

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE CULTIVO DEL HIBRIDO (*Piaractus*

***brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) “PACOTANA” EN**

SISTEMA SEMIINTENSIVO EN SELVA ALTA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

ALDAVA PARDABE, JUFFNER

PROMOCIÓN 2009 – I

Tingo María – Perú

2017

DEDICATORIA

A DIOS: por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis PADRES: ISAIDA PARDABE SIMÓN y GREGORIO ALDAVA CARHUA por ser tan repetitivos conmigo, por darme la contraria en muchas cosas que yo creía eran buenas para mí y resultaron ser malas, ahora entiendo el porqué de ser tan pacientes y les agradezco infinitamente porque sé que con su cariño y educación me han formado como un hombre de bien.

A mis HERMANOS: ROLANDO, HUMBELINA, ELIZABETH, MARIAELENA, MELCIADES, ISAIDA, URIEL, PATRICIA y GUSMAN ALDAVA PARDABE. Por su apoyo constante para el logro de mi propósito.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

- ❖ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Facultad de Zootecnia, alma máter forjadora de profesionales con profundo sentido social.
- ❖ A todos los docentes de la Facultad de Zootecnia quienes con esfuerzo y criterio científico inculcaron el fortalecimiento de mi formación profesional.
- ❖ Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)-Filial Tingo María, institución que me permitió la realización del presente trabajo en el apoyo logístico y los materiales de investigación.
- ❖ Al Ing. Zoot. Walter Paredes Orellana y al Blgo. Pesq. Carlos Álvarez Janampa por su amistad y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.
- ❖ A todos mis compañeros de estudios por el apoyo moral que siempre me brindaron.
- ❖ A todas las personas que de alguna manera han colaborado para la culminación el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Características de la pacotana.....	3
2.2. Hábitos alimentarios de la pacotana.....	3
2.3. Justificación del cultivo de la pacotana.....	4
2.4. Consideraciones sobre la calidad de agua para el cultivo de la pacotana.....	4
2.5. Características fisicoquímicas del agua para el cultivo de la pacotana.....	5
2.5.1. Luz.....	6
2.5.2. Temperatura.....	6
2.5.3. Oxígeno disuelto.....	7
2.5.4. pH.....	7
2.5.5. Alcalinidad y dureza.....	8
2.5.6. Dióxido de carbono.....	8
2.5.7. Compuestos nitrogenados.....	8
2.6. Acondicionamiento del estanque para la siembra de la pacotana.....	9
2.7. Siembra de la pacotana.....	9
2.8. Alimentación de la pacotana.....	10
2.8.1. Requerimientos nutricionales de la pacotana.....	10
2.8.2. Factores que alteran el requerimiento nutricional.....	11

2.8.3. Ajuste de dietas y cantidad de alimento a suministrar.....	12
2.8.4. Frecuencia y horas de alimentación.....	12
2.8.5. El alimento artificial extruido.....	13
2.8.6. Bondades del alimento extruido.....	13
2.9. Crecimiento en peso y longitud de la pacotana.....	13
2.10. Factor de conversión alimenticia de la pacotana.....	13
2.11. Factor de condición del cultivo de la pacotana.....	14
2.12. Rentabilidad económica del cultivo de la pacotana.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Lugar y fecha de ejecución del trabajo de investigación.....	15
3.2. Tipo de investigación.....	15
3.3. Material biológico.....	16
3.4. Instalaciones de las unidades experimentales.....	16
3.5. Preparación de estanques y siembra de los alevinos.....	16
3.6. Alimentación de los peces.....	16
3.7. Monitoreo de la calidad de agua.....	17
3.8. Variable independiente.....	18
3.9. Tratamiento.....	18
3.10. Análisis estadístico.....	18
3.10.1. Población y muestra.....	19
3.11. Croquis de distribución.....	19
3.12. Variables dependientes.....	20
3.12.1. Evaluación de Indicadores de producción	20
3.12.1.1. Ganancia de peso promedio (g).....	20

3.12.1.2. Ganancia de longitud promedio (cm).....	20
3.12.1.3. Velocidad de crecimiento de peso por día (g/día)..	21
3.12.1.4. Velocidad de crecimiento de longitud por día (cm/día).....	21
3.12.2. Evaluación de Indicadores de crecimiento.....	22
3.12.2.1. Tasa de crecimiento específico de peso (%g/día).	22
3.12.2.2. Tasa de crecimiento específico de longitud (cm/día).....	22
3.12.2.3. Tasa de sobrevivencia (%).....	23
3.12.2.4. Factor de conversión alimenticia.....	23
3.12.2.5. Factor de Condición (%).....	24
3.12.2.6. Eficiencia alimentaria (%).....	24
3.12.2.7. Rendimiento del cultivo (Kg/ha).....	25
3.12.3. Evaluación de los parámetros de rentabilidad	25
3.12.3.1. Punto de equilibrio económico por el nivel de producción (Kg).....	25
3.12.3.2. Punto de equilibrio económico por el nivel de la venta (S/.).....	26
3.12.3.3. Índice de rentabilidad (%).....	26
IV. RESULTADOS	27
4.1. Indicadores de producción.....	27
4.2. Indicadores de crecimiento.....	31
4.3. Indicadores de rentabilidad.....	36
V. DISCUSIONES	39

5.1. Indicadores de producción.....	39
5.1.1. Ganancia de peso promedio (g).....	39
5.1.2. Ganancia de longitud promedio (cm).....	40
5.1.3. Velocidad de crecimiento de peso por día(g/día).....	42
5.1.4. Velocidad de crecimiento de longitud por día (cm/día).....	43
5.2. Indicadores de crecimiento.....	44
5.2.1. Tasa de crecimiento específico de peso (% g/día).....	44
5.2.2. Tasa de crecimiento específico de longitud (%cm/día).....	45
5.2.3. Factor de conversión alimenticia.....	46
5.2.4. Eficiencia alimentaria (%).....	47
5.2.5. Factor de condición (%).....	48
5.2.6. Porcentaje de sobrevivencia (%).....	49
5.2.7. Rendimiento del cultivo (Kg/ha).....	50
5.3. Indicadores de rentabilidad.....	51
5.3.1. Costo de producción por Kg (S./Kg).....	51
5.3.2. Punto de equilibrio económico en kilogramos.....	51
5.3.3. Punto de equilibrio económico en nuevos soles.....	52
5.3.4. Índice de rentabilidad (%).....	52
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
VIII. ABSTRACT.....	56
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Páginas
1 Parámetros fisicoquímicos del agua utilizada en estanques de cultivos de "Gamitana, Paco y Pacotana" en Iquitos.....	5
2 Requerimientos nutricionales del Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>)	11
3 Tasa diaria de alimentación del Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>)	12
4 Alimento utilizado durante el experimento.....	17
5 Indicadores de producción en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	28
6 Indicadores de crecimiento en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	32
7 Indicadores de rentabilidad en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Páginas
1	Variación del peso en la crianza de la pacotana en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	28
2	Variación de la longitud (cm) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	29
3	Ganancia de peso en la crianza de pacotanas en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	29
4	Ganancia de longitud (cm) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	30
5	Velocidad de crecimiento en peso por día (g/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	30
6	Velocidad de crecimiento en longitud por día (cm/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	31
7	Tasa de crecimiento específico en peso por día (% g/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	33
8	Tasa de crecimiento específico en longitud por día (% cm/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	33
9	Factor de conversión alimenticia en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).....	34

10	Eficiencia alimentaria (%) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).....	34
11	Factor de condición (K) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).....	35
12	Rendimiento del cultivo en la crianza de pacotanas en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	35
13	Índice de rentabilidad en la crianza de pacotanas en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	37
14	Punto de equilibrio económico en kilogramos en la crianza de pacotanas en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	37
15	Punto de equilibrio económico en nuevos soles en la crianza de pacotanas en 135 días de cultivo, en la piscigranja "El encanto de SAIPAI" (2011).....	38

RESUMEN

La investigación se realizó en la piscigranja el “Encanto de SAIPAI”, caserío SAIPAI, distrito Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco - Perú. El objetivo fue evaluar la densidad óptima de cultivo del híbrido Pacotana (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) en sistema semi intensivo en selva alta sembrados en fase de alevino, en diferentes densidades, que permite obtener mejor rendimiento productivo y económico. Se utilizaron nueve estanques de 1000 m², distribuidos en tres tratamientos a densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua, con tres repeticiones por tratamiento. La población fue 21632 unidades, se evaluó 90 alevinos por repeticiones. El estudio tuvo una duración de 135 días. Los resultados obtenidos fueron: Los peces a densidad de 1 pez/m² de espejo de agua mostró mejores resultados en la ganancia de peso, velocidad de crecimiento, tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia y eficiencia alimentaria con 278.54 g, 2.06 g/día, 1.2 %g/día, 1.21 y 82.32% respectivamente; que los obtenidos por peces a densidades de 2 y 3 peces/m² de espejo de agua. Sin embargo, a densidad de 2 peces/m² de espejo de agua presentó mejor mérito económico de 37.35% y utilidad de S/. 2.18/Kg de peces obtenidos, en comparación con densidades de 3 peces/m² y 1 pez/m² de espejo de agua. Por tanto, la densidad óptima en base al mérito económico fue

de 2 peces/m². En tal sentido recomiendo cultivar dicho híbrido a densidad de 2 peces/m² de espejo de agua bajo las condiciones estudiadas.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura manejada adecuadamente, se caracteriza por su importante aporte a la producción de alimento en armonía con la conservación de las especies, su contribución a la protección de los ecosistemas y por su potencialidad como fuente generadora de empleo productivo en la población rural (GUEVARA *et al.*, 1988).

