

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE SEMILLA
DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*) EN LA DIETA
BALANCEADA DURANTE EL CRECIMIENTO EN FASE
JUVENIL DE PACO (*Piaractus brachypomus*)”

TESISTAS:

Bach: SHERILL CASTILLO QUISPE

Bach: HELEM CASTILLO QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUERTO MALDONADO – PERÚ

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE SEMILLA
DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*) EN LA DIETA
BALANCEADA DURANTE EL CRECIMIENTO EN FASE
JUVENIL DE PACO (*Piaractus brachypomus*)”

TESISTAS:

Bach: SHERILL CASTILLO QUISPE


Bach: HELEM CASTILLO QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUERTO MALDONADO – PERÚ

Esta tesis ha sido sustentada y aceptada en la forma presente por el Jurado Calificador de grado, nominado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, como requisito para optar el título de Ingeniero Agroindustrial.



Ing. Pedro Saúl Montalván Apolaya.

PRESIDENTE



Ing. Jesus Manuel Flores Arizaca

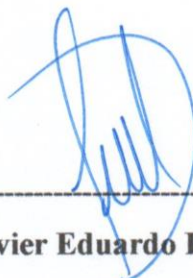
SECRETARIO



M.Sc. Soledad Paucar Sullca

VOCAL

ASESOR:



Ing. Javier Eduardo Díaz Viteri

ASESOR

PUERTO MALDONADO - PERÚ

- 2017 -

DEDICATORIA

A nuestros padres: Mario Castillo Granada y Julia Quispe Miranda por confiar en nosotras y brindarnos su apoyo; gracias por ser los seres que nos guían, orientan y aconsejan constantemente.

A Dios, por habernos dado la oportunidad de llegar hasta aquí, de ser personas con una nuevas visión y de habernos dado la fortaleza de vencer los obstáculos que la vida nos presentó.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos Nuestros Sinceros Agradecimientos:

A la **Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios**, por la formación académica profesional durante los años de estudio.

Al **Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP-Madre de Dios)**; por el apoyo brindado para la ejecución del presente proyecto.

A **Beca TReeS** por el financiamiento parcial para la ejecución del presente proyecto.

Al **Ing. Javier E. Díaz Viteri** por el asesoramiento, consejos, por su amistad y su apoyo brindado durante la elaboración del presente proyecto.

Al **Ing. Edgar Giraldo Ríos** por el asesoramiento, consejos, por su amistad y su apoyo brindado durante elaboración y ejecución del presente proyecto.

Manuel Roque Prada, encargado del área de elaboración de alimentos balanceados, por sus consejos y su apoyo brindado durante la ejecución del presente proyecto.

A todas las demás personas que de alguna forma contribuyeron a la ejecución del presente proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REALIZADOS	4
2.1.1. Estudios realizados en la alimentación de paco (<i>Piaractus</i> <i>brachypomus</i>)	4
2.2. PACO (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	6
2.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTIFICA	7
2.2.2. FASES DE DESARROLLO	7
2.2.3. CULTIVO.....	8
2.3. ALIMENTACION Y NUTRICION.....	9
2.3.1. REQUISITOS NUTRICIONALES	10
2.3.1.1. PROTEINA	11
2.3.1.2. GRASAS.....	11
2.3.1.3. CARBOHIDRATOS	12
2.3.1.4. FIBRA.....	12
2.3.1.5. VITAMINAS	12
2.3.1.6. MINERALES	13
2.4. FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION DE PECES.....	13
2.4.1. COPOAZÚ COMO RECURSO ALIMENTICIO PARA PACO	14
2.4.1.1. DESCRIPCION BOTANICA DEL COPOAZU (<i>Theobroma grandiflorum</i>). 14	
2.4.1.1.1. CLASIFICACION TAXÓNOMICA	15
2.4.1.1.2. VARIABILIDAD GENÉTICA.....	15
2.4.1.1.3. COMPOSICIÓN.....	16
2.4.1.1.4. PRODUCCIÓN.....	17
2.4.1.1.5. UTILIZACIÓN	17

2.5.	CALIDAD DEL AGUA	17
2.5.1.	Temperatura.....	18
2.5.2.	pH	18
2.5.3.	Oxigeno.....	19
2.5.4.	Conductividad.....	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	MATERIALES	20
3.1.1.	Materia Prima	20
3.1.2.	Material Biológico	20
3.1.3.	Insumos para la Elaboración de la Dietas	20
3.1.4.	Equipos y Materiales	21
3.2.	MÉTODOS	22
3.2.1.	TRATAMIENTOS	22
3.2.2.	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	22
3.3.	METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	23
3.3.1.	COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA SEMILLA DE COPOAZÚ	23
3.3.2.	OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SEMILLA DE COPOAZÚ	24
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE LAS DIETAS	26
3.4.1.	FORMULACIÓN DE LAS DIETAS	26
3.4.2.	PREPARACION DE LAS DIETAS.....	28
3.5.	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LOS PECES	32
3.5.1.	ACONDICIONAMIENTO DEL ESTANQUE.....	32
3.5.2.	SIEMBRA DE PECES	33
3.5.3.	ALIMENTACIÓN	33
3.5.4.	MUESTREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	34
3.5.5.	EVALUACION BIOMETRICA	35
3.5.6.	ANALISIS DE DATOS	36

3.5.7.	INDICADORES DE CRECIMIENTO.....	36
3.5.7.1.	Longitud Total (LT)	37
3.5.7.2.	Peso	37
3.5.7.3.	Ganancia de Peso (GP).....	37
3.5.7.4.	Ganancia de Peso Diario (GPD).....	37
3.5.7.5.	Índice de Conversión Alimenticia (ICA):.....	37
3.5.7.6.	Tasa de Crecimiento en Especifico (TCE):	38
3.5.7.7.	Porcentaje de Supervivencia (PS):	38
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
4.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	39
4.1.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA SEMILLA DE COPOAZU	39
4.1.2.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	41
4.2.	INDICADORES DE CRECIMIENTO	42
4.2.1.	LONGITUD TOTAL (LT).....	42
4.2.2.	GANANCIA DE PESO (GP)	44
4.2.3.	GANANCIA DE PESO DIARIO (GPD)	50
4.2.4.	ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)	52
4.2.5.	TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE)	56
4.2.6.	PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (PS)	59
4.3.	INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	59
V.	CONCLUSIONES	64
VI.	RECOMENDACIONES	65
VII.	BIBLIOGRAFÍA	66
VIII.	ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Composicion del fruto de copoazú.....	16
Tabla 02: Composicion fisicoquímica de las semillas de copoazú	17
Tabla 03. Parametros de la calidad del agua.....	18
Tabla 04: Tipos de análisis fisicoquímicos realizados en la harina de semilla de copoazú y sus respectivas normas de determinación	23
Tabla 05: Composición porcentual (% P/P) de los insumos y aditivos de las dietas experimentales formuladas para juveniles de Paco.	27
Tabla 06: Parámetros fisicoquímicos del agua de estanque.....	34
Tabla 07: Análisis fisicoquímico de la semilla de copoazú (<i>Theobroma grandiflorum</i>).....	39
Tabla 08: Análisis fisicoquímico (% en base húmeda) de la dieta testigo y las tres dietas experimentales con inclusión de harina de semilla de copoazú, empleadas en la alimentación de juveniles Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	41
Tabla 09: Longitud Total (cm) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.....	42
Tabla 10: ANOVA de Longitud Total (LT)	43
Tabla 11: Ganancia de Peso (g) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.....	45
Tabla 12: ANOVA de Ganancia de Peso (GP)	45
Tabla 13: Ganancia de Peso Diario (g) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.....	50
Tabla 14: ANOVA de Ganancia de Peso Diario (GPD).....	50

Tabla 15: Índice de Conversión Alimenticia de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.	53
Tabla 16: ANOVA del Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	53
Tabla 17: Tasa de Crecimiento Especifico (%) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.	56
Tabla 18: ANOVA de la Tasa de Crecimiento Específico (TCE).....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Paco juvenil	6
Figura 02: Madre de Dios: Cosecha de principales especies en Kg, 2008-2015	9
Figura 03: Fruto Copoazú	16
Figura 04: Diagrama de flujo para elaboración de Harina de semilla de Copoazú.....	24
Figura 05: Proceso de extracción de la Semilla de Copoazú	25
Figura 06: Semillas de Copoazú expuestas al sol.	25
Figura 07: Semillas de Copoazú secas.....	25
Figura 08: Proceso de Molienda	26
Figura 09: Diagrama de Flujo de la Elaboración de las dietas Extrusadas	28
Figura 10: Insumos homogenizados	29
Figura 11: Dieta Extrusada	30
Figura 12: Secado de las cuatro dietas	30
Figura 13: Dietas obtenidas al 5%, 10%, 15% con inclusión de harina de semilla de Copoazú y Testigo	31
Figura 14: Ripas colocadas en cada estaca	32
Figura 15: Estanque lleno de agua	33
Figura 16: Alimentación de peces.....	34
Figura 17: Captura de peces para Muestreo Biométrico.....	35
Figura 18: Peso	36
Figura 19: Longitud.....	36
Figura 20: Curva de crecimiento en Longitud Total (cm) durante la fase juvenil de Paco, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.	43
Figura 21: Ganancia de Peso (g) de juveniles Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada	46

Figura 22: Curva de crecimiento en Peso (g) durante la fase juvenil de Paco, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.....	49
Figura 23: Ganancia de Peso Diario (g) durante la fase juveniles Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.....	51
Figura 24: Índice de Conversión Alimenticia durante la fase juvenil de Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.....	54
Figura 25: Tasa de Crecimiento Especifico (%) durante la fase juvenil de Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.....	57
Figura 26: Temperatura del agua (°C) registrada durante el cultivo de juveniles Paco.....	60
Figura 27: pH del agua registrado durante el cultivo de juveniles Paco.....	61
Figura 28: Oxígeno Disuelto del agua (mg/L) registrado durante el cultivo de juveniles Paco	62
Figura 29: Conductividad del agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada durante el cultivo de juveniles Paco.....	63

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de la harina de semilla de copoazú, *Theobroma grandiflorum* en la dieta balanceada, sobre los indicadores de crecimiento de juveniles paco, *Piaractus brachypomus*; alimentados con tres dietas extrusadas al 25% de nivel proteico, con inclusión de la harina de semilla de copoazú (T1 = 5%, T2 = 10%, T3 = 15%) y una dieta Testigo (0%) durante 90 días. La población experimental fue de 180 especies, que fueron distribuidos en cuatro unidades experimentales de 60 m², con una densidad de 0,75 pez/m², con una longitud y peso promedio inicial de 21.33 cm y 182.92 g, respectivamente. Se suministró alimento dos veces al día, en horarios de (8:00 y 15:00h), con una tasa de alimentación inicial de 5% y final de 1.5%. Quincenalmente se realizaron evaluaciones biométricas (15 peces/tratamiento) para medir el crecimiento en longitud y peso, y además reajustar las raciones de alimento a suministrar en los siguientes 15 días. La calidad del agua fue monitoreada quincenalmente: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad.

En los indicadores de crecimiento evaluados no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$). El T1 obtuvo resultados en ganancia de peso (GP: 644,44 ± 115,49 g), ganancia de peso diario (GPD: 7,16 ± 1,28 g/día), longitud total (LT: 33,60 ± 1,26 cm), índice de conversión alimenticia (ICA: 1.27 ± 0.24) y tasa de crecimiento específico (TCE: 1,65 ± 0,16 %/día), con una supervivencia del 100%. La harina de semilla de copoazú mostro ser un ingrediente alternativo para la alimentación de juveniles paco, pudiendo ser empleada en las dietas balanceadas.

Palabras Clave: Paco, harina de semilla de copoazú, alimentación, dietas.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of inclusion of seed meal copoazú, *Theobroma grandiflorum* in the balanced diet, on the growth indicators of juveniles paco, *Piaractus brachypomus*; (T1 = 5%, T2 = 10%, T3 = 15%) and a witness diet (0%) for 90 days were fed with three diets extruded at 25% protein level. The experimental population was of 180 species, which were distributed in four experimental units of 60 m², with a density of 0.75 fish/m², with an initial average length and weight of 21.33 cm and 182.92 g, respectively. Food was given twice daily, at (8:00 and 15:00h), with an initial feed rate of 5% and final 1.5%. Biometric assessments (15 fish / treatment) were taken biweekly to measure growth in length and weight, and also to readjust the rations of food to be delivered in the next 15 days. The water quality was monitored every two weeks: temperature, pH, dissolved oxygen and conductivity.

In the growth indicators evaluated there was no significant difference ($P > 0.05$). T1 obtained results in weight gain (WG: 644.44 ± 115.49 g), weight gain daily (WGD: 7.16 ± 1.28 g/day), total length (LT: 33, 60 ± 1.26 cm), conversion feed rate (FCR: 1.27 ± 0.24) and growth velocity in weight (GVW: 1.65 ± 0.16 %/day), with a survival rate of 100%. Copoazú seed meal proved to be an alternative ingredient for the feeding of juvenile paco, which can be used in balanced diets.

Keywords: Paco, seed meal, food, diets.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura a nivel mundial tiene una relevancia importante y se considera una de las principales fuentes de producción de alimento de alto valor nutricional y desde hace 50 años se ha convertido en una actividad económica generadora de empleo e ingresos (*Dirección Regional de la Producción DIREPRO, 2014*). En el Perú en la última década el crecimiento de la acuicultura ha sido del 30% anual desde 6 600,00 t en el año 2000 hasta los 92 200,00 t en el 2011, siendo la concha de abanico la especie que aporta casi el 75% de la producción nacional (*Ruiz, 2012*).

La Región Madre de Dios tiene una actividad económica emergente en piscicultura basada en el cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), gamitana (*Colossoma macropomum*) y pacotana (*Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum*), siendo estas especies las más destacadas e importantes por sus características y preferencias en el mercado local, encontrándose en un proceso de crecimiento y con proyección de expansión; de acuerdo a *DIREPRO (2016)*, la producción de Paco ascendió a 371 298,00 kg en 2015, alrededor de 83 064,00 kg más que en 2014.

Entre las ventajas de desarrollar la acuicultura se encuentra la disponibilidad y calidad del agua dulce en el área amazónica, topografía de los suelos que permite la construcción de los estanques y hábito de consumo de la población (*Atencio, 2001*; citado por *Chu-Koo, 2013*). Las limitaciones que presenta la piscicultura es el abastecimiento sostenido de alimentos balanceados; los cuales representan más del 50% de los costos de producción, cuyos componentes principales son la harina de pescado y el maíz, con precios inestables, que caracteriza actualmente al mercado mundial de alimentos; por ello se debe fomentar la investigación para la producción de alimentos con concentraciones proteicas adecuadas, utilizando insumos producidos en la Región (*Alvarez 2008*).

El paco (*Piaractus brachypomus*) puede consumir frutos, semillas, sorgo, trigo y tortas oleaginosas de coco, algodón; sin embargo, estos alimentos no son completos y es

necesario suministrar raciones balanceadas que garanticen un crecimiento y engorde en corto tiempo. Estudios preliminares en la alimentación de paco y gamitana evaluaron la inclusión de plátano, yuca, pijuayo, castaña, pulpa de café, etc., en la elaboración de alimento balanceado cuyos resultados fueron bastante alentadores en algunos casos (*Chu-Koo y Kohler, 2005; Mercado et al., 2009; Bautista et al. 2005*). Sin embargo, la disponibilidad de los insumos evaluados son estacionales o sus precios no son estables a lo largo del año (*Casanova-Flores y Chu-Koo, 2008*); por ello se presenta como una opción de insumo incluir la harina de la semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en elaboración de alimento balanceado para juveniles paco; puesto que en su gran mayoría es desechada en base a ello y con el continuo crecimiento de la producción de copoazú, la cual se estima que incremente cuya producción fue de 295,03 t en 2014, ascendiendo a 437,92 t en 2015 (*Gobierno Regional de Madre de Dios GOREMAD, 2016*) y de acuerdo a (*GOREMAD, 2014*), que según ordenanza regional N° 12-2014-RMDD/CR aprobó un plan de implementación de cadenas productivas del copoazú y otros productos.

De acuerdo a *Moreno et al. (2013)* la semilla de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) contiene ácidos grasos: oleico, esteárico, araquídico, palmítico, linoléico, linolénico, etc. *Wijendran y Hayes (2004)* citado por *Moreno et al. (2013)*, asume que el consumo del ácido graso linoléico permite la formación de membranas y hormonas además de contribuir al correcto funcionamiento del sistema inmune; similarmente *Morris (2007)* aduce que los ácidos grasos linoléico (omega 6) y linolénico (omega 3) juegan un papel muy importante en la salud del pez; y de acuerdo al *Tratado de Cooperación Amazónica TCA (1999)*, estos ácidos grasos esenciales deberían ser incorporados a niveles por lo menos de 1% del alimento para el máximo crecimiento de peces tropicales.

Las variables estudiadas son: INDEPENDIENTES: Inclusión de la Harina de Semilla de Copoazú en la dieta: 5%, 10%, 15%. DEPENDIENTES: Indicadores de Crecimiento: índice de conversión alimenticia (ICA), longitud total (LT), ganancia de peso (GP), ganancia de

peso diario (GPD), tasa de crecimiento específico (TCE) y porcentaje de supervivencia (PS); planteándose los siguientes objetivos:

a. Objetivo General:

- Evaluar efecto de la inclusión de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase juvenil de paco (*Piaractus brachypomus*).

b. Objetivos Específicos:

- Determinar la concentración adecuada de inclusión de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) al (5, 10 y 15%) en la dieta balanceada para la alimentación de juveniles paco (*Piaractus brachypomus*).
- Evaluar los indicadores de crecimiento: LT, GP, GPD, TCE, ICA y PS; durante la etapa juvenil del ciclo de producción de juveniles paco (*Piaractus brachypomus*).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REALIZADOS

2.1.1. Estudios realizados en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus*)

De acuerdo a la investigación realizada por Mercado et al., (2009). “**Efecto de la suplementación de Castaña (*Bertholletia excelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*), y Mucuna (*Mucuna pruriens*), en la alimentación de juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*)**”; en la cual evaluaron el efecto de diferentes niveles de inclusión de Castaña, Pijuayo y Mucuna en la alimentación paco con respecto a sus parámetros productivos y costos de presupuestos parciales de elaboración del alimento. Emplearon 800 juveniles de paco distribuidos en un estanque dividido en 4 compartimentos de 200 peces cada uno. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos con la única restricción de 18 repeticiones por tratamiento. Tratamiento T1: 30, 5, 15%, tratamiento T2: 33, 5, 9,5% y tratamiento T3: 33, 5, 10%; inclusión de Castaña, Pijuayo y Mucuna respectivamente. Los peces fueron alimentados al 29% de proteína bruta, con una tasa alimenticia de 2 y 1,5%, con peso y longitud promedio inicial de 221 g y 19,8 cm respectivamente, durante 100 días, Los resultados que obtuvieron indican que los parámetros productivos no fueron afectados significativamente ($P>0.05$) por la variación de los niveles de inclusión de estos insumos; los valores más óptimos se obtuvo del tratamiento T1 con peso final = $685,4 \pm 106,37$ g GPD = $5,86 \pm 1,36$ g LT = $32,68 \pm 2,33$ cm y 100% de sobrevivencia. La mejor conversión alimenticia fue del tratamiento T1 con $1,10 \pm 0,39$. El mayor beneficio neto parcial por pescado se presentó en el tratamiento T3 con (S/.7, 03).

Según la investigación realizada por *Tafur et al., (2009)*. “**Paco (*Piaractus brachypomus*) y Gamitana (*Colossoma macropomum*) criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, (*Chaetobranchus semifasciatus*) Cichlidae**”. Evaluó el desempeño productivo de bujurqui-tucunaré, paco y gamitana criados bajo el sistema de policultivo y alimentados con una dieta extrusada de 25% de proteína bruta durante 160 días. Un total de 900 peces (peso inicial de 6.5, 25.8 y 25.3 gramos para bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente) fueron asociados en tres policultivos (T1: bujurqui-tucunaré + paco, T2: bujurqui-tucunaré + gamitana y T3: bujurqui-tucunaré + paco + gamitana), distribuidos al azar dentro de nueve corrales de 100 m², a razón de 1 pez/m², densidad que se mantuvo hasta el final de estudio. Los tres policultivos produjeron interesantes tasas de crecimiento específico (1.93, 1.75 y 1.75) y pesos promedio finales (153.5, 450.4 y 434 g) en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente, aunque en términos generales no influyeron significativamente ($P>0.05$) en un mejor desempeño productivo o en la conversión alimenticia de las especies estudiadas. Estos resultados serán importantes para la piscicultura familiar en comunidades rurales e indígenas de la Amazonía, puesto que el uso de este cíclido planctófago nativo es una alternativa viable a la ilegal introducción de variedades de tilapia en selva baja.

