- El residuo de levadura de cerveza representa una alternativa nutricional que debería ser incluida entre otros insumos comerciales como: polvillo de arroz, harina de maíz, molluelo de trigo, etc. en tal sentido se sugiere el uso de dicho insumo para la formulación de dietas para el cultivo de peces amazónicos.
- Los porcentajes de inclusión de residuo de levadura de cerveza en las raciones experimentales deben ser más altos.
- Realizar estudios con la finalidad de evaluar la digestibilidad de la levadura de cerveza en el organismo de peces de cultivo y cuantificar la asimilación total del producto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALCÁNTARA, F. 1989. Situación del Cultivo de *Colossoma macropomum* en el Perú. En cultivo de *Colossoma.* **HERNANDEZ, A**. Editores Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. SUDEPE. Centro de Pesquisas e Treinamento em Acuicultura. CEPTA. Colciencias. CIID- Canadá: 191 – 205.

AKIYAMA, D. 1995. Nutrición, Alimentos y Alimentación de los Peces. Rev. Soyanoticias. Abril-Junio. 22 – 25 pp.

AOAC. 1998. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 16th Edition. 4th Revision. Sidney Willians, Arlington, Virginia. USA.1236 pp.

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S. Do N. 1989. Experimentação Agrícola. Departamento de Ciências Exatas. Faculta de Ciências Agrárias y Veterinarias – UNESP. Jaboticabal. S.P. 247 pp.

BANCES, K.C. & MOYA, L.C. 2001**.** Sustitución de la harina de maíz (*Zea mays)* por harina de almendro de umarí (*Poraqueiba sericea*) en raciones para alevines de gamitana, *Colossoma macropomum*. Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.70pp.

BAUTISTA, E.; PERNÍA, J.; BARRUETA, D. & M. USECHE. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido cachama (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus).* VOL XV(1) Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela.65pp.

BELLO, R. & W. GIL RIVAS. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama cultivada, como fuente de alimento. Doc. Proyecto GCP/RLA/075/ITA apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y El Caribe (AQUILA I). ONU para la agricultura y la alimentación. MEXICO, D.F.114pp.

BIO TRADE FACILITATION PROGRAMME (BTFP). 2005. Diagnóstico del Sector Acuicultura para el Desarrollo de Bionegocios en el Perú. Lima – Perú. Documento no oficial. Pp 92. **http://www.fao.org** (Consultado 28-05-2007).

CAMPOS, L. 2000. Estudio de factibilidad técnico – económica para la creación de un centro de producción de alevinos en Loreto – Iquitos - Perú.120 pp.

CAMPOS, L. 2001. Migración de la "gamitana" (*Colossoma macropomum*) en el río Ucayali – Perú. Recopilación Bibliográfica. 21pp. **http://www.iiap.org.pe/publicaciones/migr_gamitana.pdf**

CASANOVA, R. A. 2009**.** Utilización Del polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) en dietas para juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en estanques de tierra. Tesis para optar el grado de Biólogo. Universidad Nacional de La Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 81pp.

CHAGAS, E. & VAL, A. 2003. Effects of dietary L – ascorbyl – 2 – polyphosphate in tambaqui. In: 5th International Congress on the Biology of Fish. Vancouver. Tropical Fish: News and Reviews. 89 – 92 pp.

CECONI, I. 2003. Alimentación y nutrientes. Parte # 01. UTNAR Trenque Lauquen. Argentina. http://www.uatl.utn.edu.ar/Alimento-Parte%202.ppt#1 (Consultado 25-06-2007).

CHUQUIPIONDO, J. M. L. & GALDÓS, R. A. P. 2005. Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú.78 pp.

DA SILVA, A.B. 1995. Substituição da proteina da levadura deshidratada na dieta da boga (*Piaractus mesopotamicus)* na estanques da UPLO. INPA/UPLO. Brasil. 151pp.

DE SOUZA, E. ; BARRETO, L & FERNANDEZ P. 1997. El estado actual de la acuicultura en Brasil y perfiles de nutrición y alimentación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recife – Pernambuco – Brasil: 464-472.