Dentro de las ramas de la acuicultura, destaca la piscicultura actividad que consiste en el cultivo de peces, en un medio seleccionado y controlado por el hombre, cuya práctica cuando es aplicada racionalmente en áreas rurales incrementa la renta del propietario (VIRUES, 1984); La piscicultura constituye pues, una alternativa de producción de pescado capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales, en especial de los peces de mayor valor como la Gamitana, piache y paco, que muestran signos de sobreexplotación, particularmente cerca de las ciudades más grandes (TELLO, 1998).

La densidad de siembra en todo proceso de cultivo es importante y está en función de la intensidad de cultivo que se va a aplicar; y representa el punto de partida de las estimaciones de la producción y costos hacia el futuro de un cultivo (GUIMARAES y SENHORINI, 1986).

Teniendo en consideración que no se conoce en selva alta la densidad óptima de cultivo del híbrido (*Piaractus brachypomus* CUVIER 1818 ♀ x *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 ♂) “Pacotana”, con esta investigación se determinará la densidad óptima de cultivo de la Pacotana en sistema semiintensivo en selva alta, que permite obtener mejor rendimiento productivo y económico, para lo cual se planteó como hipótesis: Si se cultiva el híbrido Pacotana en tres densidades de cultivo siendo 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua en sistema semiintensivo en selva alta, uno de las densidades mostrará rendimiento productivo y económico superior.

Objetivo general:

- ❖ Evaluar la densidad óptima de cultivo, del híbrido (*Piaractus brachypomus* CUVIER 1818 ♀ x *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 ♂) “Pacotana” en sistema semiintensivo en selva alta sembrados en fase de alevino, que permita obtener mejor rendimiento productivo y económico.

Objetivos específicos:

- ❖ Estimar los indicadores de producción, en sistema de cultivo semiintensivo, en selva alta sembrados en fase de alevino en densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua.
- ❖ Calcular los indicadores de Crecimiento, en sistema de cultivo semiintensivo, en selva alta sembrados en fase de alevino en densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua.
- ❖ Determinar los indicadores de rentabilidad, en sistema de cultivo semiintensivo, en selva alta sembrados en fase de alevino en densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características de la Pacotana

El Paco y la Gamitana son considerados como las especies de mayor potencial en piscicultura en aguas cálidas continentales de América Latina, por su resistencia al manejo y su fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados y alimentos naturales en condiciones de cautiverio, a lo que se le adiciona su rápido crecimiento, con excelentes conversiones alimenticias y gran demanda en el mercado (DÍAZ y LÓPEZ, 1993).

2.2. Hábitos alimentarios de la Pacotana

La Pacotana es omnívoro, con tendencia a frugívoro, debido a que posee una combinación de dientes muy similares a los dientes molariformes de la Gamitana, adaptados para triturar estructuras fuertes, tales como semillas y frutos, lo cual podría ser el factor principal de selección de robustez de estos carácidos, tiene características fenotípicas muy marcadas del paco, pero con mejor crecimiento, en Venezuela más del 80 % de la venta de alevines se basa en híbridos de Paco con Gamitana (MARTINO, 2002).

2.3. Justificación del cultivo de la Pacotana

Reducir el tiempo de engorde (aumento de peso más rápido), obtener las poblaciones monosexo sin el uso de hormonas, obtener individuos más dóciles y fáciles de manejar, aumentar la resistencia a patógenos y a determinadas condiciones ambientales, como la salinidad, altas o bajas temperaturas, los bajos niveles de oxígeno disuelto, etc. (BATISTA y GIANNECCCHINI, 2010).

2.4. Consideraciones sobre la calidad de agua para el cultivo de la Pacotana

Como en todo proceso de cultivo, el agua de buena calidad es importante y está dado por el conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas y su interacción con los organismos vivos (IIAP, 2000). El agua puede proceder de un curso por derivación o represamiento, de escorrentía de las aguas pluviales, de manantiales y también del subsuelo. Como referencia se citan algunos valores de las características donde se desenvuelven los parentales progenitores y el híbrido (IIAP, 2000).

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos del agua utilizada en estanques de cultivos de Gamitana, Paco y Pacotana en Iquitos.

PARAMETRO	NIVEL
Temperatura superficial (C)	25.00
Oxígeno libre (ppm)	4.00
Dióxido de carbono libre (ppm)	11.00
Nitrógeno amoniacal (ppm)	0.35
Dureza cálcica (ppm)	19.00
Dureza magnésica (ppm)	1.00
Alcalinidad total (ppm)	20.00
Hierro ferroso (ppm)	0.175
pH	5.6
Color	Té oscuro

FUENTE: ALCANTARA (1991).

2.5. Características fisicoquímicas del agua para el cultivo de la Pacotana

El agua tiene ciertas propiedades que nos sirven de mucho en acuicultura tales como: la temperatura, pH, OD (Oxígeno disuelto), dureza, alcalinidad, salinidad, etc. (ARBOLEDA, 2006); Las principales características fisicoquímicas del agua para el cultivo y engorde son la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH (ROGRIGUEZ, 1993).

2.5.1. Luz

La cuantificación es variable se realiza a través de la transparencia o turbiedad con el disco sechi, que determina indirectamente tanto el material suspendido inorgánico (arcillas y limos) como el orgánico (fitoplancton y zooplancton) que atenúan la penetración de la luz e interfieren en el proceso de la fotosíntesis (MARTÍNEZ, 2006). En estanques para cultivo, la turbiedad y el color son el resultado de partículas coloidales arcillosas y materia orgánica disuelta o particulada como el plancton, los estanques de tierra leñosas por lo general son coloridos por sustancias húmicas procedentes de la vegetación en descomposición (BOYD, 1990).

2.5.2. Temperatura

A mayor temperatura corresponde una mayor tasa metabólica que implica una mayor ingestión de alimento (MORALES, 2004). La temperatura óptima para el paco es de: 24-29 °C, pero puede tolerar temporalmente temperaturas inferiores a 22 °C o superiores a 34 °C; sin embargo si permanecen mucho tiempo en estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo (ARBOLEDA, 2005). Los organismos acuáticos, crecen más rápido y transforman mejor el alimento consumido cuanto mayor es la temperatura del agua dentro del límite exigido por cada especie (Sipaúba 1988; citado por DEZA *et al.*, 2002).

2.5.3. Oxígeno disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de estanque piscícolas varían entre 4-8 mg/l (RODRIGUEZ y ANZOLA, 1993); La concentración de oxígeno debe mantenerse entre 3 y 6.5 ppm, valores que son frecuentes de encontrar en aguas de clima cálido (ROGRIGUEZ, 1993); Se debe mantener la concentración de oxígeno disuelto mayor de 4 ppm en el agua para el normal desarrollo del cultivo, resisten concentraciones inferiores a 2 ppm pero se afectan mucho los peces disminuyen el consumo de alimento y se hacen más susceptibles a enfermedades (DUEÑAS, s.d.); El agua dulce a 20 °C contiene 8.84 mg/l de oxígeno disuelto, mientras que a 30 °C contendrá 7.53 mg/l (Sipaúba,1988; citado por DEZA *et al.*, 2002).

2.5.4. pH

El pH optimo es de 7 para que haya buena producción de plancton (DUEÑAS, s.d.), en tanto el rango deseable de pH para los cultivos está en 6-9 (GUERRA *et al.*, 2000). Los valores inferiores o superiores a este rango son perjudiciales y disminuyen el crecimiento de los peces; mientras los valores muy bajos (menores a 5) o los muy altos (mayores de 11) son letales (ARBOLEDA, 2005).