De acuerdo al estudio realizado por *Gomes (2009)*. “**Desempenho do Tambaqui (*Colossoma Macropomum*), da Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do Híbrido Tambatinga (*C. Macropomum X P. Brachypomum*) Mantidos em Viveiros Fertilizados na Fase de Engorda**”. Trabajo con Paco, Gamitana y Pacotana (*C. macropomum x P. brachypomum*) en 12 viveros fertilizados con una densidad de 1.5 peces/m² en cada uno. Alimentados con dieta comercial durante 270 días, al principio con 36% de PB hasta el peso promedio de 120 g, seguido de 32% de PB hasta el peso de 250 g y finalmente 28% de PB hasta concluir la investigación. Empleo 300 ejemplares de cada especie con un peso promedio inicial de $9,23\pm 0,24$ g; $6,16\pm 0,34$

g; y $8,93 \pm 0,33$ g, de Paco, Gamitana y Pacotana respectivamente. Al final los resultados muestran una GP: 337.95, 307.66 y 259,40 g que obtuvo la Gamitana, Paco y Pacotana respectivamente; en GPD: 1.25, 1.14 y 0.96 g/día también lidero la Gamitana, seguido de Paco y finalente Pacotana; en índice de conversión alimenticia: 1.23, 1.41 y 1.49 en Pacotana, Gamitana y Paco respectivamente; TCE: 1.49, 1.31 y 1.26 %/día, para Gamitana, Paco y Pacotana respectivamente.

2.2. PACO (*Piaractus brachypomus*)

Se encuentra en Perú, Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia en las cuencas del Amazonas y Orinoco. El paco en la etapa adulta, presenta una coloración grisácea con reflejos azulejos en el dorso; el abdomen es blanquesino con ligeras manchas anaranjadas; la aleta adiposa es carnosa. En cambio, el paco en etapa juvenil, suelen tener un color más claro con tonalidades rojo intenso o anaranjado en la parte anterior del abdomen, aletas anales y caudal como se muestra en la figura 01. Puede alcanzar en ambiente natural hasta 85 cm de longitud total y pesar alrededor de 20 kg, en condiciones de cultivo puede alcanzar entre 800 g a 1 kg en 10 meses, dependiendo de la densidad de siembra y el alimento suministrado. (Nakada, 2013).



Figura 01: **Paco juvenil**
Fuente: Elaboración propia, 2014

La preferencia por esta especie en nuestro medio es por su rápido crecimiento, rápida aceptabilidad al alimento suministrado, excelente condición para el mono y policultivo, así como para piscicultura asociada, es resistente al manipuleo y tiene un

buen índice de conversión, buenas tasas de crecimiento y resultados promisorios de reproducción inducida y cruzamiento con gamitana generando el híbrido Pacotana (Guerra et al., 1996; Alcántara, 1983; Pereyra, 2013).

2.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

Lauder y Liem en (1983), citado por Morales (2013), definen la ubicación taxonómica de *Piaractus brachypomus* de la siguiente manera:

Phylum: Chordata

Sub-Phylum: *Vertebrata*

Clase: Peces

Subclase: *Gnathostomata*

Orden: *Characiformes*

Familia: *Characidae*

Sub-familia: *Serrasalminidae*

Género: *Piaractus*

Especie: *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)

Nombre Común: Paco.

2.2.2. FASES DE DESARROLLO

Según Woynarovich, A y Woynarovich, E. (1998) citado por Atta, R. (2006); las fases de desarrollo del *Piaractus brachypomus* son:

a) Embrión:

Este estado comienza con la fertilización de los huevos incluyendo todo su proceso de división celular y finaliza con la eclosión o nacimiento del pez.

b) Larvas:

Comienza cuando el embrión nace, la fase larval o post larva se termina cuando ésta toma forma definitiva del pez adulto con una fuerte compresión lateral y una relación altura / longitud alta.

c) Alevín:

El pez tiene ya el formato general del pez adulto con un tamaño reducido de 1.5 a 2.5 cm y la determinación somática del sexo está determinada en esta etapa, lo que significa la formación inicial de los ovarios y los testículos.

d) Juvenil:

Durante el desarrollo de esta etapa, el pez crece en tamaño y termina cuando los órganos sexuales inician su madurez.

e) Adulto:

El pez puede considerarse sexualmente maduro cuando la hembra produce óvulos fértiles y los machos esperma fértil.

2.2.3. CULTIVO

El paco es un producto que presenta gran acogida en el mercado regional, cuyas características son similares a la gamitana, respecto a su hábitat, desarrollo y crecimiento; dificultando su consumo por parte de una población minoritaria por contener mayor cantidad de espinas en comparación al de gamitana, sin embargo por poseer una coloración rojiza mayor aceptación al mercado y menos tiempo en llegar a la talla comercial, hace que sea una de las especies que puede impulsar la acuicultura en la región debido a que es la especie con mayor producción acuícola en el departamento (*DIREPRO, 2014*). El precio de la carne del paco fluctúa similar al de gamitana y escasas veces es inferior. En la figura 02 se muestra la producción de peces con mayor índice de consumo en el departamento de Madre de Dios a partir del año 2008; el cual confirma la preferencia por su fácil adaptación y rápido desarrollo del paco

en comparación con otras especies; ocupando el primer lugar en el 2015 con 371 298,00 Kg, pacotana con 19 080,00 Kg, gamitana con 9 135,00 Kg

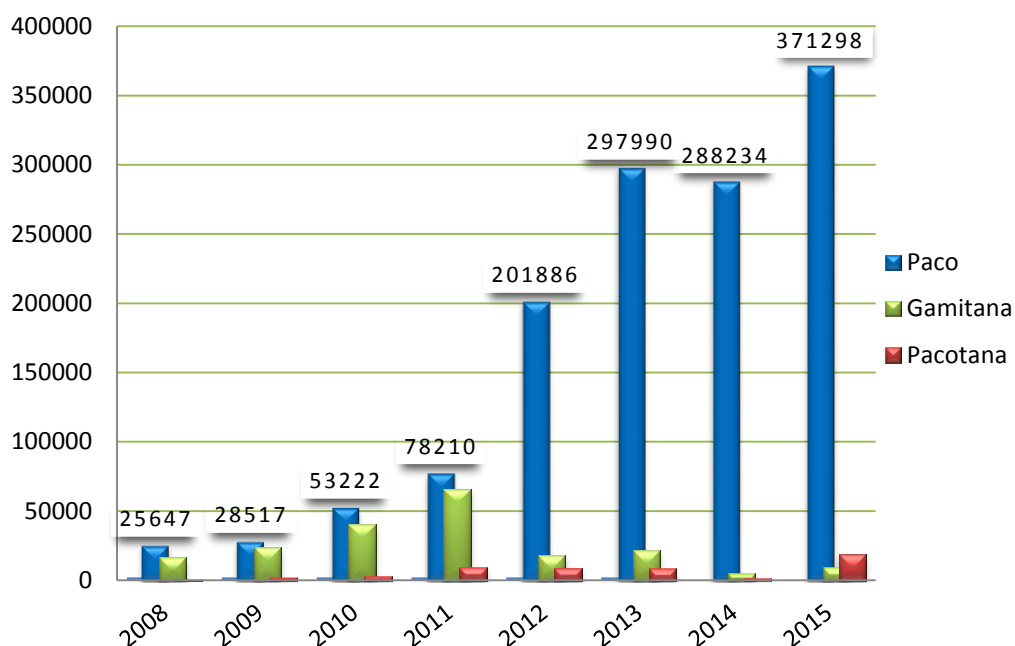


Figura 02: **Madre de Dios: Cosecha de principales especies en Kg, 2008-2015**
Fuente: DIREPRO-MDD, RNIA- Ministerio de la producción

2.3. ALIMENTACION Y NUTRICION

La alimentación es uno de los aspectos más importantes durante el cultivo de peces, representa el mayor gasto para el piscicultor y por lo tanto, debe ser bien manejada. Los alimentos son productos sólidos o líquidos que ingieren los peces y de los cuales obtienen los nutrientes que necesitan para vivir, estos alimentos en el medio natural son diversos y pueden ser flores, frutos, semillas, hierbas, insectos, crustáceos, huevos, larvas plancton, otros peces, etc. (Pereyra, 2013)

Los nutrientes, son compuestos químicos contenidos en los alimentos que aportan a las células todo lo que necesitan para vivir. Estos nutrientes son: proteínas, aceites, vitaminas, minerales y tienen como función aportar energía para el funcionamiento celular de los peces y estos puedan realizar diversas actividades (nadar, buscar alimento, respirar, reproducirse, huir), además proporcionar los elementos materiales necesarios para formar la estructura del organismo en el crecimiento y renovación (Pereyra, 2013).

2.3.1. REQUISITOS NUTRICIONALES

Campabadal y Celis (1996), citado por *Morales (2013)*, señalan que el tipo de ingrediente y su nivel influirán en la composición nutricional del alimento, la formulación debe estar acorde con los requerimientos nutricionales de las especies a alimentar. Finalmente, el procesamiento empleado podría afectar las características físicas y químicas del alimento, entre ellos, su estabilidad en el agua, forma y tamaño, atractabilidad, palatabilidad y disponibilidad de nutrientes.

El alimento extruido al ser sometido a altas temperaturas y presión permite mayor compresión en el alimento evitando mayores pérdidas en comparación con el alimento peletizado; de acuerdo a *Oliva (2008)*, contribuye en un gran número de formas a reducir el impacto ambiental de la acuicultura y al logro de mejores rendimientos durante el proceso productivo y posee ventajas como: el permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, presentar mayor durabilidad de almacenamiento, bajo contenido de finos, mayor estabilidad en el agua y polución significativamente reducida. Asimismo posee mayor digestibilidad, mayor contenido energético y evacuación estomacal.

La dieta de los peces debe incluir grasas, proteínas e hidratos de carbono, así como las vitaminas y cantidades mínimas, pero esenciales de minerales. También hace falta material fibroso para proporcionar cuerpo y que los movimientos del intestino tengan apoyo, de manera que el alimento vaya moviéndose gradualmente hacia la parte posterior del intestino y que sus distintos nutrientes y componentes, vayan siendo digeridos y absorbidos. Los restos indigeribles apilados juntos al final del intestino, estimulan finalmente a los músculos que los expulsan (*Stevenson, 1985*; citado por *Morales, 2013*).

2.3.1.1. PROTEINA

Es el compuesto más importante puesto que es el constituyente básico de las células, representa después del agua el grupo químico más abundante en ellas (Vásquez, W. 2004). Las proteínas desempeñan un triple papel en nutrición de peces aportan: energía, aminoácidos y satisfacen los requerimientos de proteínas funcionales (enzimas y hormonas) (Ensminger y Olentine 1983); y de acuerdo a Tacón (1989) un buen abastecimiento de esta repercute en un crecimiento rápido. Los niveles de proteína bruta requeridos para un óptimo crecimiento varían de acuerdo a la especie, condiciones de cultivo, condiciones ambientales, estado fisiológico y de desarrollo (Elangovan y Shim, 1997 citado por Vásquez, W. 2004). De acuerdo a Guerra et al. (2006) y De la Quintana (2010), la cantidad de proteína requerida en la etapa juvenil del paco debe ser de 25%.

2.3.1.2. GRASAS

Las grasas son la fuente de energía más concentrada, indispensable en las dietas por ser constituyentes de las membranas celulares, hormonas, vehículos de las vitaminas liposolubles y el aporte de ácidos grasos esenciales (Morales, 2013). De acuerdo a Castagnioli (1979), los lípidos se constituyen en fuentes de energía de aprovechamiento inmediato para los peces; cuando una dieta contiene niveles muy altos de grasa, puede causar su acumulación en el pez, perjudicando inclusive su sistema metabólico y su presentación en el mercado, recomienda usar en la formulación valores moderados de grasas, entre 6 y 8%; pero de acuerdo al TCA (1999) es recomendable utilizar valores de lípidos entre el 4-10% de la dieta, debido a que las cantidades mínimas y tipos de grasas necesarias para el crecimiento más eficiente de los peces no son bien conocidos.

2.3.1.3. CARBOHIDRATOS

Después de las proteínas y lípidos, los carbohidratos representan el tercer grupo de compuestos orgánicos más abundantes en el cuerpo animal, en contraste, los carbohidratos constituyen los nutrientes orgánicos principales del tejido vegetal. El grupo de los carbohidratos incluye importantes compuestos como la glucosa, fructosa, sucrosa, almidón, glicógeno, quitina y celulosa.

La digestibilidad y metabolismo de carbohidratos en los peces amazónicos es limitada. Todas las enzimas necesarias para la digestión y utilización de carbohidratos han sido encontradas en los peces, pero su participación aún es desconocida. Sin embargo en el medio natural estos peces se alimentan en gran escala de frutos, semillas y hojas de plantas cuya composición bromatológica está constituida mayormente de carbohidratos (TCA, 1999). Aunque no ha sido determinado con exactitud cuáles son las exigencias cualitativas y cuantitativas de carbohidratos solubles, se ha demostrado que su ausencia en la dieta reduce significativamente la ganancia de peso diario (Vásquez, W. 2004).

2.3.1.4. FIBRA

Es un material difícil de digerir por los peces. Se encuentra en poca cantidad en la harina de pescado y en la carne, pero los granos y cáscaras de semillas tienen alto contenido de fibra, pasando ésta por el sistema digestivo sin ser aprovechada. En la formulación de una dieta algunos nutricionistas opinan que el porcentaje de fibra no debe ser mayor del 10% (TCA, 1999).

2.3.1.5. VITAMINAS

Son compuestos orgánicos de bajo peso molecular; componentes naturales de los alimentos, están presentes en los alimentos en cantidades mínimas y son esenciales para el metabolismo (Vásquez, W. 2004). La mayoría de las vitaminas no

son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien si lo son, es a una tasa muy inferior, que permita cubrir los requerimientos de los animales.

Las vitaminas son elementos necesarios para la salud, vida y crecimiento del pez. Los niveles óptimos de vitaminas necesarias, no son bien conocidos para algunas especies de clima cálido, pero se ha estudiado mucho sobre deficiencias de éstas y las consecuencias que generalmente se manifiestan en enfermedades irreversibles (TCA, 1999).

2.3.1.6. MINERALES

Los peces requieren minerales como factores esenciales, para el metabolismo y el crecimiento. Los peces tienen la capacidad de absorber parte de los minerales requeridos directamente del agua a través de las branquias o incluso a través de toda la superficie corporal. Este proceso es importante para la osmoregulación en los peces de agua dulce, pero también para su nutrición. Sin embargo, los minerales absorbidos del agua no satisfacen el requerimiento total, por lo que es necesario agregar minerales en la dieta (TCA, 1999).

2.4. FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION DE PECES

Para un buen crecimiento de los peces va a depender en gran medida del contenido proteico en la dieta, a lo cual es indispensable que se utilicen ingredientes ricos en Proteínas (Martínez *et al.*, 1996) que abarcan cerca del 50 al 70% dentro de la formulación del alimento (Akiyama, 1992). En consecuencia, debido al alto costo de este componente en la dieta (Martínez *et al.*, 1996), la investigación relativa a las fuentes de proteína para dietas destinadas a organismos acuáticos y su porcentaje de inclusión ha recibido más atención que cualquier otro nutriente.

Los sustitutos de la harina de pescado pueden ser de origen animal y vegetal, e inclusive microbiano, y tienen el potencial de ser usados como ingredientes en los alimentos para animales (Tacón, 1989). Tradicionalmente, la harina de pescado ha

sido la base en la formulación de raciones debido a su calidad nutritiva y palatabilidad (Treviño y Celis, 1995); sin embargo, el alto costo y el rápido desarrollo de la acuicultura, así como en la alimentación de especies terrestres en crianza, han hecho que se dediquen esfuerzos para buscar fuentes alternas de proteínas (Dersjant-Li, 2002; Martínez et al., 1996), considerándose los derivados de granos y semillas de oleaginosas como fuentes alternativas importantes, más aún con el uso de suplementos enzimáticos (Hardy, 2000), y al parecer la tendencia de la investigación en lo referente a la disminución del precio de los alimentos para organismos acuáticos va a prevalecer sobre la prioridad actual: el aumento de la productividad (Lovell, 1991).

2.4.1. COPOAZÚ COMO RECURSO ALIMENTICIO PARA PACO

Las semillas de copoazú en la región generalmente son desechadas, empleándose la pulpa en refrescos, néctar, coctel, etc. El presente proyecto presenta como una opción viable emplear la harina de semilla de copoazú en la inclusión de la formulación de la dieta balanceada para alimentación de juveniles paco.

2.4.1.1. DESCRIPCION BOTANICA DEL COPOAZU (*Theobroma grandiflorum*)

Se encuentra distribuido en forma silvestre en la cuenca de la amazonia de países de Brasil, Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia. Planta leñosa, arbórea, de ciclo perenne, de crecimiento erecto y semierecto, de forma cilíndrica. En árboles de tres años y medio se ha registrado tronco con diámetro de 10 cm y altura de 4 m, en estado adulto la altura puede llegar a 18 m, los brotes nuevos presentan pubescencia y antocianinas. La flor es solitaria, axilar, con corola de color morado, es pubescente y tiene estípulas en el pedúnculo. El fruto es una baya, posee diferentes formas: ovada, elíptica y oblonga, generalmente tiene ápice y base terminados en punta. La cáscara es de 1 cm de grosor, dura, recubierta por pilosidades de color café rojizo, la pulpa que rodea las semillas es blanca, crema o amarillo cremoso (Melgarejo et al., 2006). La forma de las semillas es elíptica-aplanada (Vélez, 1991; citado por Melgarejo et al., 2006). El fruto

puede contener de 20 a 50 semillas pero existen plantas que producen frutos sin semillas (*Vargas y Argüelles, 2000*, citado por *Melgarejo et al., 2006*).

2.4.1.1.1. CLASIFICACION TAXÓNOMICA

De acuerdo a *Melgarejo et al. (2006)* la clasificación del copoazú se realiza de la siguiente forma:

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Caryophyllidae.

Orden: Malvales

Familia: Esterculiaceae

Género: Theobroma

Especie: grandiflorum

Nombre científico: *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K. Schum.)

Nombre Común: Copoazú.

2.4.1.1.2. VARIABILIDAD GENÉTICA

De acuerdo a *Melgarejo et al., (2006)* respecto al fruto se conocen diferentes variedades que, en términos generales, se caracterizan por su forma o según su cáscara o corteza, y se distinguen tres grupos:

Copoazú Redondo: Es la variedad más común de la Amazonia brasilera, los frutos presentan extremos redondeados y su cáscara tiene de 6 a 7 mm de grosor, con cerca de 1.5 Kg

Copoazú Mamorana: Sus frutos son los de mayor tamaño en todas las variedades conocidas, sus extremos son puntudos y su cáscara es más gruesa, entre 7 y 9 mm, y puede alcanzar un peso de 4 Kg Esta fue la variedad utilizada en la investigación (Ver Figura 03).



Figura 03: Fruto Copoazú
Fuente: Elaboración propia, 2014

Copoazú Mamau: Su mayor característica es la carencia de semillas también recibe los nombres de copo sin semilla o copoazú sin semilla. Puede alcanzar 2.3 Kg, con el 67% de pulpa.

2.4.1.1.3. COMPOSICIÓN

De acuerdo a *Rojas et al. (1996)*, la composición del copoazú se detalla en la tabla 01 con un peso promedio de 896 gr por fruto tomando como muestra 30 frutos de 10 árboles.