DÍAZ, F. & LÓPEZ, R. 1993. El cultivo de la "cachama blanca" (*Piaractus brachypomus*) y de la "cachama negra" (*Colossoma macropomum*)). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Insituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. 207-219.

ECKMANN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 (Characidae) feeding artificial diets, *Aquaculture*; (64): 293-303.

FAO. 1984. Esquema general para la preparación de "paquetes tecnológicos" para el cultivo de *Colossoma* spp. Anexo 7. Informe de la Segunda Reunión del Comité Asesor del Proyecto RLA/76/010-PNUD/FAO para el establecimiento del Centro Regional Latinoamericano de Acuicultura (CERLA). Pirassununga, São Paulo, Brasil: 28 – 66.

FRANCALOSSI, M.D. 1997. Panorama da Aquicultura na Região Norte. In: Work Shop Internacional de Aquicultura. São Paulo-SP: 07-13.

FERNÁNDEZ BORRÁS, J. & BLASCO MINUÉS J. 2002. Fisiología de la Nutrición. Universidad de Barcelona. Barcelona – España.179pp.

FONSECA GUIMARAẼS, S. & STORTI FILHO A. 2004. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. EN: Pesq. Agropec. Bras. Vol. 39, Nº 3: 293 – 296.

GARCÍA, J. & VILLA, J. 2009**.** Uso de la harina de sacha inchi, *Plukenetia volúbilis* (euphorbiaceae) en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* (pisces, serrasalmidae) criados en jaulas en el centro de investigación, experimentación y enseñanza – piscigranja quistococha – fcb – unap.63pp

GAGGIOTTI, M. 2003. Alimentación en el tambo. ¿Conoce usted que subproducto puede adquirir? Círculo de Médicos Veterinarios de Santa Fé. Argentina.**http://www.veterinariosursf.com.ar/publicacion.php?numreg=45.** (consultado 19-05.10)

GUERRA, H. 2006. Cultivando Peces Amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2da. Edición. ISBN: 9972-667-36-7. Hecho el Depósito Legal N°: 2006-9633. 200p.

GUERRA, H.; ALCÁNTARA, F. & CAMPOS, L. 1996**.** Tratado de Cooperación Amazónica. Piscicultura amazónica con especies nativas. IIAP. SPT – TCA/Nº 47. Lima – Perú.169pp.

GUERRA, H. & SALDAÑA, G. 2002**.** Cultivando peces amazónicos IIAP/IRG/BIOFOR/MP . San Martín – Perú. 200 pp.

HAMSEN, E.C. 2009. *Saccharomyces cerevisiae.*

http://es.wikpedia.org/wiki/Cerveza. (Consultado 14-03-10)

HISANO, H.; EDIVALDO, L.; BARROS, M.; & SAMPAIO, G.2004.Evaluacion de levadura deshidratada de alcohol (*Saccharomyces cerevisiae)* y Zinc (oxido de Zinc). Como pro nutrientes en racion inicial para Tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus L).*Departamento de nutrición animal. Universidad Estatual Paulista.18pp.

HONDA, E. 1974. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. Acta Amazónica, 4: 47-53.

JUNK,W.J.; SOARESG, M. & CARVALHO, F.M. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago camaleão) with special reference to extreme oxygen conditions. Amazonia 7: 397- 431.

LEZCANO, P. 2000. Alternativas para el Procesamiento y Utilización de los alimentos no convencionales en animales monogástricos. Instituto de Ciencia Animal. Apartado 24. San José de las Lajas. La Habana – Cuba.

http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/terenc/plezcano.ht

LUNA, T. 1993. Evaluación de insumos alimenticios amazónicos y su uso en la alimentación de *Colossoma macropomun*. Dpto. Acuicultura. Facultad de Pesquería U.N.A La Molina – Lima Perú. 110 pp.

LLANES J.; TOLEDO J. & LAZO DE LA VEGA J. 2007. Tablas de composición de nutrientes y requerimientos de gramos proteína bruta / 100 g de peso vivo en Clarias gariepinus. AcuaCuba, 9(1): 5-7.