2.5.5. Alcalinidad y dureza

La alcalinidad corresponde a la concentración total de bases en el agua expresada como mg/l de carbonato de calcio equivalente y está representado por iones de carbonato y bicarbonato (WOYNAROVICH y WOYNAROVICH, 1998). Concentraciones mayores de 20 mg/l equivalentes a Carbonato de Calcio, ideal 60 mg/l equivalentes a Carbonato de Calcio, importantes en la regulación del pH, producción de plancton, oxígeno y turbidez adecuada para el cultivo (USECHE, 2000). Las aguas con reducida alcalinidad (inferiores a 20 mg/l de carbonato de Calcio) muestran un bajo poder de equilibrio y presentan, por lo tanto, mayores fluctuaciones diarias de pH, debido a los procesos de fotosíntesis y respiración (ARBOLEDA, 2005).

2.5.6. Dióxido de carbono

El dióxido de Carbono disuelto debe ser menor a 20 ppm. (ALCANTARA, 1991), El dióxido de carbono (CO_2) producido en forma metabólica se acumula en el agua hasta llegar a niveles tóxicos (ARBOLEDA, 2005); El límite de la concentración de CO_2 depende de la biomasa de los peces y la tasa de alimentación (GUERRA y SALDAÑA, 2002).

2.5.7. Compuestos nitrogenados

Los compuestos nitrogenados (nitritos, nitratos y amonio), son productos de la excreción metabólica y tóxica para los peces, valores de 0.1 mg/l para nitritos y 0.01 mg/l de amonio indican perturbación del ciclo normal,

los nitratos son poco tóxicos, pero en condiciones anaerobias pueden transformarse en nitritos (DUEÑAS, s.d.).

2.6. Acondicionamiento del estanque para la siembra de la Pacotana

Exposición al sol del estanque por un período de una semana, para garantizar la desinfección física y la mineralización de la materia orgánica USECHE (2000). El encalado es importante en áreas donde se forman pozas de agua; la cal mata peces y otros animales existentes en el estanque, desinfecta el fondo y mejora la capacidad neutralizadora del agua, manteniendo el pH del agua en una alcalinidad que sea propicia para el crecimiento óptimo de los peces (GOULDING y CARVALHLO, 1982). La fertilización de estanque para alevinos se debe realizar con cal a razón de 50 a 100 g/m (USECHE, 2000). Asimismo, el abonamiento con gallinaza a razón de 800 a 1300 Kg/ha (GUERRA y SALDAÑA, 2002).

2.7. Siembra de la Pacotana

En la acuicultura las densidades de siembra pueden incrementarse de 1.5 a 2.5 alevinos/m² de espejo de agua, esto significa 3 a 5 alevinos/2m² de espejo de agua (GUERRA y SALDAÑA, 2002) y (ACUÑA y GUEVARA, 2002), realizaron trabajos con el híbrido Pacotana sembrados a una densidad de 0.5 peces/m² de espejo de agua con un peso promedio de 123 ± 0.9 g., cultivados durante un período de 105 días alimentados con alimento de 28% y 24% de proteína, se obtuvieron peces con peso promedio de 1.2 y 1.3 Kg., respectivamente con producciones de 5.8 y 6.0 Tm/ha.

2.8. Alimentación de la Pacotana

Experiencias preliminares con el híbrido Pacotana en condiciones de cultivo similares al de sus parentales progenitores y alimentado con alimento comercial del tipo expandido con 25% de proteína, arrojaron rendimientos de 6.2 Tm/ha en 105 días de cultivo, este resultado evidencia la factibilidad de obtener elevadas producciones de esta especie en un corto período de tiempo y empleando alimento de menor contenido proteico (FIGUEROA, 1999).

2.8.1. Requerimientos nutricionales de la Pacotana

Los requerimientos nutricionales de los peces están relacionados con el hábito alimenticio, básicamente se debe tener en cuenta dos factores de mayor importancia que son: calidad y cantidad de proteína, calorías y exigencias de energía, etc., como se muestra a continuación (RODRÍGUEZ, 1993).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del paco (*Piaractus brachypomus*).

	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE
	(Alevinos)	(Juveniles)	(Adultos)
Energía digestible, Mcal/Kg.	3.00	2.90	2.90
Proteína, % Mín.	35.00	30.00	26.00
Lípidos, % Mín.	6.00	7.00	8.00
Fibra, % Máx.	5.00	6.00	8.00
Calcio, % Mín.	1.00	1.00	1.00
Fosforo, % Mín.	0.80	0.80	0.70
Ácidos grasos omega-6, %	0.60	0.50	0.50
Lisina, %	2.20	1.80	1.50
Arginina, %	2.00	1.90	1.80
Metionina-Cistina, %	1.20	1.00	0.86

FUENTE: UNALM (2007)

2.8.2. Factores que alteran el requerimiento nutricional

GUERRA *et al.* (2000), mencionan que hay muchos factores que alteran los requerimientos nutricionales y es en base a ello las raciones deben de ser ajustadas, y ellas son: temperatura, tamaño del pez, nivel de alimentación, otros factores la densidad de los peces, el stress, la acumulación de desechos, etc.

2.8.3. Ajuste de dietas y cantidad de alimento a suministrar

Es necesario controlar la cantidad y calidad de alimento, porque es el parámetro más importante de la rentabilidad de los proyectos en piscicultura; es necesario muestrear periódicamente los peces para ajustar las dietas en base a la tasa de alimentación (GUERRA *et al.*, 2000).

Cuadro 3. Tasa diaria de alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*).

Etapa	Fase de cultivo	Peso promedio (g)	Tasa de alimentación (%)
1	Alevinaje	0.5-5	15
		6-50	10
2	Crecimiento	51-100	5
		101-200	3
3	Engorde	201-500	2-1

FUENTE: FONDEPES (2007)

2.8.4. Frecuencia y horas de alimentación

No es recomendable el suministro en una sola oportunidad por día, pues se observa pérdida del alimento no consumido por los peces. Un mejor aprovechamiento se logra cuando se divide la ración diaria en dos o tres porciones; que son administradas en diferentes horas, que podrían ser: mañana, medio día y tarde (IIAP, 2000).

2.8.5. El alimento artificial extruido

ALCANTARA (2005), El cultivo de peces como el paco, viene siendo incorporado progresivamente, en este sentido, cabe señalar que, si bien se han logrado tasas de conversión alimenticia buenas utilizando alimento artificial peletizado, existe la posibilidad de mejorar esas tasas de conversión mediante la utilización de alimento artificial extruido.

2.8.6. Bondades del alimento extruido

La mezcla y compactación de los insumos se realiza cerca de 100 grados centígrados y alta presión; la partícula tiene baja densidad y permanece flotando en la superficie del agua por más de una hora; no se produce pérdida de alimento; alta digestibilidad y tasas de conversión menores a dos (ALCANTARA, 2005).

2.9. Crecimiento en peso y longitud de la Pacotana

La velocidad de crecimiento, es expresado como incremento de peso o longitud por unidad de tiempo, indicado como día, semana o mes (MARTINEZ, 1984).

2.10. Factor de conversión alimenticia de la Pacotana

Se ha reportado que el híbrido Pacotana alimentados con concentrado comercial con proteína del 28%, presentan conversiones alimenticias de 1.3:1 (ACUÑA y GUEVARA, 2002). Así mismo, en (*Piaractus brachypomus*) paco se reportan conversiones de 1.6:1 en fase de levante con dietas vegetarianas del 34% de proteína bruta (MURILLO *et al.*, 2003).

2.11. Factor de condición en el cultivo de la Pacotana

Una forma de determinar el grado de bienestar del pez en cultivo, es a través del factor de condición (K), que expresa la relación volumétrica existente en función del peso. Valores superiores a dos indican gran capacidad y posibilidades de la especie para engorde en confinamiento (IIAP, 2000).

2.12. Rentabilidad económica en el cultivo de la Pacotana

Es la remuneración del capital invertido expresado en porcentaje sobre dicho capital aplicado a un activo (ESCORCHE, 1990); si la rentabilidad nos presenta un resultado positivo se gana utilidad y se ha cumplido el objetivo, pero si nos presenta un resultado negativo eso quiere decir que está dando pérdida (DA COSTA, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en La Piscigranja “El Encanto de SAIPAI”, ubicado en el caserío SAIPAI, distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco – Perú. Geográficamente ubicado a 9° 51’ 00” de Latitud Sur y 75° 23’ 27” de Longitud Oeste, a una altitud de 645 m.s.n.m., con temperaturas promedio anual de 23.6°C, con humedad relativa de 83.6%. según (ONERN, 1976), ecológicamente ubicado en la zona de vida bosque húmedo montano bajo tropical (bhm-BT) y bosque húmedo tropical (bh-T), el clima que presenta es Tropical-cálido húmedo. El experimento se llevó acabo de mayo a septiembre del 2011.