Tabla 01: Composición del fruto de copoazú

Peso fruto	Cascara %	Semilla %	Pulpa %	Placenta %
Promedio 896 g	43	16,9	35,9	4,20
Rango 349-1969 g	31,16 – 54,97	7,58 -26,64	23,20 – 45 - 81	1,04 – 8,50

Fuente: Rojas et al., 1996

Las semillas son esencialmente oleaginosas presentando generalmente contenido de lípidos superiores al 50% (*Urano et al., 1999*). Los principales ácidos grasos presentes en el aceite son los ácidos oleico y esteárico. En proporciones menores se encuentran también los ácidos araquídico, palmítico, linoleico, bénico, galadoléico, heptadecanoico y palmitoléico (*Chaar, 1980; Silva 1988; citado por Urano et al., 1999*). En la tabla 02 se muestra la composición de las semillas de copoazú

comparado con diversos autores, el contenido 1, 2 y 3 son porcentajes en base a materia seca.

Tabla 02: Composición fisicoquímica de las semillas de copoazú

Componente	Contenido ¹	Contenido ²	Contenido ³	Contenido ⁴
Proteína	11.86	20.02	20.00	10.19
Lípido	57.32	50.77	50.80	35.78
Carbohidratos	24.25	15.94	15.90	21.31
Ceniza	4.07	3.69	3.70	2.58
Fibra	1.94	9.58	9.60	0.47
Humedad	-	-	-	29.67

Fuente: Adaptado de 1. Philocreon(1962) y 2. Chaar (1980) citado por Urano et al., 1999; 3. Villachica, 1996 citado por Sánchez, 2006 y 4. Melgarejo et al., 2006.

2.4.1.1.4. PRODUCCIÓN

La producción de copoazú fue de 295,03 t en el 2014, incrementando a 437,92 t en el 2015 (*GOREMAD, 2016*). Es sin duda uno de los productos económicamente más prometedores para ser integrados en sistemas agroforestales (*Rodríguez-Medel, J. 2003*).

2.4.1.1.5. UTILIZACIÓN

El consumo de la pulpa es directo, y se utiliza en la preparación doméstica o industrial de refrescos, jugos, postres, helados, etc. Un producto secundario del fruto, es la semilla que podría ser empleado como insumo para la alimentación de peces, teniendo en cuenta que en su mayoría es desechado.

2.5. CALIDAD DEL AGUA

Para el desarrollo de la acuicultura se requiere de un buen abastecimiento de agua. El agua, siendo el medio de vida de los peces en cultivo, debe contar con la calidad adecuada de acuerdo a la especie-objetivo; de otra forma el crecimiento será sub-óptimo e incluso podría presentarse mortalidad en los cultivos (*Balbuena, 2011*).

Además de la cantidad, debe considerarse la calidad, la cual está determinada por los valores de ciertos parámetros físicos y químicos (Guerra et al., 2006).

En la tabla 03 se muestran los parámetros más importantes evaluados durante la investigación.

Tabla 03. Parametros de la calidad del agua

PARÁMETROS	UNIDADES OPTIMO	RANGO	MÍNIMO	MÁXIMO
Temperatura ¹	°C	26-30	20	32
Oxígeno disuelto ²	mg/L	6.0-7.0	4.0	8.0
Conductividad ³	μS/cm	0-500	0	500
pH ²	adimensional	7-8	6.0	9.0

Fuente: 1. Pereyra (2013), 2. Guerra et al., 2006 y 3. Longoni et al. (2001)

2.5.1. Temperatura

La temperatura es un parámetro de mucha importancia en el cultivo de peces, por cuanto éstos son animales poiquiloterms. Es decir, que su temperatura corporal depende de la temperatura ambiental; así cada especie puede vivir dentro de ciertos límites de temperatura. Sin embargo ocurren determinados procesos en intervalos estrechos de temperatura, como por ejemplo: la reproducción y el crecimiento. Fuera de este intervalo los peces están sometidos a condiciones estresantes, que los hacen propensos al ataque de enfermedades. De acuerdo a *Pereyra (2013)*, los peces de la amazonia peruana se desarrollan bien en un rango de temperatura de 20° a 32°C.

2.5.2. pH

Permite conocer la actividad y los procesos de producción y respiración que ocurren en los ecosistemas acuáticos, hace relación a la concentración de iones Hidrógeno (H+) libres en el agua que se presentan en un momento dado (*Wetzel y Likens, 2001*; citado por *Agudelo et al., 2006*). Cuando predominan, los procesos de respiración y descomposición, se incrementan los iones positivos H+, haciendo que el pH baje; caso contrario ocurre cuando la producción predomina sobre la respiración, logrando que el pH se vea aumentado. (*Agudelo et al., 2006*). Según *Kohler et al. (2007)*

y *Guerra et al, (2006)*, el pH del agua es productiva cuando presenta niveles de pH cercanos al neutro. Cuando el agua presenta valores de pH bajos (6 o menos) o muy alcalinos (por encima de 9) los peces suelen tener serios trastornos, como necrosis de aletas y lóbulos branquiales, problemas en la reproducción, cambios de coloración, exceso de mucus cutáneo, falta de apetito, irritación y muchas veces los peces tienden a acercarse cerca de la superficie del agua (*Mancini, A. 2002*).

2.5.3. Oxígeno

El oxígeno disuelto, como indicador de las reacciones biológicas y bioquímicas que se llevan a cabo en el agua, es uno de los compuestos más importantes para el metabolismo del ecosistema y para la biota acuática. El oxígeno en el agua, proviene de la atmósfera por difusión directa, por efecto de los vientos que mezclan las capas superficiales del ecosistema acuático o como producto del proceso fotosintético de las microalgas y plantas acuáticas que tengan sus hojas debajo del agua (*Margalef, 1983; Esteves, 1988; citado por Agudelo et al., 2006*). De acuerdo a *Mancini (2002)*, la pérdida se produce por respiración del plancton, por difusión, respiración de peces y organismos del fondo (bentos).

2.5.4. Conductividad

Es una de las mejores medidas de la riqueza del agua y está dada por iones disueltos de ella. Esta relacionada directamente a la salinidad, que para agua dulce le corresponde a la concentración de todos los iones disueltos, los mismos que determinan la presión osmótica del agua a la que deben adaptarse las diferentes especies de peces. Los iones más frecuentes son: calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros. De acuerdo a *Agudelo et al. (2006)*, la mineralización del agua, depende de la presencia de iones y de su concentración (a mayor concentración iónica, mayor conductividad). De acuerdo a *Longoni et al. (2001)* se encuentran dentro de los valores considerados normales valores (0-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) de conductividad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia Prima

Las semillas del copoazú (*Theobroma grandiflorum*) empleadas fueron recolectadas en el Centro de Investigación “Roger Wilder Beuzeville Zumaeta” del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)-Sede Madre de Dios. Ubicado en el sector el castañal, distrito y provincia de Tambopata, altura del km 19.5 carretera interoceánica sur Puerto Maldonado – Cusco.

3.1.2. Material Biológico

Los ejemplares estudiados fueron 180 juveniles de paco, sembrados con un peso promedio de 182.92 g y una longitud total promedio de 21.33 cm; distribuidos en cuatro compartimentos a razón de 45 peces por tratamiento, los cuales fueron obtenidos del mismo centro de investigación.

3.1.3. Insumos para la Elaboración de la Dietas

- Maíz amarillo
- Harina de Pescado 65%
- Harina de soya integral 44%
- Torta de soya
- Sal
- Fosfato monodivalente
- Carbonato de calcio
- DL-Metionina 99%

- L-Lisina HCL 78%
- Cloruro de colina
- Premezcla Vit-Min acui
- Aflaban
- Funginat
- Agua

3.1.4. Equipos y Materiales

a) Equipos

- Balanza granataria digital de 25 kg con sensibilidad de 0.5 g
(Calibrado de según Anexo 29)
- Maquina Tornillo
Modelo: TTT-4XT, Serie: JP-038, Año: 2011, Peso: 200 Kg
- Maquina Mezcladora
Modelo: MHT-150X, Serie: JP-421, Año: 2011, Peso: 250 Kg
- Maquina Extrusor
Modelo: ZTT-900X, Serie: JP-513, Año: 2011, Peso: 800 Kg
- Maquina Molino
Modelo: MMT-35 5RX, Serie: JP-005, Año: 2011, Peso: 350 Kg
- Multiparámetro
Modelo YSI 556 MPS
- Motobomba de 16 HP y sistema de bombeo
- Cámara fotográfica

b) Materiales

- Ictiómetro de 60 cm
- Baldes de plástico de 18 L
- Red de arrastre de 40m*3m de 0.5 pulgada de abertura de malla.
- Cuaderno de apuntes
- Fichas de registros
- Lapiceros

3.2. MÉTODOS

3.2.1. TRATAMIENTOS

En la presente investigación se plantearon 4 tratamientos (T1, T2, T3, Testigo), con la única restricción del número de unidades experimentales que se tomaron en cada tratamiento, los mismos que corresponden a 45 peces, los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en 4 compartimentos.

Tratamiento 1 (T1) = 5% Harina de Semilla de Copoazú

Tratamiento 2 (T2) = 10% Harina de Semilla de Copoazú

Tratamiento 3 (T3) = 15% Harina de Semilla de Copoazú

Testigo = 0% Harina de Semilla de Copoazú

3.2.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se desarrolló en el Centro de Investigación “Roger Wilder Beuzeville Zumaeta” del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)-Sede Madre de Dios. Ubicado en el sector el castañal, distrito y provincia de Tambopata, en las coordenadas de Altitud entre 250 - 350 m.s.n.m., de Latitud Sur: 11° 35” y Longitud Oeste: 69° 10”, con una temperatura ambiental promedio anual de 24°C

y precipitación anual promedio de 2200 mm, en la carretera interoceánica sur Puerto Maldonado - Cusco, altura del km 19.5, en la región de Madre de Dios.

3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.3.1. COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA SEMILLA DE COPOAZÚ

Al inicio de la investigación se realizó el análisis fisicoquímico de la harina de semilla de copoazú, en el Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Ubicado en la ciudad del Cusco; determinándose la humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza, para la formulación exacta del alimento balanceado. Los análisis realizados y sus respectivas normas se muestran en la tabla 04.

Los carbohidratos fueron hallados por diferencia de la sumatoria de los porcentajes de (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra) del 100%. Método recomendado por Pearson (1998), citado por *Enriquez y Vilcapoma (2012)*.

Tabla 04: Tipos de análisis fisicoquímicos realizados en la harina de semilla de copoazú y sus respectivas normas de determinación

ANÁLISIS	NORMA
Humedad	NTP. 205.002
Proteína	NTP 205.005
Grasa	NTP 205.006
Ceniza	NTP. 205.004
Fibra	FAO 14/7
Carbohidratos	Diferencia

Método empleado para cereales y menestras
Fuente: Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. (2014).

3.3.2. OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SEMILLA DE COPOAZÚ

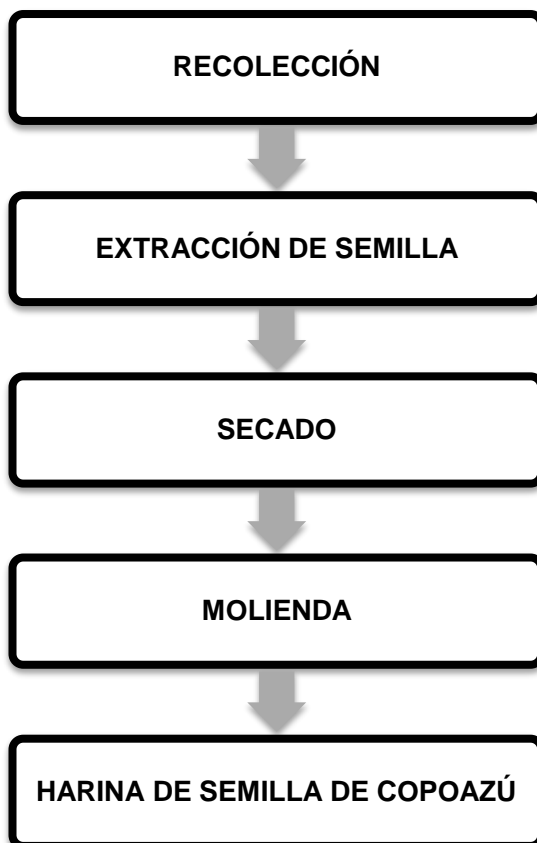


Figura 04: Diagrama de flujo para elaboración de Harina de semilla de Copoazú

Fuente: Elaboración Propia 2014

- Recolección:** Se recolectaron 40 frutos de copoazú para la investigación los cuales se encontraban en buen estado, fueron cosechados del mismo Centro de Investigación “Roger Wilder Beuzeville Zumaeta”, del IIAP altura del km 19.5 carretera Puerto Maldonado-Cusco.

- ii. **Extracción de la Semilla:** Se procedió a partir el copoazú para extraer las semillas cubiertas con pulpa; luego se procedió a separar con tijeras la pulpa de las semillas como se observa en la figura 05.



Figura 05: **Proceso de extracción de la Semilla de Copoazú**
Fuente: Elaboración propia, 2014

- iii. **Secado:** Las semillas fueron expuestas al sol (Ver Figura 06 y 07), al final se verifico que se encuentren secas para evitar que se adhiera a las paredes del molino y genere mayores pérdidas.



Figura 06: **Semillas de Copoazú expuestas al sol.**
Fuente: Elaboración Propia 2014



Figura 07: **Semillas de Copoazú secas.**
Fuente: Elaboración Propia 2014

- iv. **Molienda:** Se realizó la molienda de las semillas de copoazú como se muestra en la figura 08 en una maquina molino (Ver Anexo 16), de acuerdo a *Allance (2013)*, este proceso es muy importante para la operación de mezclado y puede mejorar la utilización nutricional de las materias primas; puesto que la finura o grosor de los ingredientes tiene efecto sobre las características físicas y nutritivas del alimento; mejorando la calidad del pellets.



Figura 08: **Proceso de Molienda**
Fuente: Elaboración Propia 2014.

- v. **Harina de Copoazú:** La harina de semilla de copoazú se obtuvo un color oscuro y húmedo debido a que presenta un alto contenido en grasa.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE LAS DIETAS

3.4.1. FORMULACIÓN DE LAS DIETAS

Se empleó el método de programación lineal mediante el software ZOOTECH 3.0 © 2005⁽¹⁾, que permite formular raciones a mínimo costo y está basado en la técnica de Programación Lineal (PL), (Ver Anexo 19, 20, 21,22). De acuerdo a *Guerra et al., 2006* y De la *Quintana, 2010* la cantidad de proteína requerida en la etapa juvenil del paco debe ser 25% y de acuerdo *TCA (1999)* lípidos entre 4-10%. Las dietas se formularon con 25 % de proteína, 6-9% de lípidos, 3.18-3.37 Mcal/Kg de energía y harina de semilla de copoazú de acuerdo al tratamiento. Los porcentajes de los insumos empleados se detallan en la tabla 05.

Tabla 05: Composición porcentual (% P/P) de los insumos y aditivos de las dietas experimentales formuladas para juveniles de Paco.

INGREDIENTES	DIETAS			
	Testigo (0% Semilla de Copoazú)	T1 (5% Semilla de Copoazú)	T2 (10% Semilla de Copoazú)	T3 (15% Semilla de Copoazú)
Maíz Amarillo	52.29	49.79	46.60	41.60
Torta de Soya 44%	13.00	23.00	28.69	28.19
Harina de Pescado 65%	9.00	9.00	9.00	8.50
Soya Integral	24.00	11.50	4.00	5.00
Harina de Semilla de Copoazú	0.00	5.00	10.00	15.00
Fosfato Monodicalcico	0.35	0.35	0.35	0.35
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50
Carbonato de Calcio	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lisina HCL 78%	0.11	0.11	0.11	0.11
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05
Funginat	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina 99%	0.10	0.10	0.10	0.10
Cloruro de Colina	0.10	0.10	0.10	0.10
Premezcla Vit-Min Acuícola	0.35	0.35	0.35	0.35
TOTAL %	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia 2014

3.4.2. PREPARACION DE LAS DIETAS

El proceso de elaboración de alimento balanceado para juveniles paco se realizó de acuerdo a la figura 09; donde se incluyó la harina de semilla de copoazú.

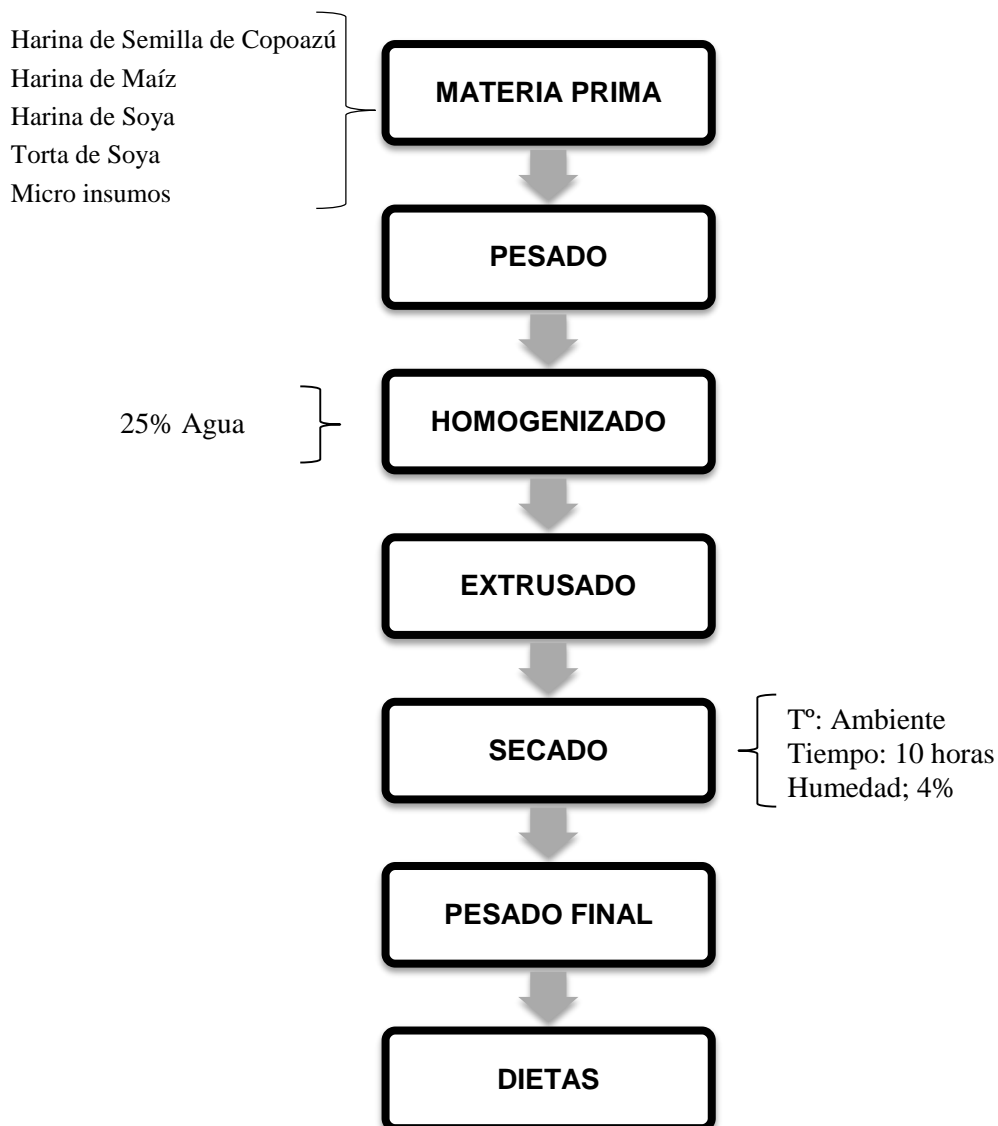


Figura 09: Diagrama de Flujo de la Elaboración de las dietas Extrusadas
Fuente: Elaboración Propia, 2014

3.4.2.1. Descripción del proceso de elaboración de alimento balanceado

A. Materia Prima.- Se empleó harina de semilla de copoazú y otros insumos: harina de maíz, harina de pescado, harina de soya integral, torta de soya (Ver Tabla 04 y Anexo 17); además de los micro insumos como: sal, fosfato monodivalente, carbonato de calcio, DL-Metionina 99%, L-Lisina HCL 78%,

cloruro de colina, premezcla Vit-Min acuícola, aflaban, funginat; los cuales son de normal uso dentro de la elaboración de alimentos balanceados (Ver Tabla 04 y Anexo 18).

B. Pesado.- En esta etapa de proceso se realizó el pesaje de los diferentes ingredientes según fórmulas correspondientes a cada tratamiento; el pesaje se realizó en una balanza granataria digital de 25 kg con sensibilidad de 0.5 g (Ver Anexo 11).