MARTÍNEZ, C; CHÁVEZ DE MARTÍNEZ, C. & OLVERA, M. 1989. **La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina. Diagnosis**.184.pp **http://www.fao.org/docrep/field/003/AB459S/AB459S09.htm** (Consultado el 28-05-2007).

MARKMAN C. 2009. La Levadura de cerveza: Un producto natural. **www.sexovida.com/publicaciones/.../llevadura.htm** (Consultado el 03-02-10).

MEURER, F.; MAYACHI, C.; SOARES, C. & BOSCOLO, W. 2000. Utilización de levadura Spray- Dried em alimentacion de alevinos de tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus L*).Departamento de Zootecnia. Universidad Estatual de Maringa, Maringa- Paraná, Brasil.54pp.

MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (MCITMA). 1998. Elementos metodológicos para la introducción de prácticas de producción más limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales. Documento de trabajo. Cuba.44pp.

http://www.redpml.cu/Biblioteca%20virtual/tema7/Elementos%20metodológicos%20para%20la%20introducción%20de%20prácticas%20de%20P+L.pdf

MORI, L. A. 1993. Estudo de possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays*. L) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818). Dissertação de Mestrado. INPA/Manaus, Brasil. 76 pp.

MORI-PINEDO, L; PEREIRA-FILHO, M. & M. OLIVEIRA – PEREIRA. **1999**. Substituçâo do fubá de milho (*Zea mays,* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes,* H.B.K.) em raçôes para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). Acta Amazónica 29 (3): Pp 447 – 453.

MORI, L. A. 2000. Exigências Proteico – Energéticas de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. INPA/UA_ Manaus, Brasil.109 pp.

OGAWA, M & J, KOIKE. 1987. Manual de pesca. Fortaleza: Associação dos engenheiros de pescado estado de Ceará. 800pp.

ORJUELA, L.G. & RODRÍGUEZ, J.A. 2009. Efecto de Lactobacillus casei, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomona palustris* (microorganismos eficientes em) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio. Grupo de investigación en alimentación y nutrición de organismos acuáticos GRANAC. Instituto de Acuicultura de los Llanos. Revista ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia. Volumen 13 – Edición N°1.

PADILLA, P; F. ALCÁNTARA & J. GARCÍA. 2000. Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, Colossoma macropomum. Folia Amazónica 10(1-2).225 – 240pp.

PINEDA, H; L. RESTREPO & M. OLIVERA. 2004. Comparación morfométrica entre machos y hembras de cachama negra (Colossoma macropomum), mantenidos en estanques. EN: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 17: Suplemento. Medellín, Colombia: 24 – 29.

REBAZA, C.; VILLAFANA, E.; REBAZA, M. & DEZA, S. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques semi – naturales. Folia Amazónica, 13 (1-2):122 – 134

RODRÍGUEZ, H; VICTORIA, P. & CARRILLO, M. 2001. Fundamentos de Acuicultura continental. INPA/MADR. Bogotá - Colombia.423 pp.

RODRIGUES, M.J.J.; SAWAK, H.K.; ARANA, H.N.C. & SIVA, F.R.L. 1996. Aqüicultura na Amazonía: O estado atual e perspectivas para o desenvolvimiento; In: Politicas pesqueiras nos países Amazônicos. Série Cooperação Amazônica. UNAMAZ. Belém. Brasil:365-422.

RUÍZ J. & VELA E. 2007. Utilización de la Torta de Sacha Inchi, *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae) criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el grado de Biólogo. Universidad Nacional de La Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 63 pp.

SÁNCHEZ, H. 2003. Peces de la Amazonía Peruana, Región Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – Programa de Ecosistemas Acuáticos. Iquitos, Perú.109pp.

SAINT-PAUL, U. 1985.The Neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. Animal Research and Development, 22: 7 – 31.

SAINT- PAUL, U. 1984**.** Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, a new specie for fish culture in Amazonas. Mems. Asoc. Latinoamerica. Acuicult, 5(3): 501-518.

SAINT- PAUL, U. & WERDER, U. 1981 The potencial of some amazonian fishes for warm water aquaculture. Proc.World Symp. On aquaculture in heated effluents and recirculation system Scavenger 28-30 may. Berlin. Volumen II: 275-287.