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo experimental.

3.3. Material biológico

Consiste en una población de 21632 alevinos del híbrido Pacotana con peso de (6.82 ± 0.53 g; C.V: 7.77 %) y longitud de (6.39 ± 0.59 cm; C.V:

9.23 %), los cuales fueron distribuidos en tres tratamientos cada uno de ellos con tres repeticiones, con densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua.

3.4. Instalaciones de las unidades experimentales

Las instalaciones empleadas en la ejecución de esta investigación consisten en 9 estanques seminaturales, de tierra compactada, de primer cultivo de dimensiones variables, con sistema de ingresos y salidas de agua independientes.

3.5. Preparación de estanques y siembra de los alevinos

La preparación de los estanques se realizó de acuerdo al protocolo de cultivo de peces amazónicos, propuesto por (IIAP 2000). El cual menciona que se debe agregar 50 g de cal agrícola/m², la fertilización orgánica se realizó usando gallinaza en cantidad de 200 g/m² de la cual se agregó el jugo, fertilizante inorgánico superfosfato triple (SPT) en cantidad de 0.5 g/m², posterior al preparado y llenado del estanque, luego de 10 días se sembró los alevinos de acuerdo a los tratamientos en 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua, con 3 repeticiones cada tratamiento y los peces ha sido distribuidos (captura, evaluación, conteo y sembrado en horas de la mañana)

3.6. Alimentación de los peces

Los peces fueron alimentados con alimento tipo extrusado de acuerdo a la fase de cultivo en la que se encontraron.

Cuadro 4. Alimento utilizado durante el experimento.

Fase de cultivo	Tiempo (Días)	Alimento (nombre)	Tamaño (mm)	Tasa alimentaria (%)
Inicio	0 – 30	Purigamitana	2	12.8
Crecimiento	31 – 60	Purutilapia	4	6
Crecimiento	61 – 120	Purutilapia	4	4.5
Engorde	121 – 145	Purigamitana	6	2

La cantidad de alimento a ofrecer por unidad experimental se determinó de acuerdo a la biomasa y el porcentaje (%) de la tasa alimentaria, realizando ajustes mensuales de acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones en la fase experimental en 135 días de cultivo en la piscigranja "El Encanto de SAIPAI"

3.7. Monitoreo de la calidad de agua

Se utilizó un Kit de análisis de agua para acuicultura (físicos y químicos) modelo Fisheries/Fish Farming Modelo FF-2 de Hach, este incluye un método colorimétrico y equipos para la determinación de 10 parámetros útiles de agua: Acidez, alcalinidad, bióxido de carbono, cloruro, oxígeno disuelto, y pruebas de dureza son llevadas a cabo usando un titulador digital, compacto, fácil de usar, unida a una dispensora que reemplaza una bureta. Las evaluaciones se realizaron antes de sembrar los alevinos y al término de cada mes de cultivo.

3.8. Variable independiente

3.8.1. Densidades de cultivo.

- ❖ Densidad 1: 1 pez/m² de espejo de agua.
- ❖ Densidad 2: 2 peces/m² de espejo de agua.
- ❖ Densidad 3: 3 peces/m² de espejo de agua.

3.9. Tratamiento

- ❖ Tratamiento 1: Densidad de 1 pez/m².
- ❖ Tratamiento 2: Densidad de 2 peces/m².
- ❖ Tratamiento 3: Densidad 3 peces/m².

3.10. Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos obtenidos en peso y longitud, así como los incrementos promedios respectivos se procesaron mediante el Análisis de varianza correspondiente al diseño completamente al azar y las comparaciones de las medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Duncan para un nivel de confianza del 95 %. Para los cuales se tomó una muestra aleatoria de 90 individuos por cada unidad experimental.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde

- Y_{ij} : j-esimo peso y longitud bajo el i-esimo densidad de siembra.
- μ : media poblacional.
- T_i : efecto del i-esimo densidad de siembra $i=1, 2$ y 3 peces/m².

- Eij: Error experimental en el j-esimo peso y longitud bajo el i-esimo densidad de siembra.

Los datos de las variables evaluadas fueron analizados, utilizando el programa InfoStat 2010.

3.10.1. Población y muestra

Las Pacotanas ha sido adquirido de la Piscigranja municipal de José Crespo y Castillo (el Encanto de SAIPAI), producto de la reproducción inducida llevada a cabo por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Luego se trasladó una población de 30 mil alevinos de dicha piscigranja, los cuales se colocaron en un estanque de 2100 m² de espejo de agua, se lo alimento durante un mes y posteriormente fueron seleccionados 21632 alevinos distribuidos en 9 estanques. Para los muestreos se tomaron al azar 90 peces por estanque para cada evaluación.

3.11. Croquis de distribución

TI-RI	TI-RII	TI-RIII	TII-RI	TII-RII	TII-RIII	TIII-RI	TIII-RII	TIII-RIII
-------	--------	---------	--------	---------	----------	---------	----------	-----------

Las pacotanas fueron distribuidos en tres tratamientos a densidades de (1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua) con tres repeticiones cada tratamiento, los peces sembrados se encontraron en fase de alevino.

3.12. Variables dependientes

3.12.1. Evaluación de Indicadores de producción

3.12.1.1. Ganancia de peso promedio (g)

Medida que expresa el incremento de peso expresada en (g) y de cada tratamiento y siendo esta una muestra representativa del tratamiento, se calculó por la siguiente ecuación:

$$GP (g) = Pf - Pi$$

Dónde:

- ❖ GP (g): Ganancia de peso.
- ❖ Pi: Peso inicial (g).
- ❖ Pf: Peso final (g).

3.12.1.2. Ganancia de longitud promedio (cm)

Medida que expresa la ganancia de longitud expresada en (cm) y de cada tratamiento y siendo esta una muestra representativa del tratamiento, se calculó por la siguiente ecuación:

$$GL (cm) = Lf - Li$$

Dónde:

- ❖ GL (cm): Ganancia de longitud.
- ❖ Li: Longitud inicial (cm).
- ❖ Lf: Longitud final (cm).

3.12.1.3. Velocidad de crecimiento de peso por día (g/día)

Esta expresada como la ganancia en peso por unidad de tiempo en (días), se calculó por la siguiente ecuación:

$$VC(g/día) = \frac{Pf - Pi}{T}$$

Dónde:

- ❖ VC (g/día): Velocidad de crecimiento.
- ❖ Pi: Peso inicial (g).
- ❖ Pf: Peso final (g).
- ❖ T: Tiempo de cultivo (días).

3.12.1.4. Velocidad de crecimiento de longitud por día (cm/día)

Esta expresada como la ganancia en longitud por unidad de tiempo en (días), se calculó por la siguiente ecuación:

$$VC(cm/día) = \frac{Lf - Li}{T}$$

Dónde:

- ❖ VC: Velocidad de crecimiento.
- ❖ Li: Longitud inicial (cm).
- ❖ Lf: Longitud final (cm).
- ❖ T: Tiempo de cultivo (días).

3.12.2. Evaluación Indicadores de crecimiento

3.12.2.1. Tasa de crecimiento específico de peso por día (% g/día)

Utilizada para evaluar el crecimiento de los peces en función del peso final, peso inicial y días de crecimiento, expresado como porcentaje del crecimiento en gramos por día (% g/día), se calculó por la siguiente ecuación:

$$\text{TCEP}(\% \text{ g/día}) = \frac{\ln \text{Pf} - \ln \text{Pi}}{T} \times 100$$

Dónde:

- ❖ TCEP (% g/día): Tasa de crecimiento específico en peso.
- ❖ Ln Pf: Logaritmo natural del peso final.
- ❖ Ln Pi: Logaritmo natural del peso inicial.
- ❖ T: Tiempo de cultivo (días).

3.12.2.2. Tasa de crecimiento específico de longitud por día (% cm/día)

Utilizada para evaluar el crecimiento de los peces en función de la longitud final, longitud inicial y días de crecimiento, expresado como porcentaje del crecimiento por día (% cm/día), se calculó por la siguiente ecuación:

$$\text{TCEL}(\% \text{ cm/día}) = \frac{\ln \text{Lf} - \ln \text{Li}}{T} \times 100$$

Dónde:

- ❖ TCEL (% cm/día): Tasa de crecimiento específico en longitud.
- ❖ Ln Lf: Logaritmo natural de la longitud final.
- ❖ Ln Li: Logaritmo natural de la longitud inicial.
- ❖ T: Tiempo de cultivo (días).