C. Homogenizado.- Se homogenizo los insumos agregando 25% de agua, este proceso se realizó en la maquina mezcladora modelo: MHT-150X (Ver Anexo 14); por un lapso de 2 a 3 min. aprox. como se muestra en la figura 10.



Figura 10: Insumos homogenizados
Fuente: Elaboración propia 2014

D. Extrusión.- Una vez realizado el homogenizado de todos los ingredientes por tratamiento, el contenido paso a través de la maquina tornillo modelo: TTT-4XT (Ver Anexo 13), el cual actúa como vehículo transportando el contenido a la maquina extrusor modelo: ZTT-900X (Ver Anexo 15), en el cual se efectuó el extrusado de las dietas. la granulometría del alimento es

variable de acuerdo con el tamaño de los peces, (alevín, juvenil y adulto.) basado en las recomendaciones de (*Fracalossi, 2002*); en este proceso se empleó los diámetros de 6 mm y 10 mm al inicio y después de 45 días de la investigación respectivamente; como se muestra en la figura 11.



Figura 11: Dieta Extrusada
Fuente: Elaboración propia 2014

E. Secado.- El secado se realizó exponiendo al sol las dietas durante 10 horas como se muestra en la figura 12 en una plataforma de cemento, para evitar la humedad, proliferación de mohos y enranciamiento del producto.



Figura 12: Secado de las cuatro dietas
Fuente: Elaboración propia 2014

F. Pesado Final.- Se pesó las 4 dietas, para determinar el porcentaje de humedad y la cantidad de alimento a suministrar a los peces.

G. Dietas.- Se obtuvieron las 4 dietas listas para alimentar a los peces como se muestra en la figura 13. Al inicio de la investigación se elaboró las dietas con un diámetro de 6 mm y después de 45 días 10 mm



Figura 13: Dietas obtenidas al 5%, 10%, 15% con inclusión de harina de semilla de Copoazú y Testigo con un diámetro de 10 mm

Fuente: Elaboración propia 2014

3.5. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LOS PECES

3.5.1. ACONDICIONAMIENTO DEL ESTANQUE

El desarrollo del trabajo de investigación se realizó en un estanque de 960 m² con 40 m de largo y 24 m de ancho, para ello fue necesario el acondicionamiento empezando con el vaciado de agua del estanque, dejándolo secar durante una semana; posteriormente se procedió a la limpieza (Ver Anexo 08) que consistió en eliminar malezas y retirar todo tipo de objetos que presentes en el estanque.

Posteriormente en una cuarta parte del área total del estanque, se dividieron cuatro compartimentos con dimensiones de 10 m x 6 m =60 m². Se empleando estacas de 2.3 m de largo y mallas anchoveteras para la división como se muestra en la figura 14. Se esparció cal al suelo de acuerdo a lo recomendado por Gobeo (sf.) 30-50 g cal/m² el cual actúa como desinfectante eliminando rastros de parásitos, además de contribuir a la cadena alimenticia del zoo y fitoplancton, se dejó actuar la cal por un día. Finalmente se efectuó el llenado de agua al estanque, a través del bombeo, hasta alcanzar una profundidad de aprox. 1.60 m como se muestra en la figura 15.



Figura 14: Ripas colocadas en cada estaca

Fuente: Elaboración propia 2014



Figura 15: Estanque lleno de agua
Fuente: Elaboración propia 2014

3.5.2. SIEMBRA DE PECES

Se utilizó una red de arrastre de $\frac{1}{2}$ pulgada de malla para capturar a los peces y trasladarlos al estanque de estudio. Los peces fueron sembrados con una densidad de 0.75 pez/m^2 . Las especies de Paco fueron obtenidos del mismo Centro de Investigación “Roger Wilder Beuzeville Zumaeta” del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)-Sede Madre de Dios, en total fueron sometidos a la investigación 180 peces, las cuales fueron distribuidos aleatoriamente en las divisiones a razón de 45 peces por unidad experimental. Los peces se sembraron con longitudes y pesos promedio inicial de $21.41 \pm 1.01 \text{ cm}$ y $185.89 \pm 24.20 \text{ g}$ (Tratamiento 1); $21.33 \pm 0.82 \text{ cm}$ y $183.11 \pm 19.13 \text{ g}$ (Tratamiento 2); $21.44 \pm 1.18 \text{ cm}$ y $176.56 \pm 23.71 \text{ g}$ (Tratamiento 3); y $21.34 \pm 0.87 \text{ cm}$ y $186.11 \pm 18.38 \text{ g}$ (Testigo).

3.5.3. ALIMENTACIÓN

La alimentación se realizó dos veces al día (8:00 y 15:00 horas). La distribución del alimento es al boleó, sobre toda la superficie como se muestra en la figura 16, para reducir la competencia por su captura, además de minimizar la pérdida del alimento ofrecido. Las cantidades de alimento suministrado, fueron registradas en Fichas de Registro de Alimento (Ver Anexo 25). Se inició con una tasa de alimentación de 5%, a medida que se realizaron los muestreos biométricos los niveles de la tasa de alimentación se ajustaron hasta 1.5% al culminar la investigación.



Figura 16: Alimentación de peces
Fuente: Elaboración propia 2014

3.5.4. MUESTREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua en el cultivo de peces es un aspecto de suma importancia; se considera que es de buena calidad cuando las variables estudiadas se encuentran dentro de los niveles adecuados para el normal desarrollo de los peces (Kohler, et al., 2007); de lo contrario se debe tomar medidas para corregir las variaciones. Cualquier disturbio del equilibrio de los peces con el ambiente acuático hace a los peces vulnerables de estrés y de enfermedades (Proença, 1994, citado por Longoni et al., 2001).

Se realizó quincenalmente el muestreo de la calidad del agua del estanque registrándose en una Ficha de Evaluación de la Calidad del Agua (Ver al Anexo 26), para ello se utilizó un Multiparámetro Modelo YSI 556. Las variables evaluadas se indican en la tabla 06.

Tabla 06: Parámetros fisicoquímicos del agua de estanque.

Variable	Método	Unidad
Oxígeno Disuelto	Multiparámetro	mg/L
pH	Multiparámetro	adimensional
Temperatura	Multiparámetro	°C
Conductividad	Multiparámetro	μS/cm

Fuente: Elaboración propia 2014.

3.5.5. EVALUACION BIOMETRICA

Se realizó quincenalmente el muestreo biométrico a las 4 unidades experimentales, donde fueron elegidos 15 peces por tratamiento al azar para registrar el incremento de peso (g) y la longitud (cm), ajustar la cantidad de alimento a suministrar y conocer la salud de los peces. Se dejó de alimentar a los peces el mismo día del muestreo, continuando con la alimentación al día siguiente. Se realizaron un total seis muestreos durante los 90 días de la investigación.

Para la captura de los peces se utilizó una red anchovetera de 50x4 m (LxA) operada por 3 personas (Ver Figura 17), luego fueron colocados en baldes de plástico de 18 L, con agua; se procedió a registrar el peso (g) con una balanza granataria digital (Ver Figura 18) y longitud (cm) utilizando un Ictiómetro de 60 cm (Ver Figura 19).

Posteriormente cada ejemplar evaluado, recibió un baño profiláctico en una solución salmuera (20 g de cloruro de sodio/ litro de agua) por lapso de tiempo de 5 segundos como medida preventiva de patógenos por el manipuleo, al término del mismo se devolvieron los peces a su respectiva parcela experimental.



Figura 17: Captura de peces para Muestreo Biométrico
Fuente: Elaboración propia 2014



Figura 18: Peso
Fuente: Elaboración propia 2014



Figura 19: Longitud
Fuente: Elaboración propia 2014

3.5.6. ANALISIS DE DATOS

Los datos biométricos fueron registrados en Fichas de Evaluación Biométrica (Ver Anexo 27), posteriormente fueron almacenados y procesados en Hojas de Cálculo de Microsoft Excel 2010. Para el análisis estadístico (Análisis de Varianza de un factor) se utilizó el Software SPSS Inc. (Statistical Package for Social Sciences, USA) IBM SPSS Statistics 22. Los resultados de los indicadores de crecimiento de los peces son mostrados como el Promedio \pm la Desviación Estándar de cada tratamiento.

3.5.7. INDICADORES DE CRECIMIENTO

Los indicadores de crecimiento se evaluaron de acuerdo a Deza et al (2002), Rebaza et al. (2002), Mercado et al. (2009), Gutiérrez (2012); siendo los siguientes:

3.5.7.1. Longitud Total (LT)

Expresada en centímetros. Estuvo basada en la longitud comprendida entre el rostro u hocico y el final de las aletas de cada pez. Para obtener esa medida se utilizó un lctiómetro de 60 cm

3.5.7.2. Peso

Expresada en gramos. Estuvo basado en el peso vivo de la especie en estudio, para obtener este indicador de crecimiento se utilizó una balanza granataria digital de 25 kg con sensibilidad de 0.5 g

3.5.7.3. Ganancia de Peso (GP)

La Ganancia de Peso es la diferencia de pesos promedios obtenidos en cada muestreo, está expresado en gramos. Se calculó mediante la siguiente formula:

$$GP = \text{Peso Promedio Final (g)} - \text{Peso Promedio Inicial (g)}$$

3.5.7.4. Ganancia de Peso Diario (GPD)

También es conocida como Velocidad de Crecimiento en Peso. Es la cantidad de peso vivo (gramos) que incrementa la especie, por unidad de tiempo (día). Para calcular la velocidad de crecimiento en peso (g/día) según *Martínez (1987)*, se resuelve según la siguiente formula:

$$GPD = \frac{GP}{\text{Tiempo (días)}}$$

3.5.7.5. Índice de Conversión Alimenticia (ICA):

Representa el grado de asimilación efectiva de los alimentos; expresa la cantidad de alimento que se está convirtiendo en peso vivo del pez (*Martínez, 1987*). Es la relación entre el alimento seco ofrecido y el peso húmedo ganado, y se calcula según la siguiente formula:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de Alimento Individual (g/día)}}{\text{Ganancia de Peso Individual (g/día)}}$$

3.5.7.6. Tasa de Crecimiento en Específico (TCE):

También denominado tasa de crecimiento en peso, se define como el incremento en peso del pez como resultado de procesos bióticos y abióticos, influenciados por el espacio, alimento y temperatura. Está expresado en %/día. La fórmula para calcular la TCE según *Martínez (1987)*, es la siguiente formula:

$$\text{TCE} = \frac{(\text{Ln Peso final} - \text{Ln Peso inicial})}{\text{Tiempo (días)}} \times 100\%$$

3.5.7.7. Porcentaje de Supervivencia (PS):

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento, y se calculó de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{PS} = \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \times 100 \%$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANALISIS FISICOQUÍMICO

4.1.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA SEMILLA DE COPOAZU

Los resultados del análisis fisicoquímico realizados a la semilla de copoazú, se detallan en la tabla 07 (% en base húmeda).

Tabla 07: Análisis fisicoquímico de la semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*)

COMPONENTE	RESULTADOS (%)
Humedad	7.35
Proteína	12.12
Grasa	40.67
Carbohidratos	35.78
Ceniza	3.05
Fibra	1.03

Fuente: Elaboración Propia (2014)
Realizado en el Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.-Cusco

En la tabla 02 se reportan análisis fisicoquímicos de semillas de copoazú por diversos autores. El contenido de proteína hallado es 12.12% similar a los reportados por *Philocreon (1962)*, citado por *Urano et al. (1999)* y *Melgarejo et al. (2006)* e inferiores a los reportados por *Chaar (1980)*; citado por *Urano et al. (1999)* y *Villachica (1996)*; citado por *Sánchez (2006)*; de acuerdo a *Enriquez y Vilcapoma (2012)*, la diferencia de un producto se podría deber al tipo de variedad y lugar de origen.

El contenido de grasa es 40.67%, superior al reportado por *Melgarejo et al. (2006)*, inferior frente a *Philocreon (1962)* y *Chaar (1980)*; citado por *Urano et al. (1999)* y *Villachica (1996)*; citado por *Sánchez (2006)*; se presume que la diferencia se debería a la variedad y a su lugar de origen.

El contenido de ceniza es 3.05% similar a los reportados por *Philocreon (1962)* y *Chaar (1980)*; citado por *Urano et al. (1999)*; *Villachica (1996)*; citado por *Sánchez (2006)* y *Melgarejo et al. (2006)*.

El contenido de fibra es 1.03% similar a *Philocreon* (1962) citado por *Urano et al.* (1999); superior a *Melgarejo et al.* (2006) e inferior a los obtenidos por *Chaar* (1980) citado por *Urano et al.* (1999) y *Villachica* (1996); citado por *Sánchez* (2006), se presume que la diferencia se deba a la variedad y lugar de cultivo.

En el contenido de humedad se obtuvo 7.35%, valor inferior al obtenido por *Melgarejo et al.* (2006), la diferencia existente se podría deber al secado de las semillas, que fueron expuestas al sol, así como la variedad y lugar de cultivo.

De acuerdo al *TCA* (1999), los ácidos grasos esenciales más importantes para el pez, son los insaturados linolénico y linoléico; de acuerdo a *Rodríguez-Pérez* (2005) el aceite de la semilla de copoazú presenta una proporción de ácidos grasos: saturados 54.9% e insaturados de 45,6%. Según *Moreno et al.* (2013) que estudiaron ocho accesiones de semilla de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en diferentes tipos de suelos, evaluaron la presencia de 13 tipos de ácidos grasos en los que se reportaron: oleico (40-44%), esteárico (26,8-35%), araquídico (7.5-12%), palmítico (7.5-10.3%), linoléico (3.4-5%), linolénico (0-0.16%), behenico (0.85-2%), eicosanoico (0.3-0.51%), heptadecanoico (0.1-0.37%); y en mínimas proporciones ácidos grasos: mirístico, palmitoleico, elaidico y erucico. Similarmente *Escobar et al.* (2009) estudiaron las 8 accesiones de semilla de copoazú pero solo evaluaron 2 tipos de ácidos grasos: oleico (34-49%) y linoléico (2-5%). Por último *Venturieri y Lopez* (1988) citado por *Melgarejo et al.* (2006), estudiaron la presencia de cinco ácidos grasos liberados de las grasas de semillas de copoazú: oleico 42.8%, esteárico 38.3%, linoléico 8.3%, palmítico 5.8% y araquídico 4.8%. De dichos estudios se puede apreciar la mayor presencia del ácido graso oleico en la grasa de semilla de copoazú cuyo valor es similar en los 3 casos; sin embargo el ácido graso linoléico es superior para *Venturieri y Lopez* (1988) citado por *Melgarejo et al.* (2006) frente a *Moreno et al.* (2013) y *Escobar et al.* (2009).

De acuerdo a *Moreno et al.* (2013) el ácido graso ácido Oleico (omega 9), un tipo de grasa mono insaturada típica de algunos aceites vegetales; *Wijendran y Hayes* (2004) citado por *Moreno et al.* (2013), asume que el consumo del ácido graso linoléico

permite la formación de membranas y hormonas además de contribuir al correcto funcionamiento del sistema inmune; similarmente *Morris (2007)* aduce que los ácidos grasos linoléico (omega 6) y linolénico (omega 3) juegan un papel muy importante en la salud del pez; y de acuerdo al *TCA (1999)* estos ácidos grasos esenciales deberían ser incorporados a niveles por lo menos de 1% del alimento para el máximo crecimiento de peces tropicales.

4.1.2. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

En la tabla 08 se muestra el análisis fisicoquímico de las dietas experimentales con inclusión de harina de semilla de copoazú en niveles de 5, 10 y 15%; suministradas a juveniles paco.

Tabla 08: Análisis fisicoquímico (% en base húmeda) de la dieta testigo y las tres dietas experimentales con inclusión de harina de semilla de copoazú, empleadas en la alimentación de juveniles Paco (*Piaractus brachypomus*).

COMPONENTE	DIETAS			
	T1 (5% Semilla de Copoazú)	T2 (10% Semilla de Copoazú)	T3 (15% Semilla de Copoazú)	Testigo (0% Semilla de Copoazú)
Humedad %	4.2	4.6	4.3	4.8
Proteínas %	25.5	25.5	25.1	25.0
Carbohidratos %	54.6	53.0	50.3	53.9
Grasa %	7.6	8.4	11.2	8.8
Ceniza %	6.1	6.5	7.1	5.5
Fibra %	2.0	2.0	2.0	2.0
pH	6.7	6.7	6.7	6.6

Fuente: Elaboración Propia (2014)
Realizado en el Laboratorio Química Lab. - Cusco

Las dietas fueron isoproteicas. El contenido de grasa en las dietas se incrementó de acuerdo al nivel de inclusión de harina de semilla de copoazú, debido al alto contenido de grasa que esta presenta. Los valores de fibra, ceniza se mantuvieron constantes en todas las dietas.

Young y Dominique (2000), asumen que las dietas deben cubrir las necesidades diarias de energía y nutrientes para sostener el mantenimiento, crecimiento y

reproducción. De acuerdo a *Guerra et al. (2006)* y *De la Quintana (2010)*, la cantidad de proteína requerida en la etapa juvenil del paco debe ser de 25% y para lípidos mínimo 5%; *TCA (1999)* recomienda emplear valores de lípidos entre 4-10%. En el presente proyecto utilizamos 25 % de proteína y lípidos entre 7-11%, el tratamiento T3 tuvo mayor porcentaje de grasa 11% y cuando transcurrió los primeros 30 días de alimentación hubo un descenso en la curva de crecimiento en peso y longitud como se observa en la figura 21 y 19 respectivamente. Cuando la dieta contiene niveles muy altos de grasa *Castagnioli (1979)* asegura que puede causar acumulación de grasa en el pez, perjudicando inclusive su sistema metabólico.

4.2. INDICADORES DE CRECIMIENTO

4.2.1. LONGITUD TOTAL (LT)

En la tabla 09 se observa los resultados de Longitud Total obtenidos al final del estudio, donde el Tratamiento 1 (5% de Inclusión de Semilla de Copoazú) logró una LT: $33,60 \pm 1,26$ cm, seguido de T3, Testigo y por ultimo T2: $32,77 \pm 2,01$ cm Así mismo los valores mínimos y máximos se registran bajo efectos del T2: 29,00 cm y T1: 35,50 cm

Tabla 09: Longitud Total (cm) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T1 (5% Semilla de8 Copoazú)	33,60	15	1,26	31,00	35,50
T2 (10% Semilla de Copoazú)	32,77	15	2,01	29,00	35,00
T3 (15% Semilla de Copoazú)	33,13	15	1,26	30,00	34,50
Testigo	33,07	15	1,21	30,00	35,00
Total	33,14	60	1,46	29,00	35,50

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los resultados de LT en juveniles Paco no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0,05$), como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: ANOVA de Longitud Total (LT)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,346	3	1,782	,823	,487
Dentro de grupos	121,200	56	2,164		
Total	126,546	59			

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)

A través de la figura 20, se puede observar el comportamiento de la Longitud Total de los peces, cuyo muestreo biométrico se realizó cada 15 días. Donde se muestra la evolución del incremento de longitud en cada muestreo realizado.