SIPAUBA, L. 1988. Limnologia Aplicada a Aqüicultura. Universidade Estatal Paulista NESR. *Bol. Tec*. Nº 01. Centro de Aqüicultura. 71pp.

SOARES M.; HAYASHI C.; FIGUEREIDO H. & GALDIOLI M. 2007. Níveis de proteína bruta e suplementação com levedura "Spray Dried" em rações associados a adubação orgânica no cultivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Departamento de Biología. Universidad Estatual de Maringa, Maringa- Paraná, Brasil: 91-103.

SOLER, M.; DIAZ, F.; DORADO, M.; ERASO, A.; ORTEGA, E.; RODRIGUEZ, H. & SALAZAR, G. 1996. Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Santa Fe de Bogotá. República de Colombia. Serie Nº 3.342pp

TACON, A. 1988. La nutrición y la alimentación de los peces y camarones de granja. Manual de entrenamiento 2. Recursos de nutrientes y su composición. FAO. Brasil. 120p.

TAFUR, J. 2008. Crecimiento y Composición corporal del bujurqui-tucunaré ¨*Chaetobranchus semifasciatus*¨, del paco *Piaractus brachypomus* y de la gamitana *Colossoma macropomum* criados bajo el sistema de policultivo. Tesis. Bach,. Cien. Biol.Univ. Nacional de la Amazonia Peruana-Perú.77Pp.

TENAZOA, L. 2010. Determinar el efecto proteico de la quinua *Chenopodium quinua W.* en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* cultivados en corrales.

VEGAS, M. 1980. Algunos comentarios sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. Rev. Interciencia 5(2): 101 – 103 pp.

WILHELM, E. 1995. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. EN: VAL, A. L. & A. HONCZARYK. Criando peixes na Amazônia. Manaus. INPA. Pp 29 – 43.

ZANUTTO, C.; MOREIRA, I.; FURLAN, C.A.; SCAPINELLO, C. & MURAKAMI, A.E. 1999. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo ou por spray-dry, na alimentação de leitões na fase inicial. Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. 705p.

ANEXO

GRÁFICO 12. Distribución de las unidades y tratamientos experimentales por réplica empleados durante el trabajo experimental. AQUAREC - IIAP. Iquitos – Perú.2011.