3.12.2.3. Tasa de sobrevivencia (%)

Se estimó el porcentaje de sobrevivencia al final del período experimental, ésta se calculada por la diferencia entre el número inicial y final de peces, mediante la siguiente ecuación:

$$S = \left(\frac{N_f}{N_i} \right) \times 100$$

Dónde:

- ❖ S: Sobrevivencia.
- ❖ Ni: Número inicial de peces sujeto al experimento.
- ❖ Nf: Número final de peces sujeto al experimento.

3.12.2.4. Factor de conversión alimenticia

Indica la cantidad de alimento consumido para convertir un kilogramo de carne, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$FCA = \frac{A C}{G P}$$

Dónde:

- ❖ FCA: Factor de conversión alimenticia.
- ❖ A C: Alimento consumido (Kg).
- ❖ GP: Ganancia de peso (Kg).

3.12.2.5. Factor de Condición (%)

Indica el grado de bienestar del pez, los valores superiores a 2 nos indican gran capacidad del individuo para desarrollar engorde en confinamiento, se calculó por la siguiente ecuación.

$$K(\%) = \frac{P}{L^3} \times 100$$

Dónde:

- ❖ K (%): Factor de condición.
- ❖ P: Peso (g).
- ❖ L: Longitud (cm).

3.12.2.6. Eficiencia alimentaria (%)

Está definido como los gramos de peces ganados por gramo de alimento consumido, expresado como porcentaje Se calculó dividiendo la ganancia de peso por la cantidad de alimento suministrado.

$$EA (\%) = \frac{GP (\text{kg})}{AC (\text{kg})} \times 100$$

Dónde:

- ❖ EA (%): Eficiencia alimentaria.
- ❖ GP: Ganancia de peso en Kilogramo (kg).
- ❖ AC: Alimento consumido en Kilogramo (kg).

3.12.2.7. Rendimiento del cultivo (kg/ha)

Rendimiento de pescado por tratamiento se encontró llevando la cantidad de pescado fresco encontrado en 1000 m² a una hectárea.

3.12.3. Evaluación de los parámetros de rentabilidad económica del cultivo de la pacotana

3.12.3.1. Punto de equilibrio económico por el nivel de producción (Kg)

Indica el volumen de producción en el que la explotación cubre todos sus costos productivos en este caso estará expresado en kg, se calculó por la siguiente ecuación:

$$PEE(Kg) = \frac{CFT}{PV_{unit} - CV_{unit}}$$

Dónde:

- ❖ PEE (kg): Punto de equilibrio económico en kilogramo.
- ❖ CFT: Costo fijo total.
- ❖ PV unit: Precio de venta unitario.
- ❖ CV unit: Costo variable unitario.

3.12.3.2. Punto de equilibrio económico por el nivel de la venta (S/.)

Su cálculo nos indica que con dicha cantidad de S/. en venta la explotación cubre todos sus costos productivos, se calculó por la siguiente ecuación:

$$PEE (S/.) = \frac{CFT}{1 - \frac{CV_{unit}}{PV_{unit}}}$$

Dónde:

- ❖ PEE (S/.): Punto de equilibrio económico Soles.
- ❖ CFT: Costo fijo total.
- ❖ PV unit: Precio de venta unitario.
- ❖ CV unit: Costo variable unitario.

3.12.3.3. Índice de rentabilidad (%)

El cálculo del índice de rentabilidad indica la utilidad obtenida por la inversión, se calculó por la siguiente ecuación:

$$IR (\%) = \frac{UT}{CTP} \times 100$$

Dónde:

- ❖ IR (%): Índice de rentabilidad.
- ❖ UT: Utilidad total.
- ❖ CTP: Costo total de producción.

IV. RESULTADOS

4.1. Indicadores de producción

El cuadro 5, muestra los indicadores de producción finales logrados en la crianza de las Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI”, relacionado a la ganancia de peso (GP g), ganancia de longitud (GL cm), velocidad de crecimiento de peso por día (VCP g/día) y velocidad de crecimiento de longitud por día (VCL cm/día), donde se muestra que existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos estudiados, indica que las Pacotanas, cultivados a una densidad de 1 pez/m² de espejo de agua, presento mejores resultados en comparación a los cultivados a densidades de 2 peces/m² de espejo de agua y 3 peces/m² de espejo de agua.

En las Figuras 1 y 2 se observan las ganancias de pesos y longitudes mensuales en los tratamientos y en las Figuras 3, 4, 5, 6, se muestran las ganancias de peso, ganancias de longitud, velocidad de crecimiento de pesos por día y la velocidad de crecimiento de longitud por día, de los tratamientos en estudio.

Cuadro 5. Indicadores de producción en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

Tratamientos	GP ¹ (g) ±EE	GL ² (cm) ±EE	VCP ³ (g/d) ±EE	VCL ⁴ (cm/d) ±EE
T-I (1 pez/m ²)	278.54±(2.13) ^a	16.52±(0.12) ^a	2.06±(0.01) ^a	0.12±(0.00) ^a
T-II (2 peces/m ²)	258.67±(1.14) ^b	15.82±(0.07) ^b	1.91±(0.01) ^b	0.12±(0.00) ^a
T-III (3 peces/m ²)	250.33±(1.10) ^c	15.81±(0.24) ^b	1.85±(0.01) ^c	0.12±(0.00) ^a

Promedios con igual letra para el mismo parámetro en los diferentes tratamientos no difieren estadísticamente ($p>0,05$) a la prueba de Duncan

1) GP g: Ganancia de peso en gramos; 2) GL cm: Ganancia de longitud en centímetros; 3) VCP g/d: Velocidad de crecimiento de peso por día en gramos 4) VCT cm/d: Velocidad de crecimiento de longitud por día en centímetros

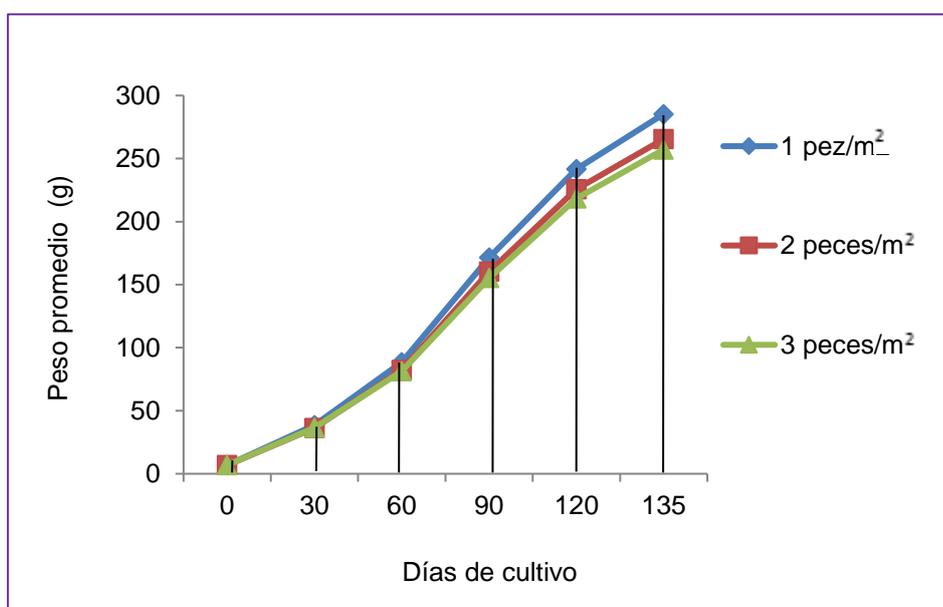


Figura 1. Variación del peso (g) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