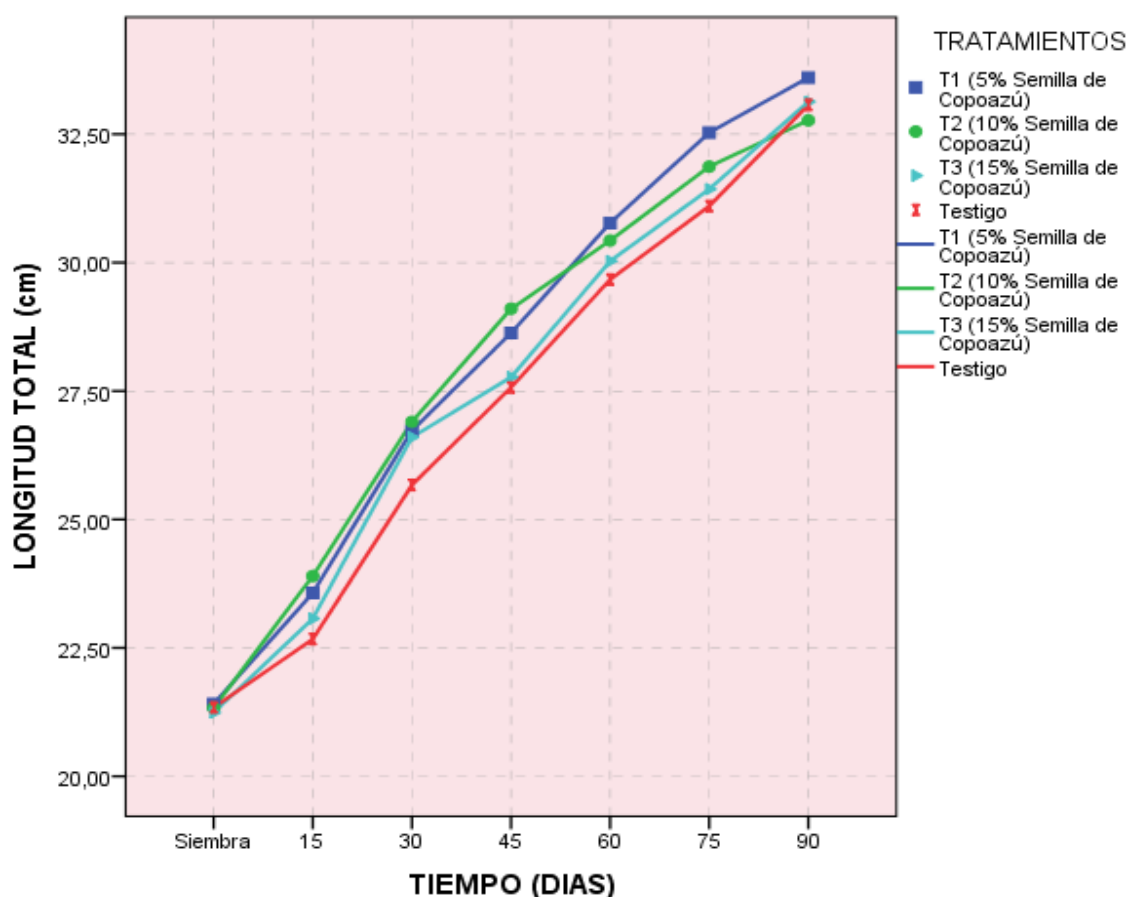


Figura 20: **Curva de crecimiento en Longitud Total (cm) durante la fase juvenil de Paco, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.**

Fuente: Elaboración propia (2015)

De acuerdo a la figura 20, se observa la curva de crecimiento en Longitud Total, el cual muestra que hasta los 45 días el T2 es el tratamiento que lideraba en incremento de longitud, pasado los 45 el T1 fue el que superó a los demás tratamientos hasta el final de la investigación. *Mercado et al. (2009)* considera que los requerimientos nutricionales no siempre se reflejan en el tamaño, sino que también es posible la existencia de captación de alimento con alto contenido graso, capaz de incrementar el peso mas no el tamaño.

Los resultados de la presente investigación fueron inferiores al reportado por *Gutiérrez (2012)* que estudio el híbrido pacotana con inclusión de probiótico comercial (amino plus) con una longitud estándar inicial de 10 cm y peso de 70 g, al cabo de 90 días la mayor longitud fue del T3: 30,29 cm con un peso de 557,50 g

Los resultados de estas investigaciones son inferiores al obtenido en el presente estudio: *Mercado et al. (2009)*, estudiaron la alimentación de juveniles paco con la inclusión de castaña, pijuayo y mucuna; con una longitud inicial de 19,8 cm y peso 221g; después de 100 días el mayor crecimiento promedio en longitud fue del T1:32,68 cm con un peso de 685.40g. *Casanova-Flores y Chu-koo (2008)* quienes evaluaron del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio en juveniles gamitana (*colossoma macropomum*) alimentados con dietas isoproteicas (26% PB) e isocalóricas (2500 kcal/kg) durante 120 días; los peces fueron sembrados con un peso 32.05 g y longitud de 12.1 cm, al final de la investigación el T2 alcanzó la mayor ganancia de longitud de 13.2 cm, con una ganancia de peso 302.1 g

4.2.2. GANANCIA DE PESO (GP)

La balanza empleada fue calibrada (Ver Anexo 29); donde el coeficiente de determinación: $R^2 = 1$, lo cual indica que la línea de datos reales se ajusta adecuadamente a los datos patrón.

Los resultados que se presentan en tabla 11, obtenidos al finalizar el estudio en Ganancia de Peso el T1 alcanzó $644,44 \pm 115,49$ g y la menor GP obtuvo el Testigo

con $557,22 \pm 78,69$ g Dentro de los valores mínimos y máximos, el valor mínimo se dio en el T2: 371,89 g, y el valor máximo en el T1: 834,11 g

Tabla 11: Ganancia de Peso (g) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T1 (5% Semilla de Copoazú)	644,44	15	115,49	459,11	834,11
T2 (10% Semilla de Copoazú)	617,22	15	139,74	371,89	816,89
T3 (5% Semilla de Copoazú)	619,44	15	91,95	433,44	738,44
Testigo	557,22	15	78,69	413,89	708,89
Total	609,58	60	110,99	371,89	834,11

Fuente: Elaboración propia (2015).

La inclusión de Harina de Semilla de Copoazú en la elaboración de alimento balanceado no tuvo un efecto significativo sobre la GP ($P > 0,05$), no existen diferencias significativas ($P > 0,05$), como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: ANOVA de Ganancia de Peso (GP)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	61684,690	3	20561,563	1,731	,171
Dentro de grupos	665140,000	56	11877,500		
Total	726824,690	59			

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)

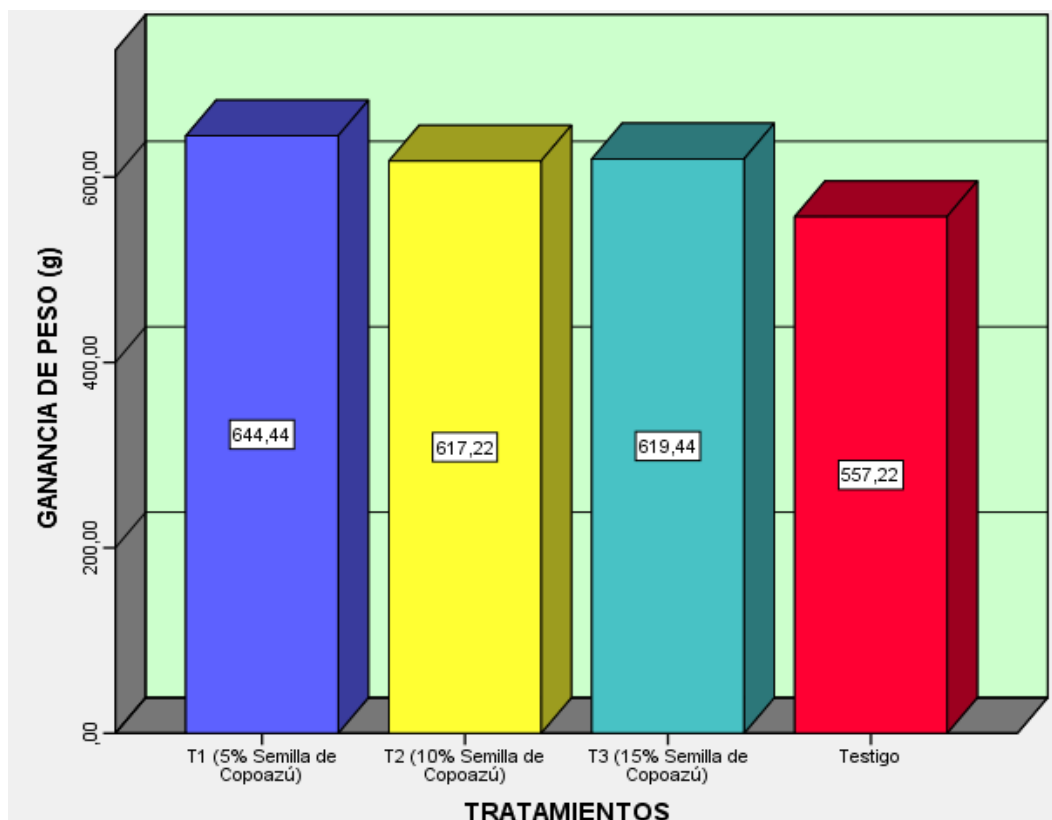


Figura 21: **Ganancia de Peso (g) de juveniles Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada**

Fuente: Elaboración propia (2015)

En la figura 21, se observa los valores promedios de la Ganancia de Peso expresado en gramos (g), donde T1 obtuvo una GP con $644,44 \pm 115,49$ g, seguido de T3 con $619,44 \pm 91,95$ g, T2 con $617,22 \pm 139,74$ g y finalmente el Testigo con menor valor $557,22 \pm 78,69$ g

Los resultados obtenidos fueron superiores a:

Mercado et al. (2009). Estudiaron la inclusión de castaña, pijuayo y mucuna en la alimentación de juveniles paco con una densidad de 0.67 pez/m², con un peso promedio inicial $221.00 \pm 15,91$ g Después de 100 días lograron un peso promedio de $685,4 \pm 106,37$ g, aplicando la resta de peso final menos peso inicial, la Ganancia de Peso fue de 485.4 g

Gutiérrez (2012), evaluó el efecto de la inclusión de un probiótico comercial (Amino Plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana (*Colossoma x Piaractus*) durante la fase juvenil. Empleo una densidad de 0.5 pez/m²

con un peso inicial de 70 g durante 90 días. Al finalizar la investigación logro una Ganancia de Peso de 557,50 g

Rebaza et al. (2008), trabajaron con alevines de Paco y Gamitana a una densidad de 1 pez/m². Los peces fueron alimentados con una dieta extrusada de 28% de PB y 3.2 M kcal/kg de energía digestible durante 240 días; donde la Gamitana obtuvo una Ganancia de Peso de 954,40 g y el Paco de 818,00 g

Bautista et al. (2005), trabajaron con alevines del híbrido pacotana alimentados con raciones compuestas por dos tipos de pulpa de café ecológicas ensilada: un tipo sin melaza (PCEE) y otro 5% de melaza (PCEEM). Emplearon 245 alevines con un peso promedio inicial de 5,97±1,02 g; después de 84 días lograron una Ganancia de Peso de 44.9 g al 18% de PCEE y 41 g al 18% de PCEEM.

Gomes (2009), trabajo con Paco, Gamitana y Pacotana en 12 viveros fertilizados con una densidad de 1.5 peces/m² en cada uno; con 300 ejemplares de cada especie Gamitana y Pacotana respectivamente. Alimentados con dieta comercial de 36, 32 y 28% de PB durante de 270 días. Al final los resultados muestran que la Gamitana logro una ganancia en peso de 337.95 g, seguido del paco con 307.66 g y finalmente el híbrido pacotana 259.40 g

Tafur et al (2009), evaluaron el desempeño productivo de bujurqui-tucunaré, paco y gamitana criados bajo el sistema de policultivo y alimentados con una dieta extrusada de 25% de PB durante 160 días (peso inicial de 6.5, 25.8 y 25.3 g para bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente) con una densidad de 1 pez/m². Al finalizar el estudio lograron una Ganancia de Peso de (147, 424.6 y 408.7 g) en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente.

Deza et al (2002), evaluaron el efecto de la densidad en alevines de paco con 3 densidades 5 000 peces ha⁻¹, 10 000 peces ha⁻¹, 15 000 peces ha⁻¹, con una dieta balanceada peletizada con 33% de proteína bruta, con peso inicial de 10.4 g Después de 240 días de cultivo, la densidad 5 000 peces ha⁻¹ logro un peso de 505.70 g es decir obtuvo una Ganancia de Peso de 495.3 g

Casanova-Fores y Chu-Koo (2008), evaluaron del polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) como insumo alimenticio para juveniles gamitana. Alimentados con dietas isoproteicas (26% PB) e isocalóricas (2500 kcal/kg), con una tasa de alimentación de 5% y 3%, sembrados con una densidad de 1 pez/m². Con peso inicial de 32.05 ± 1.32 g, después de 120 días lograron una Ganancia de Peso 302.1 g

Los valores elevados de GP del presente estudio se presume que la causa esté relacionada por el contenido de ácidos grasos insaturados presentes en la semilla de copoazú, puesto que de acuerdo a *Flores (1997)* y *Melgarejo et al. (2006)* la semilla de copoazú contiene alto porcentaje de grasa digestible; además de la tasa de alimentación empleada que fue de 5 a 1.5% al inicio y final de estudio respectivamente, similar al empleado por *Casanova-Flores y Chu-Koo (2008)* 5% en juveniles de gamitana, y superior al empleado por *Gutiérrez (2012)* que fue de 3 y 2.5% en híbrido de pacotana, cabe resaltar que la densidad empleada el estudio fue de 0.75 pez/m², similar a las investigaciones realizadas por *Gutiérrez (2012)*; *Mercado et al. (2009)*; *Rebaza et al. (2008)*; *Casanova-Flores y Chu-Koo (2008)* quienes emplearon densidades de 0.5 a 1 pez/m². La densidad utilizada en el cultivo influye sustancialmente en los resultados de GP finales, ya que según *Díaz y López (1993)*, mencionan que es importante tener en cuenta la densidad de siembra, pues influye en el rendimiento de la producción, la densidad más recomendada en cultivos semi-intensivos para paco y gamitana es un ejemplar/m² y ésta densidad se puede incrementar de 1,5 a 2 y 2,5 ejemplares, para cultivos intensivos con gran exigencia en el control del recambio de agua, calidad del agua y en la alimentación artificial. En concordancia *Reyes (1998)*, indica que la densidad de siembra de los peces afecta el crecimiento de los peces en proporción inversa, es decir, que si se incrementa la densidad se reduce la Tasa de Crecimiento Específico, entonces, los peces tardarán más tiempo en alcanzar el peso comercial

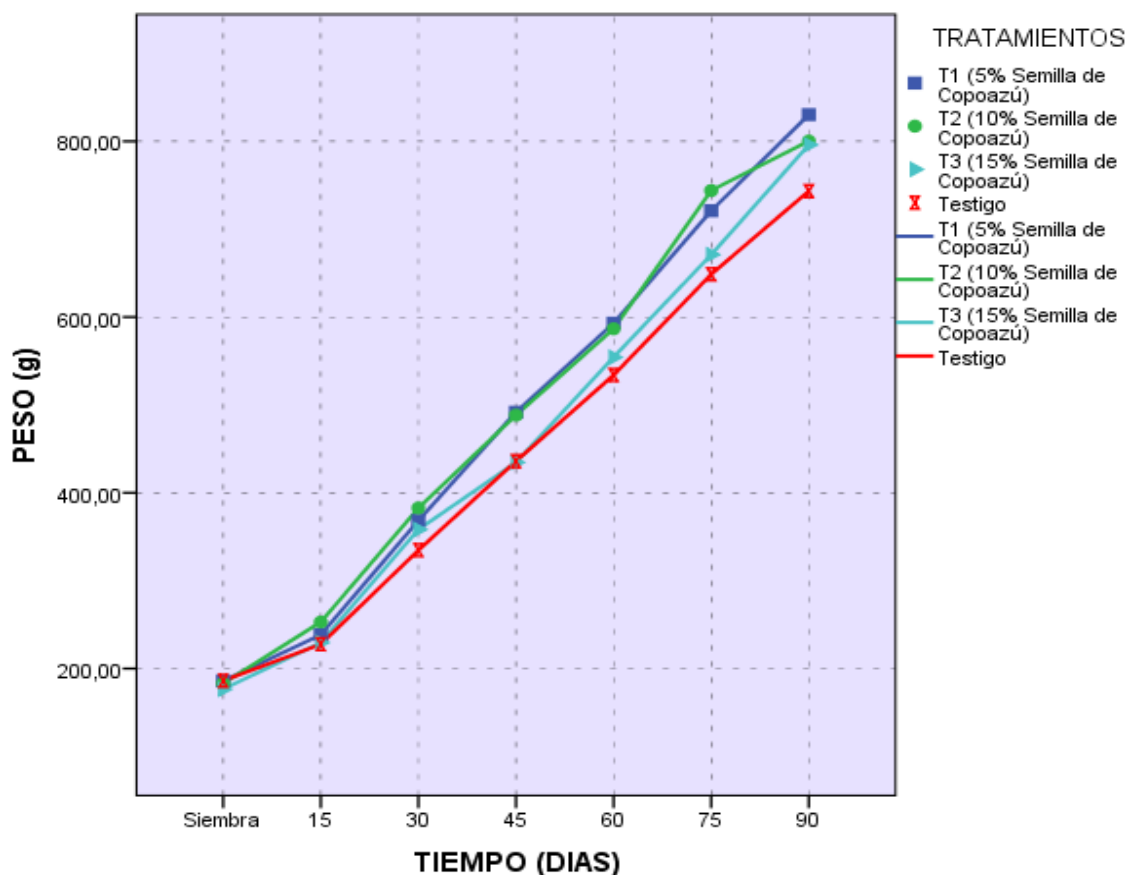


Figura 22: **Curva de crecimiento en Peso (g) durante la fase juvenil de Paco, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada.**

Fuente: Elaboración propia (2015)

En la figura 22, se puede observar el comportamiento en peso, donde los primeros 30 días lideraba el T2, los 30 días subsecuentes el T1 y T2 fueron los que lideraron en ganancia en peso; el muestreo realizado el día 75 mostro ser que el T2 incremento el peso frente a los demás, y en el último muestreo realizado el T1 fue el que supero en ganancia en peso frente a los demás tratamientos; se presume que las tendencias de incremento y descenso en ganancia en peso se deba a los cambios climáticos.

4.2.3. GANANCIA DE PESO DIARIO (GPD)

En Ganancia de Peso Diario (g/día) alcanzó el T1: $7,16 \pm 1,28$ g/día., seguido de T3: $6,88 \pm 1,02$ g/día (Ver Tabla 13); la menor GPD se registró en el Testigo: $6,19 \pm 0,87$ g/día, donde no fue incluido la harina de semilla de copoazú. En los valores mínimos y máximos el T2 y Testigo obtuvieron los mínimos valores con 4,13 g/día y 4,60 g/día respectivamente, el valor máximo se dio en el tratamiento T1: 9,27 g/día.

Tabla 13: Ganancia de Peso Diario (g) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.