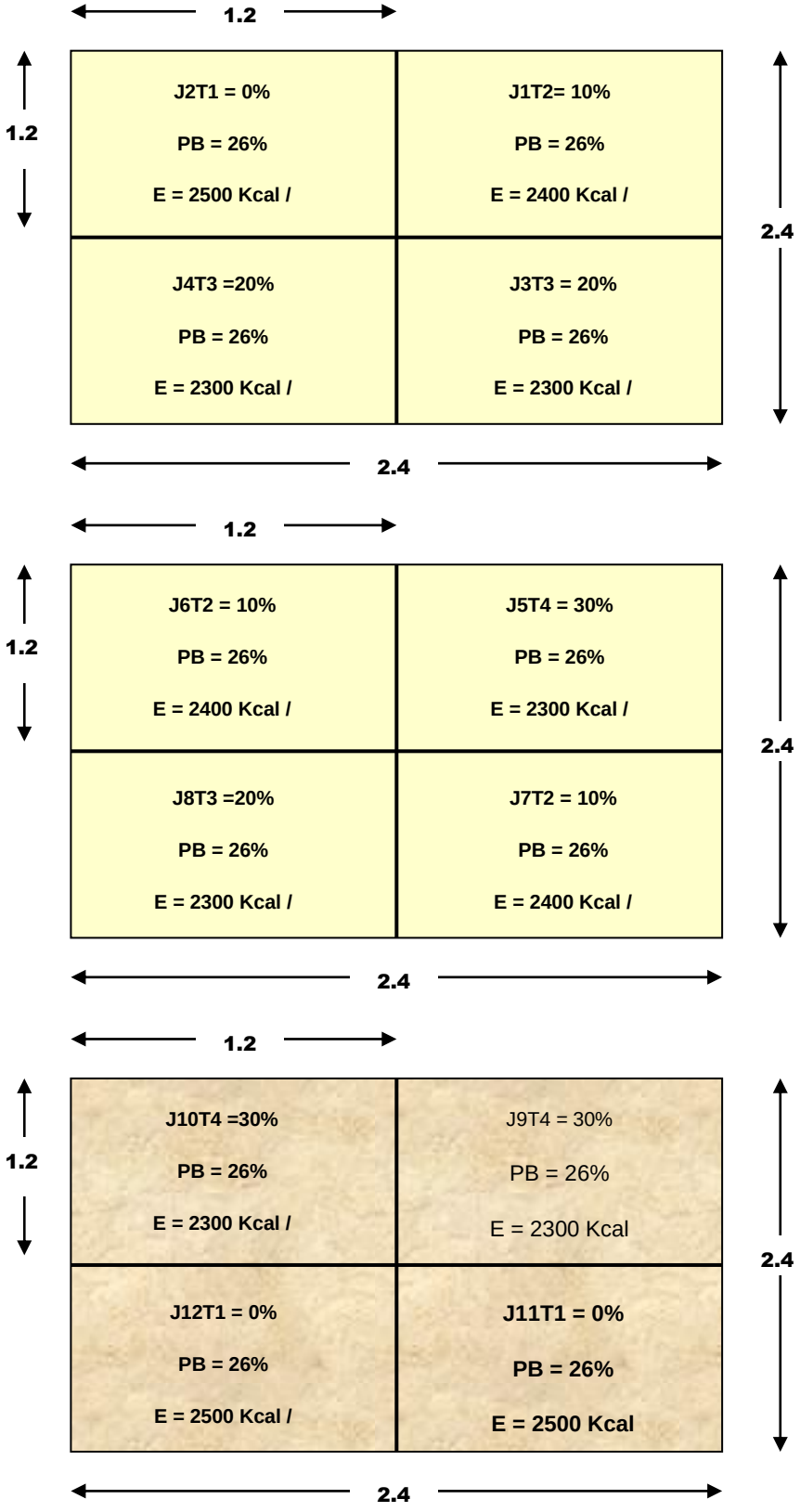


TABLA 04. Composición Química Porcentual de la levadura de cerveza (*Sacharomyces cerevisiae),* utilizado durante el trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos-Perú. 2011.

CARACTER	VALOR
Humedad	10.1
Materia Seca	89.9
Proteína	37.0
Grasa	1.8
Ceniza	5.2
Fibra	2.6
Nifex (carbohidratos)	39.9
Valor calórico (Mcal/kg)	2.8

Fuente: Resultados obtenidos en el laboratorio de Ingeniería de Industrias Alimentarias - UNAP

TABLA 05. Composición porcentual y proximal de las dietas utilizadas durante el trabajo experimental. AQUAREC - IIAP. Iquitos - Perú. 2011.

INSUMOS	RACIONES			
	T1	T2	T3	T4
Subproducto de Trigo	47.6	43.7	38.9	34.0
Polvillo de arroz	21.3	21.0	20.7	21.8
Harina de pescado	14.8	12.0	9.0	6.5
Torta de soya	15.0	12.0	10.0	6.2
Carbonato de calcio	1.0	0.9	0.9	0.9
Cloruro Colina 60%	0.1	0.1	0.1	0.1
Premix Acuacultura	0.1	0.1	0.1	0.1
Aceite vegetal	0.1	0.2	0.3	0.4
Levadura de cerveza	0.0	10.0	20.0	30.0
TOTAL	**100 Kg.**	**100 Kg.**	**100 Kg.**	**100 Kg.**
Materia Seca	90.0	90.7	91.5	92.5
Proteína	26.1	26.0	26.1	26.0
Grasa	5.4	5.3	5.1	5.1
Fibra	7.1	5.9	5.6	5.3
Energía Digestible (Mcal/kg)	2.50	2.40	2.30	2.30

Fuente. Programa de formulación de dietas software Mixit DOS (AQUAREC – IIAP).

TABLA 06. Análisis de Varianza (P> 0.05) de los pesos iníciales de los peces de los diferentes tratamientos.