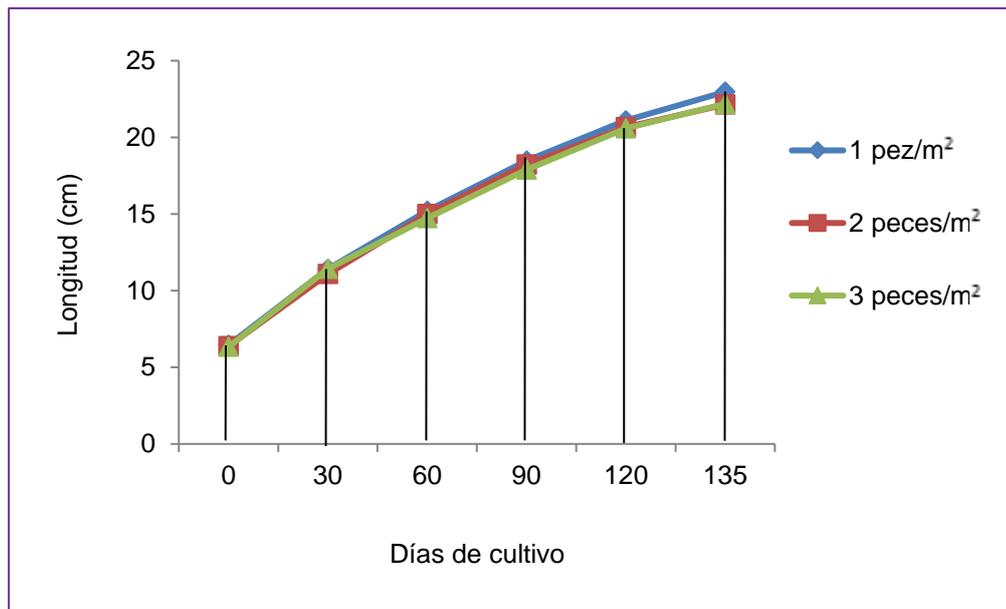


Figura 2. Variación de longitud (cm) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

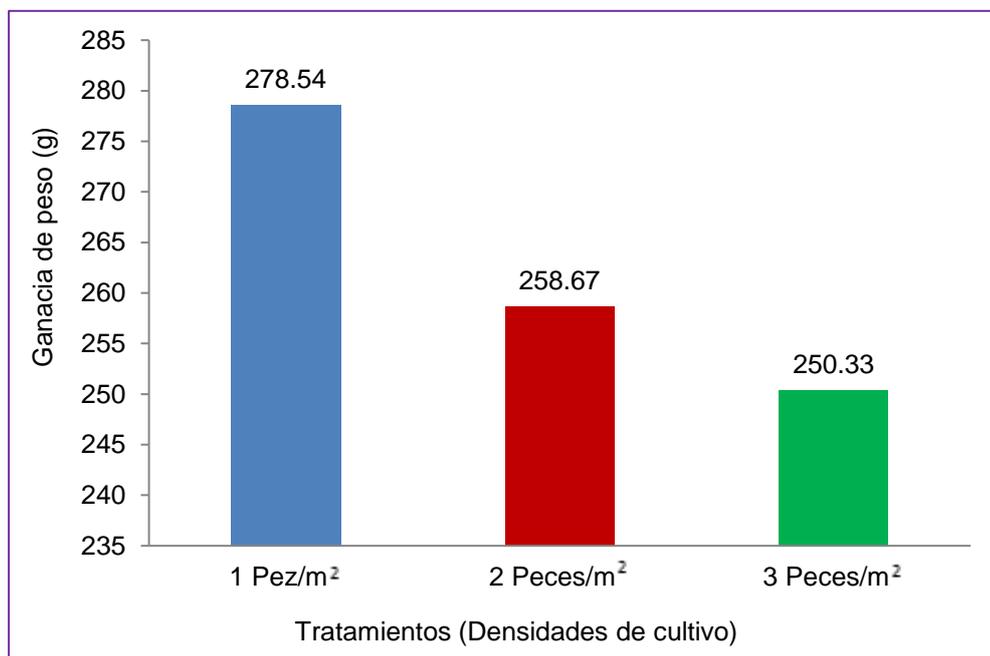


Figura 3. Ganancia de peso (g) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

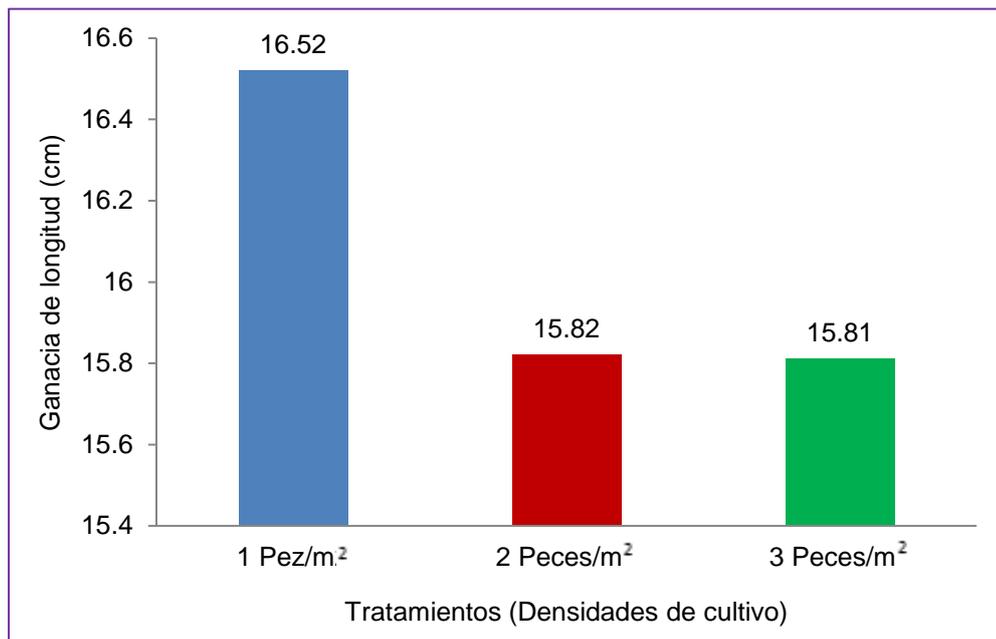


Figura 4. Ganancia de longitud (cm) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

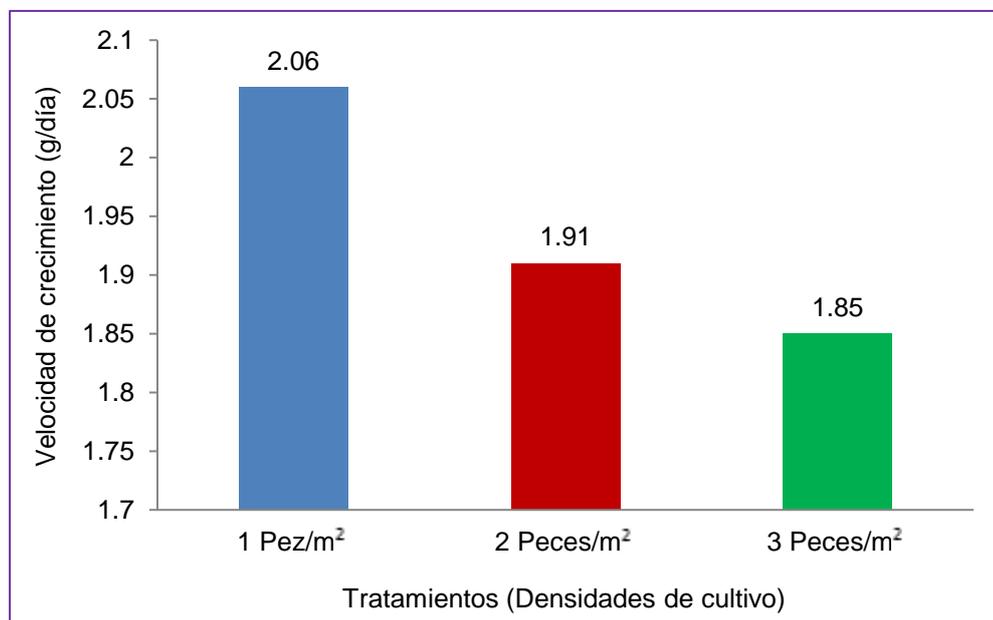


Figura 5. Velocidad de crecimiento en peso por día (g/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