TRATAMIENTOS	Media	N	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T1 (5% Semilla de Copoazú)	7,16	15	1,28	5,10	9,27
T2 (10% Semilla de Copoazú)	6,86	15	1,55	4,13	9,08
T3 (15% Semilla de Copoazú)	6,88	15	1,02	4,82	8,20
Testigo	6,19	15	,87	4,60	7,88
Total	6,77	60	1,23	4,13	9,27

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los valores medios de GPD de Paco obtenidos al final del estudio, no mostraron diferencias significativas entre los tratamiento ($P > 0,05$); como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14: ANOVA de Ganancia de Peso Diario (GPD)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,598	3	2,533	1,726	,172
Dentro de grupos	82,165	56	1,467		
Total	89,763	59			

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)

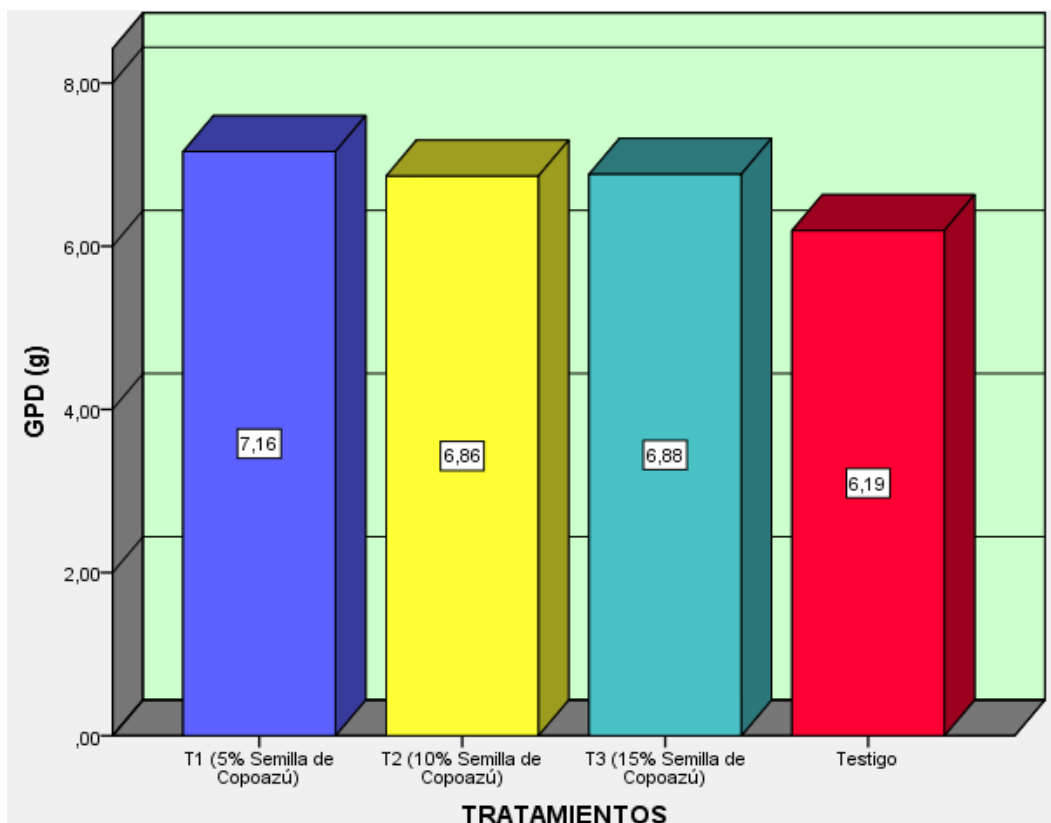


Figura 23: **Ganancia de Peso Diario (g) durante la fase juveniles Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada**

Fuente: Elaboración propia (2015)

En la figura 23, se observa los valores promedios de la Ganancia de Peso Diario (g/día), donde el T1 alcanzo una GPD de $7,16 \pm 1,28$ g/día, seguido de T3: $6,88 \pm 1,02$ g/día y la menor GPD se dio por Testigo: $6,19 \pm ,87$ g/día. Valores superiores a los registrados por: *Mercado et al. (2009)* que trabajaron con juveniles paco logro una GPD 5,86 g/día. *Gutiérrez (2012)*, quien trabajo con pacotana logro una GPD fue de 6,19 g/día. *Rebaza et al. (2008)*, trabajaron con Paco y Gamitana obteniendo una GPD 3.4 y 3.9 g/día de paco y gamitana respectivamente. *Casanova-Flores y Chu-Koo (2008)* trabajaron con juveniles gamitana alcanzaron una GPD de 2,2 g/día. *Bautista et al. (2005)* trabajaron con alevines del hibrido de pacotana logrando una GPD fue de 0.53 g/día al 18% de PCEE y 0.49 g/día al 18% de PCEEM. *Gomes, 2009*, trabajo con alevines Paco, Gamitana y Pacotana obtuvo una GPD de 1,25 g/día con Gamitana; seguido del paco 1,14 g/día y finalmente el hibrido pacotana con 0,96 g/día y por ultimo *Tafur et al (2009)*, evaluaron el desempeño en policultivo bujurqui-tucunaré, paco y

gamitana criados bajo el sistema de policultivo, alimentados con una dieta extrusada de 25% de proteína bruta durante 160 días; al finalizar el estudio lograron GPD 0.92, 2.65 Y 2.55 g/día en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente.

En el presente estudio en Ganancia de Peso Diario, se presume que este influenciado por la inclusión de la semilla de copoazú, de acuerdo a *Vásquez-W (2004)* y *Morris (2007)* los peces tienen requisitos de ácidos grasos esenciales, que de acuerdo al hábitat en el que se han desarrollado, se pueden satisfacer por combinaciones específicas de los ácidos grasos poliinsaturados: ácido linoléico y ácido linolénico o en los ácidos grasos altamente insaturados: eicosapentanoico, docosahexaenoico y ácido araquidónico. Diversos autores estudiaron la composición de la semilla de copoazú en los que encontraron proporciones considerables de ácidos grasos poliinsaturados, de acuerdo a *Moreno et al. (2013)* la semilla de copoazú presenta ácido linoléico (3.4 a 5%) y linolénico (0 a 0.16%); de acuerdo a *Escobar et al. (2009)* linoléico (2 a 5%); y de acuerdo a *Venturieri y Lopez, 1988* citado por *Melgarejo et al., 2006* presenta ácido linoléico 8.3%. Autores como *Vásquez-W (2004)*; *Morris (2007)*; *Wijendran y Hayes (2004)* citado por *Moreno et al. (2013)*; y *el TCA (1999)* asumen que el ácido graso linoléico permite la formación de membranas y hormonas que algunas concentraciones equilibradas de ambos ácidos grasos en la dieta de peces tropicales se vería reflejado no solo en el correcto funcionamiento del sistema inmune, sino también en un buen desarrollo del pez.

4.2.4. INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA (ICA)

Los valores de Índice de Conversión Alimenticia obtenidos en el presente estudio varían desde 1.27 ± 0.22 a 1.38 ± 0.36 para los cuatro tratamientos (Ver Tabla 15). El menor ICA se reporta bajo efectos de los tratamientos T1: 1.27 ± 0.24 y T3: 1.27 ± 0.22 , seguidos del testigo presento el ICA 1.32 ± 0.19 ; y por último el T2: $1,38 \pm 0,36$. En valores mínimos y máximos, el valor mínimo corresponde al T2: 0.98, el máximo también T2 con un Índice de Conversión Alimenticia de 2.16.

Tabla 15: Índice de Conversión Alimenticia de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.

TRATAMIENTOS	Media	N	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T1 (5% Semilla de Copoazú)	1,27	15	,24	1,00	1,70
T2 (10% Semilla de Copoazú)	1,38	15	,36	,98	2,16
T3 (15% Semilla de Copoazú)	1,27	15	,22	1,04	1,77
Testigo	1,32	15	,19	1,02	1,74
Total	1,31	60	,26	,98	2,16

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los resultados del Índice de Conversión Alimenticia obtenidos del Paco, fueron analizados en el software IBM SPSS Statistics 22, donde los valores medios del ICA determinaron que no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los tratamientos, como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16: ANOVA del Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,116	3	,039	,561	,643
Dentro de grupos	3,851	56	,069		
Total	3,966	59			

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)

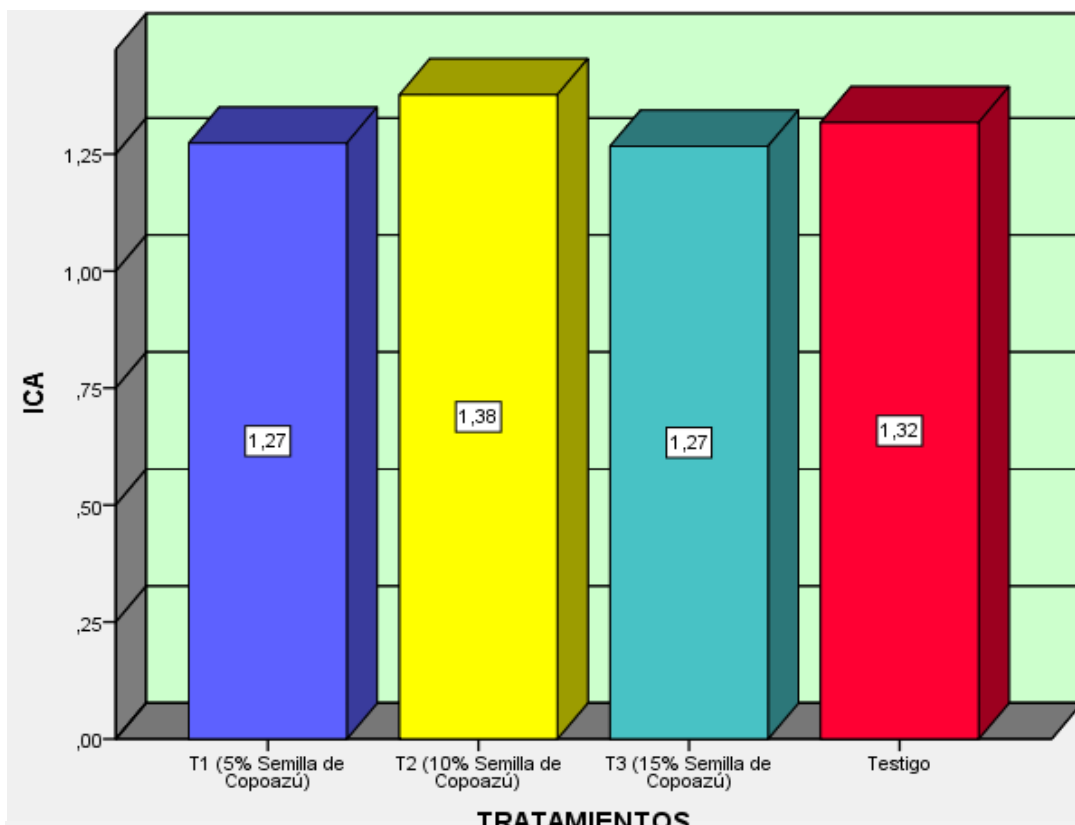


Figura 24: Índice de Conversión Alimenticia durante la fase juvenil de Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada

Fuente: Elaboración propia (2015)

La figura 24, muestra los niveles del Índice de Conversión Alimenticia en promedio obtenidos por cada tratamiento, en donde los menores ICA fue obtenido por los tratamientos T1: 1.27 ± 0.24 y T3: 1.27 ± 0.22 con 5 y 15% de inclusión de harina de semilla de copoazú respectivamente.

Los valores del Índice de Conversión Alimenticia obtenidos en el presente estudio son mayores a los reportados por *Gutiérrez, 2012*, que trabajo con híbrido Pacotana durante 90 días, muestra los niveles de ICA de 1.05 a 1.24. *Mercado et al., 2009*, trabajaron con juveniles paco durante 100 días, alcanzo niveles de ICA de 1.10 a 1.44. Además *Tafur et al (2009)*, en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana criados bajo el sistema de policultivo, al finalizar el estudio obtuvieron un ICA en paco de 1.09 y gamitana de 1.18; por ultimo *Deza et al (2002)*, evaluaron el efecto de 3 densidades resultando la densidad de 5 000 peces ha^{-1} , con ICA de 1.09.

Sin embargo los niveles de ICA obtenidos en el estudio son inferiores frente a *Gomes, 2009*, trabajo con juveniles de Paco, Gamitana y Pacotana durante 270 días muestra que su menor ICA obtuvo la pacotana con 1.23, Gamitana con 1.41 y Paco con 1.49. *Casanova-Flores y Chu-Koo (2008)* trabajaron con juveniles gamitana durante 120 días, obtuvieron un ICA 1.5 a 1.6. *Bautista et al., 2005* que trabajaron con alevines del híbrido de Pacotana durante 84 días, lograron un ICA de 2.7 al 18% de PCEE y 2.8 al 18% de PCEEM.

La conversión alimenticia depende del alimento proporcionado a los peces, de acuerdo a *Ensminger y Olentini (1983)* los peces son muy buenos convertidores de alimentos, con 1.6 kg de alimento para peces se obtiene 1 kg de pescado. Es un índice muy importante, porque está estrictamente relacionada al lucro de la producción porque menores tasas de ICA significan menos consumo de ración y producción constante, en el presente estudio no hubo diferencia significativa los valores fluctuaron entre 1.27 a 1.38.

Los resultados obtenidos en este parámetro son favorables. Los valores de ICA se presume que se deba a la palatabilidad, los ácidos grasos y aminoácidos que presenta la semilla de copoazú. Teniendo en cuenta que el alimento suministrado fue de 6 mm los primeros 45 días y después 10 mm de diámetro lo cual permitió que los juveniles pudieran capturar la mayor parte del alimento suministrado, y sumando la fertilización con cal que se hizo al estanque un día previo al llenado con agua, de acuerdo a *Rebaza et al. (2002)* este último genera alimento natural (fitoplancton y zooplancton) que es aprovechado por los peces, logrando que el alimento natural complementado con el alimento balanceado logren mejorar el crecimiento de los juveniles.

4.2.5. TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO (TCE)

En la Tasa de Crecimiento en Especifico (Ver Tabla 17), se puede observar que el T3 (Inclusión de 15% de Semilla de Copoazú), que logró una TCE de $1.67 \pm 0,14$ %/día y la menor TCE fue para Testigo: $1.53 \pm 0,12$ %/día. Dentro de los resultados de los valores mínimos y máximos podemos mencionar que valor mínimo correspondieron al T2: 1.23 y el máximo al T1 y T2 con 1.89 %/día.

Tabla 17: Tasa de Crecimiento Especifico (%) de juveniles Paco alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de semilla de copoazú, durante 90 días.

TRATAMIENTOS	Media	N	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T1 (5% Semilla de Copoazú)	1,65	15	,16	1,38	1,89
T2 (10% Semilla de Copoazú)	1,62	15	,21	1,23	1,89
T3 (15% Semilla de Copoazú)	1,67	15	,14	1,38	1,83
Testigo	1,53	15	,12	1,30	1,74
Total	1,62	60	,16	1,23	1,89

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los valores medios de la Tasa de Crecimiento Especifico analizados en el software IBM SPSS Statistics 22, muestran que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0,05$), como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18: ANOVA de la Tasa de Crecimiento Especifico (TCE)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,163	3	,054	2,203	,098
Dentro de grupos	1,385	56	,025		
Total	1,549	59			

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)

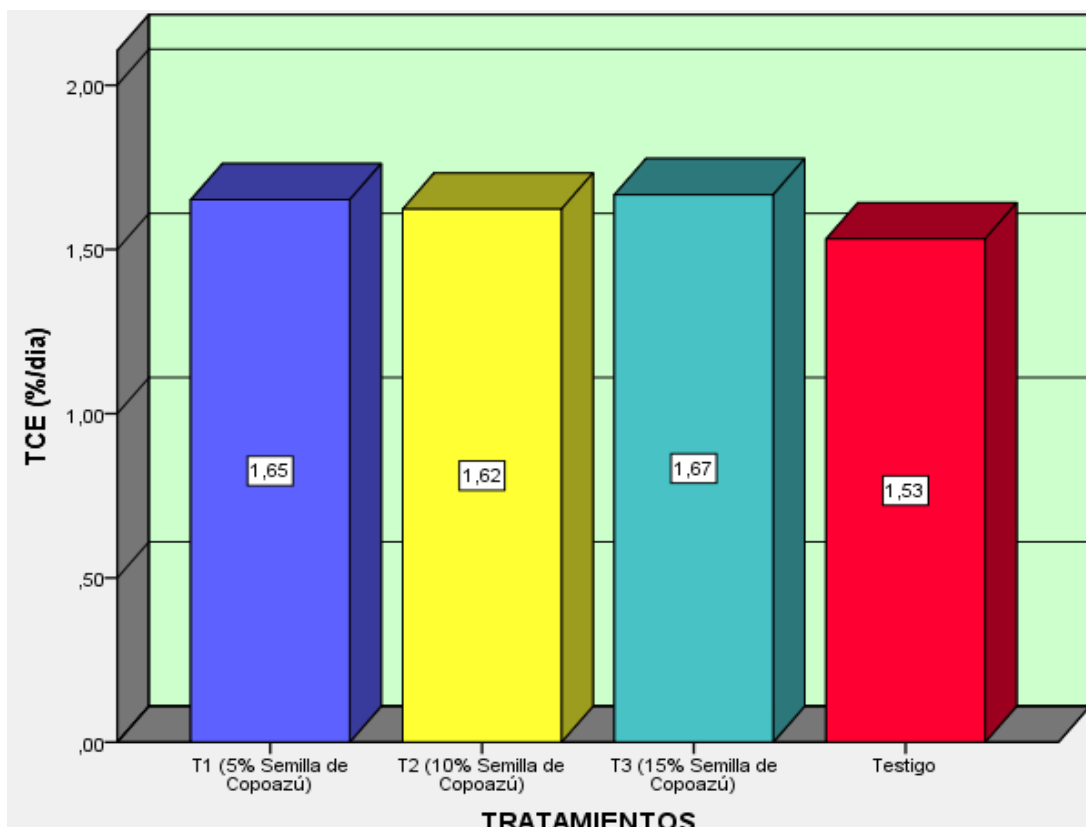


Figura 25: **Tasa de Crecimiento Específico (%) durante la fase juvenil de Paco por tratamiento, alimentados durante 90 días con inclusión de harina de semilla de copoazú en la dieta balanceada**

Fuente: Elaboración propia (2015).

La figura 25, muestra los valores del porcentaje de Tasa de Crecimiento Específico obtenidos por tratamientos, donde el T3 obtuvo una TCE de $1.67 \pm 0,14$ %/día, seguido de T1: $1.65 \pm 0,16$ %/día. Estos resultados fueron superiores a los reportados por: *Gomes (2009)*, que trabajo con Paco, Gamitana y Pacotana (*C. macropomum x P. brachypomum*) en viveros fertilizados alimentados con dieta comercial al 36%, 32% y 28% de PB durante 270 días muestra que la mayor TCE obtuvo la Gamitana con 1,49 %/día; seguido del Paco 1,31 %/día y Pacotana: 1.26 %/día. *Bautista et al. (2005)* trabajaron con Pacotana alimentados con raciones compuestas por dos tipos de pulpa de café ecológicas ensilada: un tipo sin melaza (PCEE) y otro 5% de melaza (PCEEM) y un control (0% PCEE) durante 84 días, alcanzo una TCE de 1.10 %/día al 18% de PCEE y 1.07 %/día al 18% de PCEEM, y por ultimo *Deza et al, (2002)*, quienes evaluaron el efecto de 3 densidades 5 000 peces ha⁻¹,

10 000 peces ha⁻¹, 15 000 peces ha⁻¹ en alevines paco durante 240 días, alcanzaron valores de TCE de 1.62, 1.58, 1.54, respectivamente.

Por el contrario estudios realizados por: *Gutiérrez (2012)*, que trabajo con las dietas suplementadas con probiótico(Amino Plus) con juveniles de Pacotana durante 90 días, muestra superiores porcentajes de la Tasa de Crecimiento en Especifico alcanzados 2,43 %/día. Así como *Rebaza et al (2008)* en el cultivo de Gamitana y Paco con dieta extrusada con 28% de proteína durante 240 días obtuvieron una TCE de Gamitana: 2,02 %/día, mientras que el Paco: 1,99 %/día. Por ultimo *Tafur et al (2009)*, en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana criados bajo el sistema de policultivo y alimentados con una dieta extrusada de 25% de PB durante 160 días, lograron TCE de 1.93, 1.75 y 1.75 bujurqui-tucunaré, paco y gamitana, respectivamente. Se presume que estos buenos resultados de TCE son mayores debido al efecto que presenta el probiotico en el metabolismo de los peces *Gutiérrez (2012)*, en el caso de *Rebaza et al (2008)* por el 28% de proteína que empleo en la alimentación de Paco y Gamitana y el tiempo de estudio, superior al del presente estudio; sin embargo *Gomes (2009)*, que empleo 36%, 32% y 28% de PB durante 270 días muestra valores más bajos de TCE.

Ante esta perspectiva *Silva et al., (1997)* citado por *Gutiérrez (2012)*, mencionan que valores menores a 1,5 %/día de TCE muestran un crecimiento lento, a efectos de que las condiciones de cultivo no son las adecuadas (calidad y cantidad de agua, calidad y cantidad de la dieta suministrada). Contrariamente si los valores de TCE son superiores a 1,5 %/día indican un excelente crecimiento y desarrollo rápido. Los valores reportados en el presente estudio en cuanto a la TCE son superiores a 1.5 %/día esto indica que los peces tuvieron un crecimiento rápido en peso.

4.2.6. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (PS)

En el presente experimento se trabajó con un total de 180 juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*), donde no se registró ni un pez muerto, ni se observó Pacos con presencia de alguna enfermedad durante todo el estudio. Teniendo una supervivencia de 100% y por consiguiente una mortalidad nula.

De forma similar *Gutiérrez (2012)*, tuvo una supervivencia de 100% y por consiguiente una mortalidad nula; sin embargo *Gomes (2009)*, que trabajo con Gamitana, Paco y Pacotana su tasa de sobrevivencia fue de 81,67%; 83,66% y 83,67%, respectivamente, de forma similar *Deza et al (2002)*, que trabajaron con 3 densidades con alevines de paco T1: 5 000 peces ha⁻¹x 3, T2: 10 000 peces ha⁻¹x 3, T3: 15 000 peces ha⁻¹x 3; tuvo una supervivencia de porcentajes de 96.9, 91.9 y 89.5% para los tres tratamientos respectivamente. Estos resultados demuestran que el “paco” es un pez que se adapta a su ambiente y soporta densidades altas de cultivo.