FV	*gl*	*Sc*	*CM*	*Fc*	*Fα*	*nivel p (0.05%)*
Tratamientos	3	2.963	0.988	0.0214 $_{NS}$	4.06	0.9952
	8	368.727	46.091	---	---	---
Total	11		---	---	---	---

TABLA 07. Análisis de Varianza (P> 0.05) de los pesos finales de los peces de los diferentes tratamientos.

FV	*gl*	*Sc*	*CM*	*Fc*	*Fα*	*nivel p (0.05%)*
Tratamientos	3	11.603	3.868	0.0161 $_{NS}$	4.06	0.9968
Error experimental	8	19.3	240.951	---	---	---
Total	11		---	---	---	---

Donde:

FV = Fuente de variación

Gl = Grados de libertad

Sc = Suma de Cuadrados

CM = Cuadrado Medio

Fc = F calculado

FCrit= F critico

NS = No significativa

Nivel de Probabilidad=0.05

TABLA 08. Análisis de Varianza (P> 0.05) de las longitudes iníciales de los peces de los diferentes tratamientos.

FV	*gl*	*Sc*	*CM*	*Fc*	*Fα*	*nivel p (0.05%)*
Tratamientos	3	0.044	0,015	0.0215 $_{NS}$	4.06	0.9951
Error experimental	8	5.415	0.677	---	---	---
Total	11		---	---	---	---

TABLA 09. Análisis de Varianza (P> 0.05) de las longitudes finales de los peces de los diferentes tratamientos.

FV	*gl*	*Sc*	*CM*	*Fc*	*Fα*	*nivel p (0.05%)*
Tratamientos	3	1.563	0.521	0.02950 $_{NS}$	4.06	0.8289
Error experimental	8	14.127	1.766	---	---	---
Total	11		---	---	---	---

Donde:

FV = Fuente de variación

Gl = Grados de libertad

Sc = Suma de Cuadrados

CM = Cuadrado Medio

Fc = F calculado

FCrit= F critico

NS = No significativa

Nivel de Probabilidad=0.05

TABLA 10. Peso y longitud registrada durante los muestreos biométricos del trabajo experimental. AQUAREC – IIAP. Iquitos – Perú. 2011.

PESO (g)										
TTO	**JAULAS**	**M0**	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M7**	**M8**
T1	**J2**	20.4	44.1	47.3	51.5	57.6	65.4	68.4	72.5	84
	J12	6.5	15.2	17.9	21.6	24.3	32.2	34	36.4	43
	J11	10.4	24	25.4	28.6	31.6	40.7	42	44.6	54
T2	**J1**	22.5	43.7	48.8	55.9	60.7	73.2	74.5	76.2	82
	J7	5.2	14.4	20.4	24.8	28.6	39.8	42.1	45.3	49.5
	J6	9.3	21.2	25.2	25.9	29.3	37.3	40.7	43.1	48
T3	**J3**	18.5	33	37.2	44.2	47.8	59	62.1	65	71
	J8	9.9	20.5	29.3	32.4	35.5	44.7	47.4	49.5	61
	J4	12.2	29.4	33	34.6	36.1	43.4	46.7	48.6	55
T4	**J5**	18.6	39.8	43.1	47.4	51.3	64.9	66	67.8	69.6
	J10	7.4	18.6	20.5	23.6	28.1	38.5	41.1	43.4	52
	J9	13.4	29.3	31.2	35.1	37.2	55	58.5	61.3	63
LONGITUD (cm)										
TTO	**JAULAS**	**M0**	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M7**	**M8**
T1	**J2**	11.2	14.5	14.65	15.14	15.73	16.57	16.73	17.2	18.5
	J12	9.43	10.27	10.61	11.21	11.71	12.56	12.95	13.2	14.5
	J11	9.91	12	12.01	12.38	13.02	13.96	14	14.5	15.7
T2	**J1**	22.5	13.88	14.31	15.24	15.98	16.65	16.93	17.6	17.2
	J7	9.28	9.8	10.78	11.47	12.46	13.65	14.18	14.5	15
	J6	9.77	11.62	11.84	12.21	12.71	13.39	14.1	14.2	14.8
T3	**J3**	10.89	12.75	13.21	13.99	14.72	15.7	16.19	16.45	17.3
	J8	9.85	10.63	11.63	11.89	12.46	14.21	15.28	15.45	16.6
	J4	10.12	12.61	12.85	13.25	13.51	14.29	14.82	15.2	16
T4	**J5**	10.9	13.47	14.01	14.56	12.46	16.12	16.51	16.8	16.9
	J10	9.54	11	11.28	11.54	12.04	13.68	14.2	14.5	15.5
	J9	10.27	12.86	12.91	13.18	13.72	15.35	15.75	16.2	16.9

TABLA 11. Promedios mensuales de los parámetros fisico – químicos diarios registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC– IIAP. Iquitos - Perú. 2011.