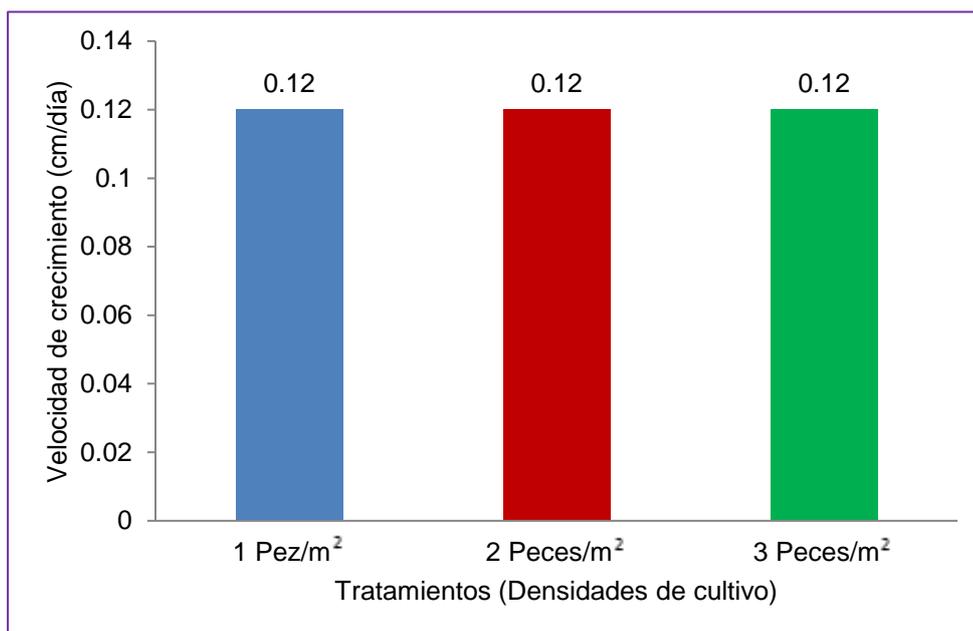


Figura 6. Velocidad de crecimiento en longitud por día (cm/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

4.2. Indicadores de crecimiento

El Cuadro 6, muestra los resultados referentes a los indicadores de crecimiento de las Pacotanas encontrándose promedios finales con respecto a la tasa de crecimiento específico de peso por día (TCEP % g/día), tasa de crecimiento específico de longitud por día (TCEL % cm/d), factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia alimenticia (EA %), factor de condición (K %), porcentaje de sobrevivencia (S %) y rendimiento de cultivo (R kg/ha), donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos estudiados. Donde nos indican que las Pacotanas cultivados a una densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), presentó mejores resultados en cuanto a tasa de crecimiento específico, factor de conversión

alimenticia, eficiencia alimentaria, en relación a las Pacotanas cultivadas a densidades de 2 peces/m² de espejo de agua y 3 peces/m² de espejo de agua (TII y T-III) respectivamente.

En las Figuras 7, 8, 9, 10 y 11, muestran la tasa de crecimiento específico de peso por día, la tasa de crecimiento específico de longitud por día, factor de conversión alimenticia, eficiencia alimentaria y factor de condición, de los tratamientos en estudio.

Cuadro 6. Indicadores de crecimiento en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

Variable	Tratamientos		
	T-I (1 pez/m ²)	T-II (2 peces/m ²)	T-III (3 peces/m ²)
TCEP ¹ (%/d) ±EE	1.2±(0.00) ^a	1.18±(0.00) ^b	1.17±(0.00) ^c
TCEL ² (%/d) ±EE	0.41±(0.00) ^a	0.40±(0.00) ^b	0.40±(0.00) ^b
FCA ³ ±EE	1.21±(0.00) ^a	1.23±(0.00) ^b	1.25±(0.01) ^b
EA ⁴ (%) ±EE	82.31±(0.21) ^a	81.45±(0.27) ^b	80.09±(0.25) ^c
K ⁵ (%) ±EE	2.35±(0.03) ^a	2.45±(0.02) ^{a*}	2.36±(0.07) ^a
S ⁶ (%)	100	100	100
R ⁷ (Kg/ha)	2853.49±(21.7) ^c	5309.39±(33.35) ^b	7715.07±(33.15) ^a

Promedios con igual letra para el mismo parámetro en los diferentes tratamientos no difieren estadísticamente ($p>0,05$) a la prueba de Duncan.

1) TCEP %/d: Tasa de crecimiento específico de peso %/día; 2) TCEL %/d: Tasa de crecimiento específico de longitud %/día; 3) FCA: Factor de conversión alimenticia; 4) EA %: Eficiencia alimentaria %; 5) K %: Factor de condición %; 6) S (%): Tasa de sobrevivencia %; 7) R (kg/ha): Rendimiento del cultivo en un ciclo productivo.

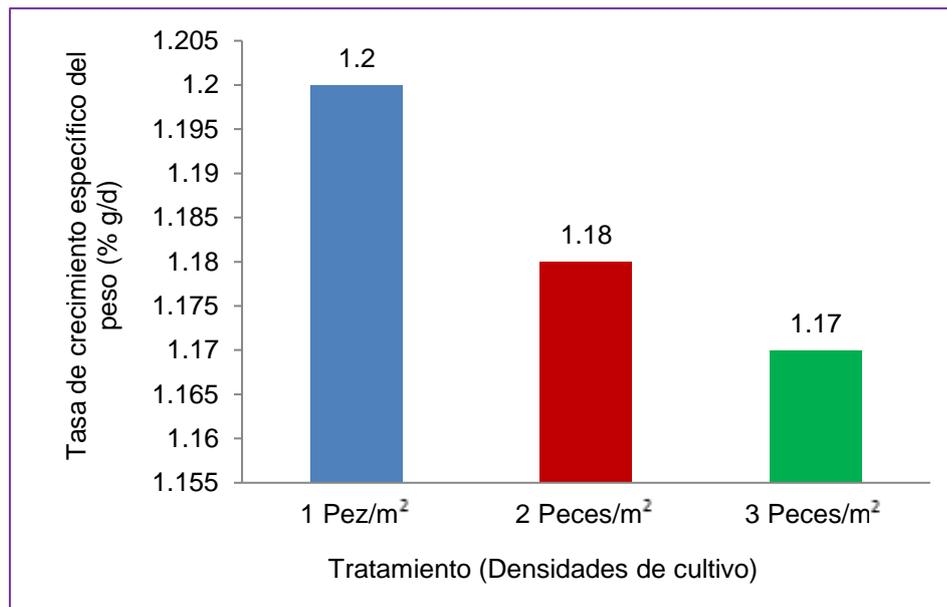


Figura 7. Tasa de crecimiento específico en peso por día (% g/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

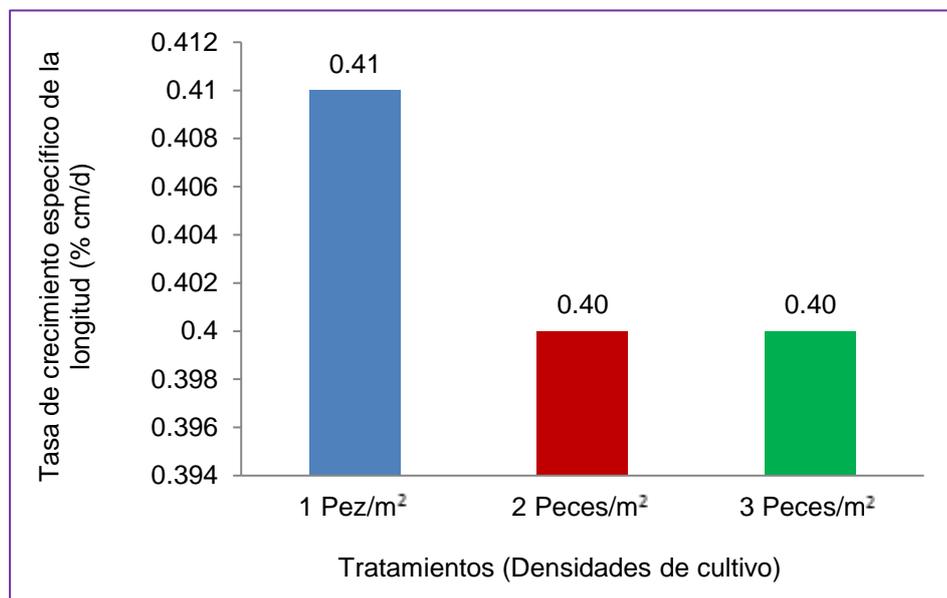


Figura 8. Tasa de crecimiento específico en longitud por día (% cm/día) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