4.3. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

El agua, siendo el medio de vida de los peces en cultivo, debe contar con la calidad adecuada. En la naturaleza cada especie de pez tiene sus exigencias ambientales, pero se dispone de correspondencias generales aplicables a la mayoría de las variedades destinadas a la acuicultura (*Balbuena, 2011*). Los indicadores evaluados fueron temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad, los cuales se detallan a continuación:

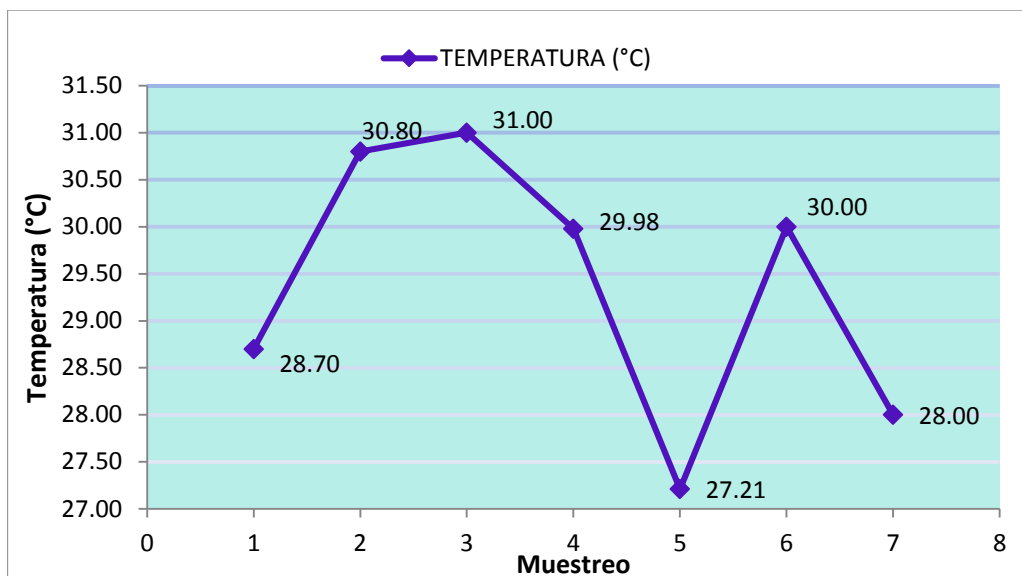


Figura 26: **Temperatura del agua (°C) registrada durante el cultivo de juveniles Paco**

La temperatura está determinada por la cantidad de energía calórica emitida por el sol (ondas del infrarrojo) que son absorbidas por un cuerpo de agua. En la Figura 26 se muestra la temperatura del agua registrada cada 15 días. Durante el cultivo de paco en fase juvenil la temperatura máxima y mínima fue 31.00 °C y 27.21 °C, los cuales se encuentran dentro de los rangos de temperatura del cultivo de paco, de acuerdo a *Pereyra (2013)*, los peces de la amazonia peruana se desarrollan bien en un rango de temperatura de 20° a 32°C; *OLDEPESCA (2010) citado por Clavijo (2011)*, indica que el rango óptimo de temperatura es de 25 y 32°C y *De la Quintana (2010)* considera un rango de 24 a 32°C para la crianza de *Piaractus brachypomus*.

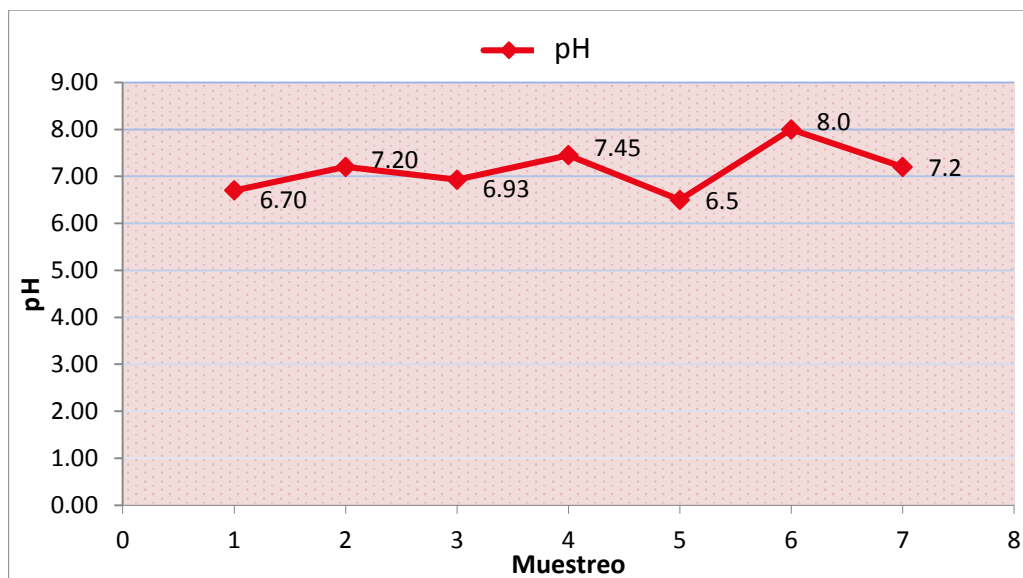


Figura 27: pH del agua registrado durante el cultivo de juveniles Paco

El pH del agua es importante para conocer la productividad del agua, cuando este presenta niveles cercanos al neutro el agua del estanque es más productiva (*Kohler et al. 2007*). En el Figura 27 se muestra las variaciones de pH registrados en cada muestreo realizado (cada 15 días). La variación de pH durante el estudio fue entre: 6.7 y 8, valores que se encuentran dentro del rango óptimo del cultivo de peces tropicales, ya que el paco puede tolerar amplias variaciones, desde 3.5 hasta 9.0 (*Hernández, 1989; Gonzáles y Heredia, 1989; Díaz y López, 1993; Lovshin, 1980; citados por Sandoval, M, 2006*).

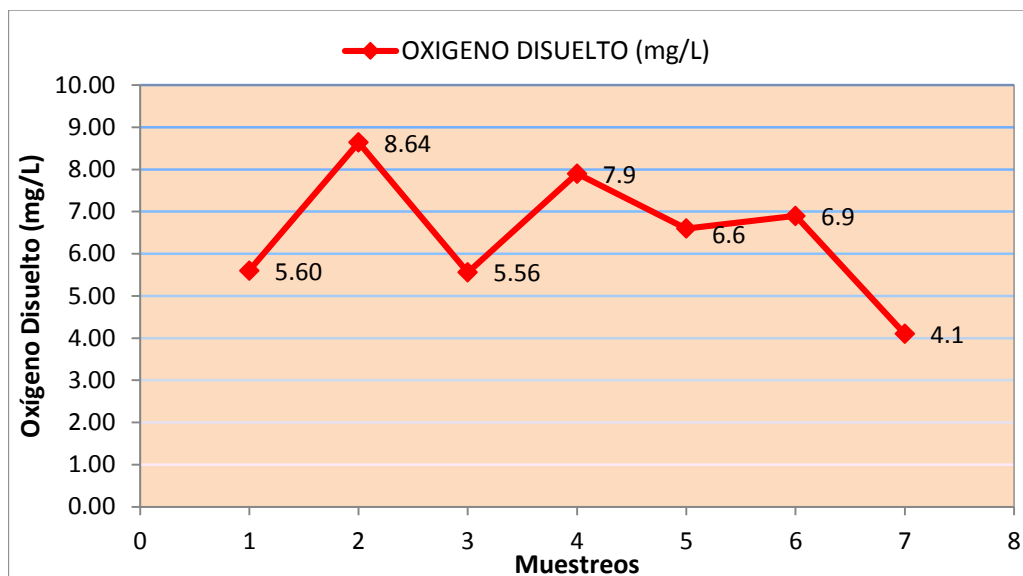


Figura 28: **Oxígeno Disuelto del agua (mg/L) registrado durante el cultivo de juveniles Paco**

El oxígeno disuelto es muy importante en el proceso de respiración de los peces en los estanques de cultivo. De acuerdo a Mancini (2002), dentro del proceso de oxigenación del agua, la ganancia de oxígeno se da por la realización de fotosíntesis del fitoplancton y por difusión desde el aire. La pérdida se produce por respiración del plancton, por difusión, respiración de peces y organismos del fondo (bentos). En la Figura 28 se muestra la fluctuación del oxígeno disuelto de 4.1 a 8.64 mg/L encontrándose estos valores dentro de los parámetros establecidos por *Balbuena (2011)*, quien recomienda que la concentración de este gas no debe ser inferior a 3 mg/L y no superar 10 mg/L; y para obtener los mejores resultados los niveles deseables deben ser de 3 y 8 mg/L; similarmente *Guerra et al. (2006)* asegura que estos toleran niveles de 4 y 8 mg/L.

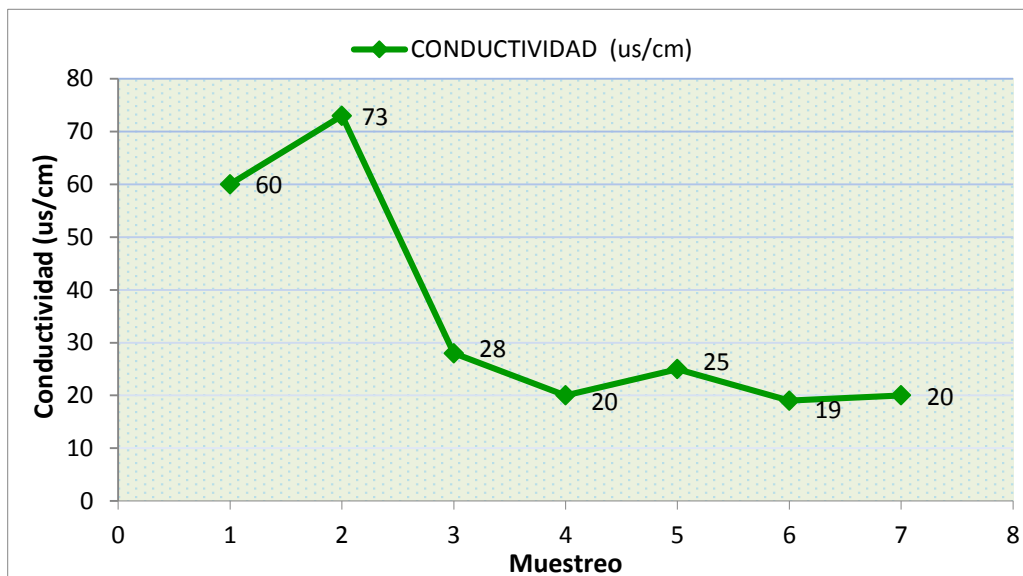


Figura 29: **Conductividad del agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada durante el cultivo de juveniles Paco**

De acuerdo a *Agudelo et al. (2006)*, la mineralización del agua, entendida como la capacidad de una solución para conducir corriente eléctrica depende de la presencia de iones y de su concentración (a mayor concentración iónica, mayor conductividad). En la figura 29 se muestra las variaciones de la conductividad registradas durante el estudio fluctuando entre 19 y 73 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los cuales no obstante de acuerdo a *Longoni et al. (2001)* se encuentran dentro de los valores considerados normales (0-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones en la que se desarrolló el presente trabajo de investigación, se concluye que:

- La inclusión de la Semilla de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en el alimento balanceado para la alimentación de juveniles Paco (*Piaractus brachypomus*), no tuvo efecto significativo sobre los indicadores de crecimiento ($P>0,05$); sin embargo el alimento tuvo un nivel de consumo aceptable por los peces desde el principio, respecto al tratamiento testigo.
- La semilla de copoazú contiene 12.12% de proteína, 40.67% de grasa, 7.35% de humedad, 35.78% de carbohidratos, 3.05% de ceniza y 1.03% de fibra. La composición fisicoquímica de las dietas experimentales y testigo presentaron: proteína 25%, humedad 4%, carbohidratos (50-54%), ceniza 6%, fibra 2%, variando la grasa de acuerdo a la concentración de harina de semilla de copoazú (7.6 a 11.2%).
- En la investigación el T1 (con inclusión 5% harina de semilla de copoazú) obtuvo resultados LT: $33,60 \pm 1,26$ cm, GP: 644.44 g, GPD: $7,16 \pm 1,28$ g/día, ICA: 1.27 ± 0.24 y TCE: $1,65 \pm 0.16$ %/día; sin embargo no hubo diferencia significativa ($P>0,05$) sobrevivieron el 100% de los peces en estudio.
- En la calidad del agua del estanque utilizado de cría presentaron los indicadores adecuados para la crianza; los indicadores evaluados fueron Temperatura que oscilo en rangos de 27°C y 31°C, pH entre los parámetros de 6 a 8, Oxígeno Disuelto entre 4 mg/L y 8 mg/L, Conductividad de 19 μ S/cm a 73 μ S/cm; encontrándose estos dentro de los límites de la calidad del agua.

VI. RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo un estudio evaluando el efecto de la inclusión de la harina de semilla de copoazú en la composición bromatológica del pez en estudio.
- Investigar el efecto de la inclusión de harina de semilla de copoazú en la alimentación de peces durante la fase alevín, debido a que en esta fase requieren mayores porcentajes de grasa en la dieta.
- Realizar estudios de la digestibilidad de la materia seca, proteína, lípidos y carbohidratos de las dietas con harina de semilla de copoazú, para de esta manera determinar su grado de digestibilidad en los peces.
- Se recomienda aplicar la densidad de siembra de 0.5 pez/m² al sistema de cultivo de juveniles paco, teniendo en consideración la calidad de agua y la alimentación

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, E., Alonso, J., Moya, L. ed.(s). 2006.** Perspectivas para el Ordenamiento de la Pesca y la Acuicultura en el Área de Integración Fronteriza Colombo – Peruana del río Putumayo. Bogotá, D.C. 85 pp.
- Alcántara, F. 1983.** Ensayo preliminar de Cultivo Mixto de Gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) y Paco, *Piaractus brachypomum* (Cuvier, 1818). Informe Interno del Instituto del Mar del Perú. IMARPE. Lima – Perú. 128 pp.
- Allance, K. 2013.** Peletizado y Extrusado en la Tecnología Acuícola. Recuperado el 14 de octubre del 2014, de: <http://aquafeed.co/peletizado-y-extrusado-en-la-tecnologia-acuicola/>
- Alvarez, J. ed. 2008.** Estrategia de Desarrollo de la Acuicultura en la Región de Loreto. Tradingconsult. 71 pp.
- Atta R. 2006.** Estudio comparativo en Dos Sistemas de Preparación de los Progenitores de *Piaractus brachypomus* (estación acuícola El Prado departamento de Santa Cruz). Tesis de grado para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- Akiyama, D.M, 1992.** Utilización de la Pasta de Soya en los Alimentos Acuícolas. In: sciences soya noticias jul-sep 92 p.1-8.
- Balbuena, E. 2011.** Manual Básico de Piscicultura para Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería, FAO. 50pp.
- Bautista E., Pernía J., Barrueta D., Useche M. 2005.** Pulpa Ecológica de Café Ensilada en la Alimentación de Alevines del Híbrido Cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*). San Cristóbal, Estado Táchira, Colombia: Rev. Científica, FCV-LUZ / Vol. XV(1):33-40.

- Casanova-Flores, R., Chu-Koo, F., 2008.** Evaluación del Polvillo de Malta de Cebada, *Hordeum Vulgare*, Como Insumo Alimenticio para Gamitana (*Colossoma Macropomum*). IIAP. Rev. Folia Amazónica, 17(1-2): 15-22.
- Castagnolli, N. 1979.** Fundamentos de nutrição de peixes. Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias UNESP-Campus de Jaboticabal. Sao Paulo. 189 pp.
- Chu-Koo, F. 2013.** Hacia los márgenes de la piscicultura como una alternativa económica de seguridad alimentaria. Lima: CBC/GIZ. 13-56 pp.
- Chu-Koo, F., Kohler, C., 2005.** Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura 27 de Junio - 1 de Julio de 2005 Iquitos, Perú.
- Clavijo, L.C. 2011.** Desarrollo de Metodología para la Determinación de la Digestibilidad de Materias Primas no Convencionales en Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Coordinación General de Posgrados, Palmira-Colombia.
- De la Quintana, H. 2010.** Producción en jaulas flotantes de Pacú y Tambaquí (*Colossoma* y *Piaractus*). Manual I para la producción de Pacú y Tambaquí en Jaulas flotantes. Bolivia: San Ignacio de Moxos. 59 pp.
- Dersjant-Li, y., 2002.** The use of soy protein in aquafeeds. In: cruz-suárez, I. E., ricque-marie, d., tapia-salazar, m., gaxiola-cortés, m. G., simoes, n. (eds.). Avances en nutrición acuícolaéé vi. Memorias del vi simposium.
- Deza, S., Quiroz, S., Rebaza, M., Rebaza, C. 2002.** Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. Rev. Folia Amazónica, 13(1-2):49- 64.
- 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 pp.

- Dirección Regional de la Producción de Madre de Dios (DIREPRO), 2014.** Diagnóstico de la actividad Acuícola en la región Madre de Dios. Gobierno Regional Madre de Dios.
- Dirección Regional de Agricultura de Madre de Dios (DIREPRO), 2016.** Producción Anual de Piscigranjas 2001 - 2015 (Kg).
- Enriquez, R., Vilcapoma, D.S. 2012.** Evaluación de Vida Útil en Anaquel de Tres Variedades de Maíz (*Zea Mays L.*) Nativo Tostado y Envasado en Tres Tipos de Envases. Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú.
- Ensminger, M.E., Olentine, C.G. 1978 trad. Marino, M. 1983.** Alimentos y Nutrición de los Animales. Buenos Aires. Argentina: Ed. El Ateneo. 682pp.
- Escobar, C.J. Criollo, D., Herrera, W. 2009.** Copoazú (*Theobroma grandiflorum*, Willd. Ex Spreng Schum) Viabilidad y Manejo del Cultivo en el Piedemonte Amazónico. Caquetá-Colombia. Corpoica. 40 pp.
- Flores, S. 1997.** Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos. Manual para el Extensionista. Secretaría Pro Tempore del TCA, IIAP. Iquitos, Perú.
- Fracalossi, D.M. 2002.** Brazilian species. In: webster, c.d. And lim, c. (eds.). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. Cab international 2002. 388-395pp.
- Gobeo, O. s.f.** Capitulo II. 03 REC CAPITULO II REV_LITERATURA 7-43 pp.
- Gomes, F. 2009.** Desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*), da Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), e do Híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) Mantidos em Viveiros Fertilizados, na Fase de Engorda. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal de Goiás. Goiânia
- Gobierno Regional de la Producción GOREMAD, 2014.** Ordenanza Regional N°12-2014-RMDD/CR. Artículo Primero. 9 de Setiembre del 2014.

- Gobierno Regional de la Producción GOREMAD, 2016.** Producción Agrícola y Siembra. Producción de los Principales Cultivos (t.) Año 2015. Dirección Regional de Agricultura Madre de Dios.
- 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., Tello, S., Alcántara, F. 2006.** Cultivando Peces Amazónicos. Proy. Cultivo de Peces Nativos, una Opción de Desarrollo Sostenido en el Área de Influencia del Parque Nacional Río Abiseo. San Martín, Perú. 188 pp.
- Gutiérrez, Y. 2012.** Efecto de la Inclusión de Probiótico Comercial (Amino Plus) en el Alimento Extruido Sobre el Crecimiento del Híbrido “Pacotana” (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂), Durante la Fase Juvenil. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios-Perú.
- Hardy, R.W., 2000.** New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. In: cruz -suárez, l.e., ricque-marie, d., tapia- salazar, m., olvera-novoa, m.a. Y civera-cerecedo, r., ed.(s). Avances en nutrición acuícola v. Memorias del v simposium internacional de nutrición acuícola. 19-22 noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México.
- Kohler, C., kohler S., Camargo W. Campos B., Alcántara, F., Del Águila, M. Ramírez P., Silva, M. 2007.** Cartilla de Acuicultura en la Amazonía. 2^{da} ed. Iquitos, Perú.
- Longoni, C., Gonzáles, A., Sánchez, S., Ortiz, J., Roux, J. 2001.** Calidad de Agua en Estación de Piscicultura de la Provincia de Corrientes. Instituto de Ictiología del Nordeste INICNE- Facultad de Cs. Veterinarias UNNE. Argentina
- Lovell, R.T. 1991.** Aquaculture research needs for the year 2000: fish and crustacean nutrition. World aquaculture. 22 (2): 57-63.