PARAMETROS LIMNOLOGICOS						
MESES	Temperatura (°C)		Oxigeno disuelto (mg/l)		pH (UpH)	
	Ma	Ta	Ma	Ta	Ma	Ta
	Dentro jaula	Fuera jaula	Dentro jaula	Fuera jaula	Dentro jaula	Fuera jaula
ENERO	30.13	29.24	4.82	5.61	5.86	6.21
FEBRERO	30.68	28.98	4.19	4.83	5.97	6.48
MARZO	29.4	29.01	2.65	3.07	5.86	6.19
ABRIL	29.7	28.6	1.65	1.96	5.63	5.96

TABLA 12. Parámetros fisico – químicos semanales registrados durante el trabajo experimental. AQUAREC– IIAP. Iquitos - Perú.2011.

PARAMETROS						
MESES	SEMANAS	Amonio (ppm)	Nitritos (ppm)	Dureza (ppm)	Alcalinidad (ppm)	CO_2 (ppm)
ENERO	1	0.2	<0.05	12	16	4
	2	0.2	<0.05	8	16	4
	3	0.2	<0.05	8	20	5
	4	0.4	<0.05	8	20	5
FEBRERO	5	0.4	<0.05	8	20	5
	6	0.4	<0.05	12	20	5
	7	0.4	<0.05	8	20	5
	8	0.4	<0.05	8	20	5
MARZO	9	0.4	<0.05	8	20	5
	10	0.4	<0.05	8	20	5
	11	0.4	<0.05	8	20	4
	12	0.4	<0.05	12	20	5
ABRIL	13	0.4	<0.05	12	20	5
	14	0.4	<0.05	8	20	5
	15	0.4	<0.05	8	20	5
	16	0.4	<0.05	12	20	4

TABLA 13. Fichas de registro de datos empleados durante el trabajo experimental, AQUAREC – IIAP. Iquitos - Perú. 2011.

A. BIOMETRIA

FECHA	TRATAMIENTOS							
	T1		T2		T3		T4	
N° INDIVIDUOS	Longitud	Peso	Longitud	Peso	Longitud	peso	Longitud	Peso

B. CALIDAD DE AGUA (Registro diario)

N° DIAS	PARAMETRO: TEMPERATURA (ºC) ó pH (UpH) u OXIGENO DISUELTO (mg / l)							
	T1		T2		T3		T4	
	Ma	Ta	Ma	Ta	Ma	Ta	Ma	Ta

C. CALIDAD DE AGUA (Registro semanal)

N°	FECHA / TRATAMIENTO	AMONIO NH_3 - N (ppm)	NITRITOS NO_2 - N (ppm)	DUREZA $CaCO_3$ (ppm)	ALACAL. $CaCO_3$ (ppm)	CO_2 (ppm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

D. ANALISIS BROMATOLOGICO. PROTEINA BRUTA (PB)

N°	características de la Muestra	Peso de la Muestra (g)	Gasto de Ncl (0.1N)	Proteína Bruta (%)

E. ANALISIS BROMATOLOGICO. EXTRACTO ETEREO (EE)

N°	características de la muestra	Peso Balón vacio (g)	Peso de la Muestra (g)	Peso Balón + Grasa (g)	Peso de Grasa (g)	Grasa (%)

F. ANALISIS BROMATOLOGICO. MATERIAL MINERAL O CENIZAS (MM)

N°	características de la muestra	Peso crisol vacio (g)	Peso de la Muestra fresca (g)	Peso crisol + Grasa (g)	Peso ceniza (g)	Ceniza (%)