- Mancini, A. 2002.** Introducción a la Biología de los peces. Cursos Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I, FAV UNRC. 19 pp. Recuperado el 15 de octubre del 2014, de: www.produccion-animal.com.ar
- Martínez, L. 1987.** Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta (eds.) Madrid, España. Pp. 295-322.
- Martínez, C.A., Chávez, M.C.; Olvera, M.A., Abdo, M.I. 1996.** Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. In: cruz, l.e.; Ricque, d. Y Mendoza, r. ed.(s.). Avances en nutrición acuícola iii. Memorias del tercer Simposium internacional de nutrición acuícola, 11 al 13 de noviembre de 1996, universidad autónoma de nuevo león, Monterrey, Nuevo León, México.
- Melgarejo, L M; Hernández, M S; Barrera, J A; Carrillo, M. 2006.** Oferta y potencialidades de un banco de germoplasma del género *Theobroma* en el enriquecimiento de los sistemas productivos de la región amazónica. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Universidad Nacional de Colombia.
- Mercado, J., Pereyra, G., Mego, V. 2009.** Efecto de la Suplementación de Castaña (*Bertholletia excelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*), y Mucuna (*Mucuna pruriens*), en la alimentación de juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*). Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios-Perú.
- Morales, R. 2013.** Efecto de una dieta con aceite de linaza en la conversión y el perfil de ácidos grasos n-3 y n-6 en peces Tambaqui (*Piaractus brachypomus*) y Tilapia (*Oreochromis niloticus*), desarrollado en acuarios". Tesis de Maestría en Ciencia Tecnología y Calidad de Alimentos. Universidad Mayor de San Simón, Consejo Interuniversitario de la Comunidad Francesa de Bélgica, Dirección de Postgrado de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Centro de Alimentos y Productos Naturales, Cochabamba-Bolivia.

- Moreno, L., Sandoval, A., Criollo, J., Criollo, D. 2013.** Caracterización Físicoquímica de la Grasa de las Semillas del Fruto de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*, [Willd. ex Spreng]. Schum.). Ibagué, Colombia: Rev. Alimentos Hoy, 22(30):11-22.
- Morris P. 2007.** Los efectos de la Sustitución del Aceite de Pescado en la Salud del Pescado de Crianza. Salud. España: Rev. Skretting Informa: 10-12pp.
- Nakada, 2013.** Perfil Bioecológico del Paco (*Piaractus brachypomus*). Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Académico Profesional de Biología.
- Oliva, R. 2008.** Proceso de Cultivo de Peces Amazónicos. 1-7 pp.
- Pereyra, G. 2013.** Piscicultura. Guía Técnica, Agrobanco. Iñapari-Tahuamanu-Madre de Dios, Peru.
- 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 Seminaturales. Rev. Folia Amazónica, 13(1-2):121- 134.
- Rebaza, C., Rebaza, M., Valdivieso, M., Chu-Koo F. 2008.** Análisis Económico del cultivo de Gamitana *Colossoma macropomun* y Paco *Piaractus brachypomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. Rev. Folia Amazónica, 17(1-2):7-13.
- Reyes, W. 1998.** Cultivo de Peces Amazónicos. Rev. Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. Publicación Especial APLAC. N°4. Trujillo-Perú.
- Rodríguez-Medel, J. 2003.** Caracterización de los Sistemas Agroforestales del Departamento de Madre De Dios, Amazonia Peruana. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- Rodríguez-Pérez, W. 2005.** Estudio Comparativo de la Composición de Ácidos Grasos del Aceite de Semilla de Plantas de la Amazonia Colombiana. Momentos de Ciencia, 2(2):75-81pp.
- Rojas, S., Zapata, J., Pereira, A., Varon, E. 1996.** En el cultivo de Copoazu (*Theobroma grandiflorum*) en el piedemonte amazonico colombiano. Florencia, Colombia: Ed. corpoica regional 10.
- Ruiz, L. 2012.** Estado de la Acuicultura en el Perú. Rev. Científica, AquaTIC, N°37:99-

106pp.

- Sánchez, J. 2006.** Determinación de las propiedades Físicas y Químicas del Copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Tesis de Ingeniero en alimentos, Ambato – Ecuador.
- Sandoval, M. 2006.** Crecimiento del Híbrido *Piaractus brachypomus* ♀ CUVIER 1818 x *Colossoma macropomum* ♂ CUVIER, 1818 “Paco x Gamitana” Alimentado con Maíz Amarillo Duro (*Zea mays*). Rev. Científica Universalía. Universidad Nacional de Piura. Instituto de Investigación y Promoción para el Desarrollo. 11 (1):70-77pp.
- Tacón, A. 1989.** La Nutrición y la Alimentación de los Peces y Camarones de granja. Manual de entrenamiento. Vol. 2. Recursos de nutrientes y su composición. FAO. Field Document. 5: Brasilia - Brasil. 129pp.
- Tafur, J., Alcántara, F., Del Águila, M., Cubas, R., Mori-Pinedo, L., Chu-koo, F. 2009.** “Paco” *Piaractus brachypomus* y “Gamitana” *Colossoma macropomum* Criados en Policultivo con el Bujurqui-Tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae)” IIAP-UNAP. Folia amazónica, 18 (1-2): 97 – 104pp.
- Tratado de Cooperación Amazónica TCA, 1999.** Piscicultura Amazónica con Especies Nativas. Alimentos y Alimentación. Recuperado el 22 de octubre de 2014, de:<http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/texto03.htm>
- Treviño, I., Celis, A. 1995.** Uso de soya en Acuicultura. In: Soyanoicias ene-mar 95 p.13-21.
- Urano, J., Muller, C., Benchimol, R., Kouzo, A., Alves, R. 1999.** Copoasu (*Theobroma grandiflorum* (willd. Ex Spteng.) Shum.): Cultivo y Utilización. Manual técnico, Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica.
- Vásquez, W. 2004.** Principio de Nutrición Aplicada al Cultivo de Peces. Editor Universidad de los Llanos: Colección Unillanos 30 años. 101pp.
- Young, C., Dominique, P.B. 2000.** Bioenergética en la Formulación de Dietas y Estándares de Alimentación para la Acuicultura del Salmon: Principios, Métodos y Aplicaciones. II Aspectos Bioenergéticos en la Nutrición Acuícola. Avances en la Nutrición Acuícola III. 33-64pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01. Planta de Copoazú



Fuente: Propia (2014)

ANEXO 02. Fruto de Copoazú



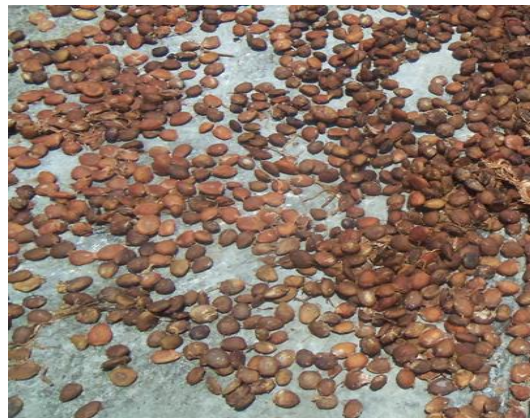
Fuente: Propia (2014)

ANEXO 03. Semilla fresca de Copoazú



Fuente: Propia (2014)

ANEXO 04. Semilla seca de Copoazú



Fuente: Propia (2014)

ANEXO 05. División del estanque



Fuente: Propia (2014)

ANEXO 06. Reforzamiento de malla



Fuente: Propia (2014)

ANEXO 07. Reforzamiento con ripas

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 08. Estanque limpio

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 09. Encalamiento

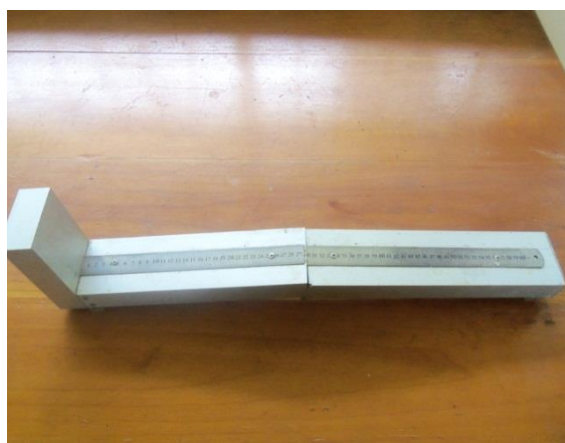
Fuente: Propia (2014)

ANEXO 10. Llenado de estanque

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 11. Balanza granataria de 25 kg

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 12. Ictiómetro de 60 cm

Fuente: Propia (20)

ANEXO 13. Maquina Tornillo

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 14. Maquina Mezcladora

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 15. Maquina Extrusor

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 16. Maquina Molino

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 17. Insumos empleados en la elaboración de las dietas experimentales

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 18. Micro insumos empleados en la elaboración de las dietas experimentales

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 19. Formulación de la dieta con nivel fijo de harina de semilla de copoazú
Tratamiento 1 con 5%

Zootec 3.0 © 2005

Descripción de la ración: Peces Paco Juveniles

Informe de cálculo :

Mínimo Costo = **S/ 1.87**

Ingredientes	%	Kg
Maíz amarillo	49.79	19.92
Torta de soya 44%	23.00	9.20
Harina de pescado 65%	9.00	3.60
Soya integral	11.50	4.60
Harina de semilla de copoazú	5.00	2.00
Fosfato monodicalcico	0.35	0.14
Sal común	0.50	0.20
Carbonato de calcio	0.10	0.04
L-Lisina HCL 78%	0.11	0.04
aflaban	0.05	0.02
Funginat	0.05	0.02
DL-Metionina 99%	0.10	0.04
Cloruro de colina	0.10	0.04
Premezcla Vit-Min acui	0.35	0.14
	100.00	40.00

Nutrientes	
Materia Seca, %	89.78
EM peces, Mcal/kg	3.21
Proteína Cruda, %	25.04
Fibra Cruda, %	3.15
Ext. Etereo, %	7.08
Calcio, %	0.57
Fosf. Disp., %	0.44
Sodio, %	0.30
Arginina, %	1.54
Lisina, %	1.54
Metionina, %	0.57
Met+Cis, %	0.91
Treonina, %	1.02
Triptófano, %	0.31

ANEXO 20. Formulación de la dieta con niveles fijos de harina de semilla de copoazú
Tratamiento 2 con 10%

Zootec 3.0 © 2005

Descripción de la ración: Peces Paco Juveniles

Informe de cálculo :

Mínimo Costo = **S/ 1.83**

Ingredientes	%	Kg
Maíz amarillo	46.60	18.64
Torta de soya 44%	28.69	11.48
Harina de pescado 65%	9.00	3.60
Soya integral	4.00	1.60
Harina de semilla de copoazú	10.00	4.00
Fosfato monodicalcico	0.35	0.14
Sal común	0.50	0.20
Carbonato de calcio	0.10	0.04
L-Lisina HCL 78%	0.11	0.04
aflaban	0.05	0.02
Funginat	0.05	0.02
DL-Metionina 99%	0.10	0.04
Cloruro de colina	0.10	0.04
Premezcla Vit-Min acui	0.35	0.14
	100.00	40.00

Nutrientes	
Materia Seca, %	89.94
EM peces, Mcal/kg	3.24
Proteína Cruda, %	25.02
Fibra Cruda, %	3.08
Ext. Etereo, %	7.71
Calcio, %	0.56
Fosf. Disp., %	0.43
Sodio, %	0.29
Arginina, %	1.49
Lisina, %	1.53
Metionina, %	0.56
Met+Cis, %	0.88
Treonina, %	1.00
Triptófano, %	0.31

ANEXO 21. Formulación de la dieta con niveles fijos de harina de semilla de copoazú
Tratamiento 3 con 15%

Zootec 3.0 © 2005

Descripción de la ración: Peces Paco Juveniles

Informe de cálculo :

Mínimo Costo = **S/ 1.80**

Ingredientes	%	Kg
Maíz amarillo	41.60	16.64
Torta de soya 44%	28.19	11.28
Harina de pescado 65%	8.50	3.40
Soya integral	5.00	2.00
Harina de semilla de copoazú	15.00	6.00
Fosfato monodicalcico	0.35	0.14
Sal común	0.50	0.20
Carbonato de calcio	0.10	0.04
L-Lisina HCL 78%	0.11	0.04
aflaban	0.05	0.02
Funginat	0.05	0.02
DL-Metionina 99%	0.10	0.04
Cloruro de colina	0.10	0.04
Premezcla Vit-Min acui	0.35	0.14
	100.00	40.00

Nutrientes	
Materia Seca, %	90.12
EM peces, Mcal/kg	3.36
Proteína Cruda, %	25.04
Fibra Cruda, %	3.04
Ext. Etereo, %	9.68
Calcio, %	0.54
Fosf. Disp., %	0.42
Sodio, %	0.29
Arginina, %	1.47
Lisina, %	1.50
Metionina, %	0.54
Met+Cis, %	0.86
Treonina, %	0.97
Triptófano, %	0.30

ANEXO 22. Formulación de la dieta Testigo sin inclusión de harina de semilla de copoazú

Zootec 3.0 © 2005

Descripción de la ración: Peces Paco Juveniles

Informe de cálculo :

Mínimo Costo = **S/ 1.92**

Ingredientes	%	Kg
Maíz amarillo	52.29	20.98
Torta de soya 44%	13.00	5.20
Harina de pescado 65%	9.00	3.60
Soya integral	24.00	9.60
Carbonato de calcio	0.10	0.04
Fosfato monodicalcico	0.35	0.14
Sal común	0.50	0.20
Harina de semilla de copoazú	0	0
L-Lisina HCL 78%	0.11	0.04
aflaban	0.05	0.02
Funginat	0.05	0.04
DL-Metionina 99%	0.10	0.04
Cloruro de colina	0.10	0.04
Premezcla Vit-Min Acuicola	0.35	0.06
	100.00	40.00

Nutrientes	
Materia Seca, %	89.62
EM peces, Mcal/kg	3.25
Proteína Cruda, %	25.00
Fibra Cruda, %	3.19
Ext. Etereo, %	7.27
Calcio, %	0.58
Fosf. Disp., %	0.45
Sodio, %	0.30
Arginina, %	1.59
Lisina, %	1.54
Metionina, %	0.57
Met+Cis, %	0.95
Treonina, %	1.02
Triptófano, %	0.32

ANEXO 23. Muestreo de la calidad del agua

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 24. Paco Juvenil

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 27. FICHA DE EVALUACIÓN BIOMÉTRICA FINAL POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS							
T1		T2		T3		Testigo	
Peso (g)	LT. (cm)	Peso (g)	LT. (cm)	Peso (g)	LT. (cm)	Peso (g)	LT. (cm)
810	33.5	915	34.0	725	33.0	685	32.0
745	31.5	835	33.5	680	32.5	600	30.0
750	33.0	785	32.5	800	33.5	750	34.0
710	33.0	855	34.5	785	33.0	645	32.0
1020	35.0	920	33.5	895	33.0	710	33.0
900	34.0	975	35.0	855	34.0	810	34.0
860	34.5	835	34.0	835	34.0	825	33.0
765	34.0	670	32.0	850	34.0	765	33.0
955	35.5	1000	35.0	810	34.0	895	35.0
645	31.0	555	29.0	610	30.0	680	32.0
960	34.0	835	33.5	800	32.5	800	33.5
830	33.5	585	29.0	915	34.5	690	33.0
965	35.0	695	32.0	870	34.5	810	34.0
670	32.5	900	34.0	865	33.5	705	33.5
870	34.0	645	30.0	645	31.0	780	34.0

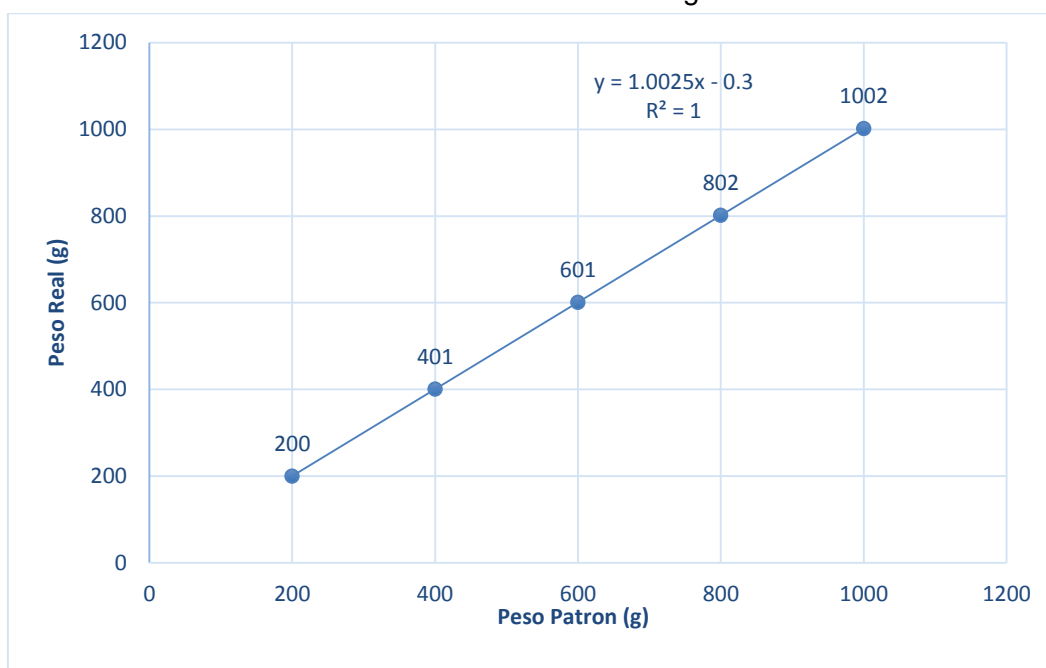
LT = Longitud Total

Fuente: Propia (2014)

ANEXO 28. Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de			Sig.
	Levene	df1	df2	
ICA	3,052	3	56	,036
LONGITUD TOTAL	2,323	3	56	,085
GANANCIA DE PESO	2,417	3	56	,076
GPD	2,414	3	56	,076
TCE	2,318	3	56	,085

Fuente: Ficha de Evaluación Técnica analizadas en IBM SPSS Statistics 22 (2015)


ANEXO 29. Calibración de la Balanza Granataria Digital.

Fuente: Base de datos procesados en Excel Microsoft office 2013 (2015)

ANEXO 30. Análisis Físicoquímico de la Semilla de Copoazú.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.
 Av. Tullumayo768
 Cusco - Perú
 Telefax: 084 234727
 Celular: 975 713 500
 RPC: 974 787 151
 RPM: # 713 522
 laboratoriolouispasteur@yahoo.es
 www.lablouispasteur.com

INFORME DE ENSAYO
LLP-2593-2014
SO-0725-2014


LABORATORIO LOUIS PASTEUR

Pág. 1 de 1


Solicitante: IIAP
Dirección Legal: AV. Abelardo Quiñones KM 2.5
Tipo de Muestra: Semilla de copoazú
Fecha de Toma de Muestra: 2014/09/22
Fecha de Ingreso de Muestra: 2014/09/24
Fecha de Ensayo: 2014/09/24
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2014/09/29


Datos proporcionados por el solicitante:
Procedencia de la Muestra: Almacén de Srta. Sherill Castillo
Toma de muestra realizada por: Srta. Sherill Castillo.
Cantidad y descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno de primer uso 500g

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	%	7.35
Protelna	%	12.12
Grasa	%	40.67
Cenizas	%	3.05
Fibra	%	1.03

Metodos de Referencias:
 Determinación del Contenido Humedad. Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS. NTP 205.002 (1979) (Rev.2011).
 Determinación de Cenizas. Método gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS. NTP 205.004 (1979) (Rev.2011)
 Determinación de Proteínas (método de kjeldahl). CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1979) (Rev.2011)
 Determinación de Grasa. Método Gravimétrico. CEREALES Y MENESTRAS. NTP -205.005 (1980) (Rev. - 2011)


 Blga. Patricia Miranda Pacheco
 COLBIOP N° 6556
 DIRECTOR TÉCNICO



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.