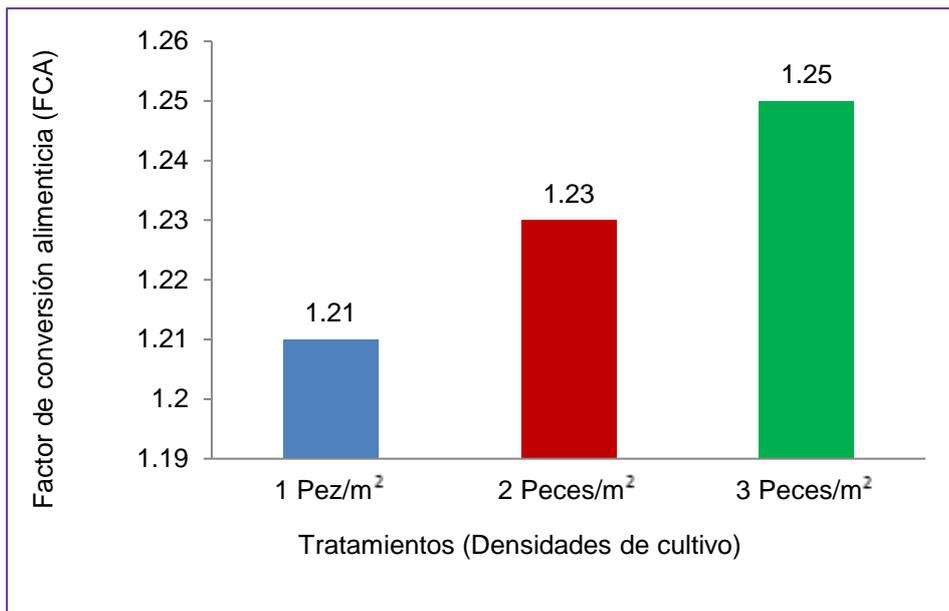


Figura 9. Factor de conversión alimenticia en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

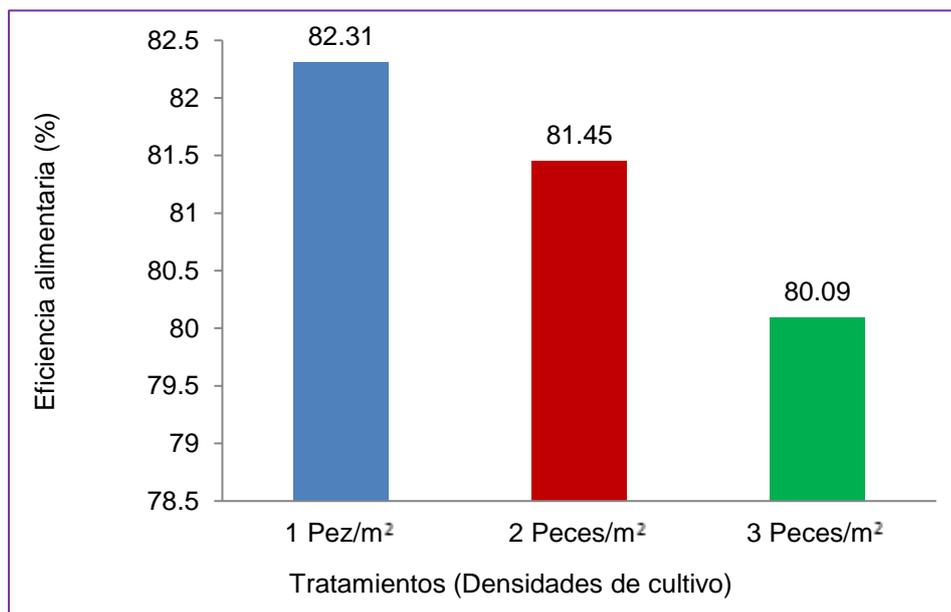


Figura 10. Eficiencia alimentaria (%) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

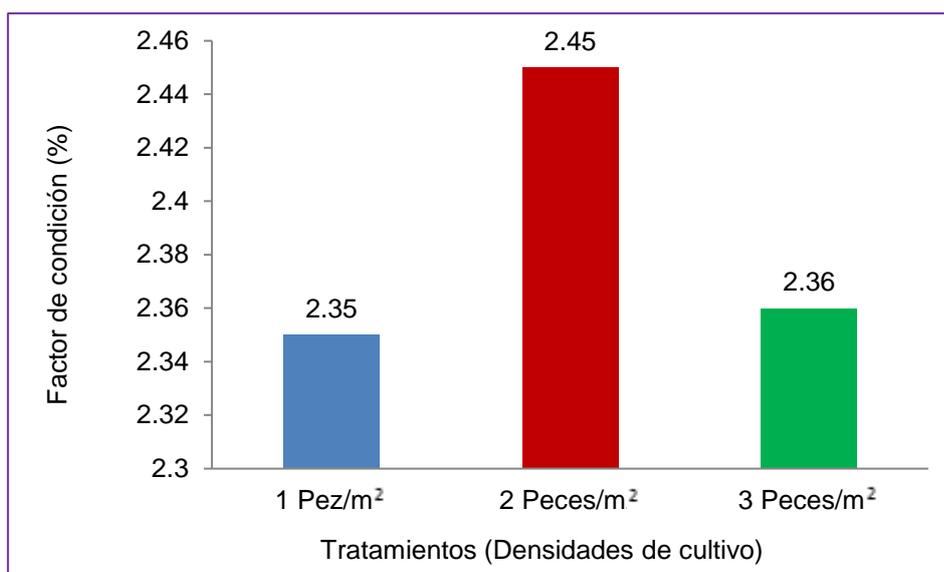


Figura 11. Factor de condición (K) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

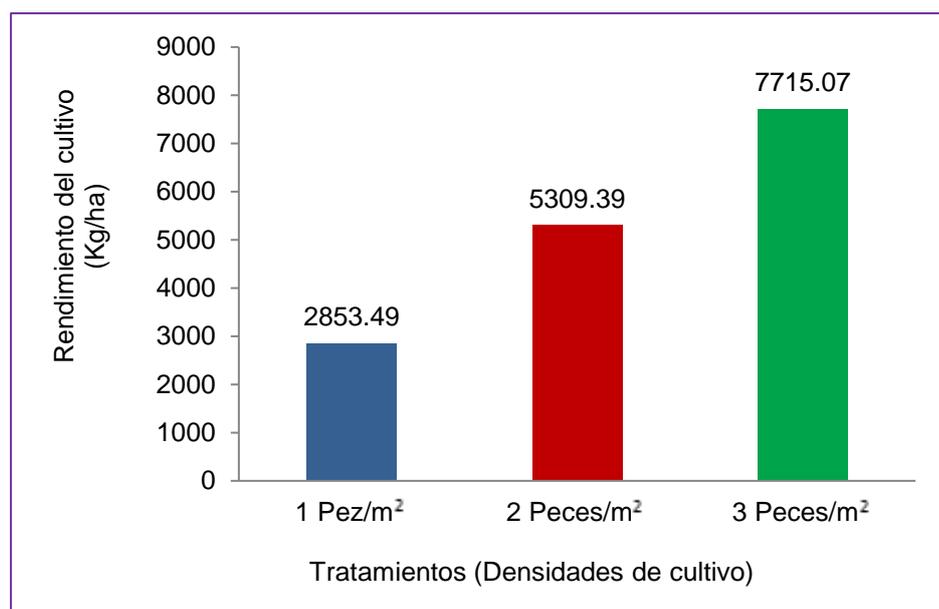


Figura 12. Rendimiento del cultivo (kg/ha) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

4.3. Indicadores de rentabilidad

El cuadro 8, muestra los resultados referentes a los indicadores de rentabilidad obtenidas en la crianza de las Pacotana en 135 días de cultivo, encontrándose promedios finales de costo de producción, punto de equilibrio económico en nivel de venta, punto de equilibrio económico en nivel de producción y el índice de rentabilidad. Se observó que los híbridos Pacotana cultivados a una densidad de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II), presentó mejores resultados en comparación a las densidades de 3 peces/m² de espejo de agua (T-III) y 1 pez/m² de espejo de agua (T-I).

Las figuras 13, 14 y 15 muestra el índice de rentabilidad económica, punto de equilibrio económico en Kg y punto de equilibrio económico en (S/.) para cada tratamiento en estudio.

Cuadro 7. Indicadores de rentabilidad en la crianza de Pacotanas durante 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

Parámetros	Tratamientos		
	1 pez/m ²	2 peces/m ²	3 peces/m ²
CPU ¹ (S/.) ±EE	6.54±(0.01) ^b	5.82±(0.03) ^a	5.81±(0.16) ^a
PEE ² (S/.) ±EE	1152.22±(3.01) ^a	1346.85±(13.37) ^b	1791.53±(123.29) ^c
PEE ³ (Kg.) ±EE	144.03±(0.38) ^a	168.36±(1.67) ^a	223.94±(15.41) ^b
Ire ⁴ (%) ±EE	22.33±(0.22) ^b	37.35±(0.74) ^a	36.58±(3.87) ^a

Promedios con igual letra para el mismo parámetro en los diferentes tratamientos no difieren estadísticamente ($p>0,05$) a la prueba Duncan.

1) CPU (S/.): Costo de producción unitario; 2); I_{re} (%): Índice de rentabilidad; 3) PEE (S/.): Punto de equilibrio económico en nivel de ventas; 4) PEE (Kg.): Punto de equilibrio económico en nivel de producción.

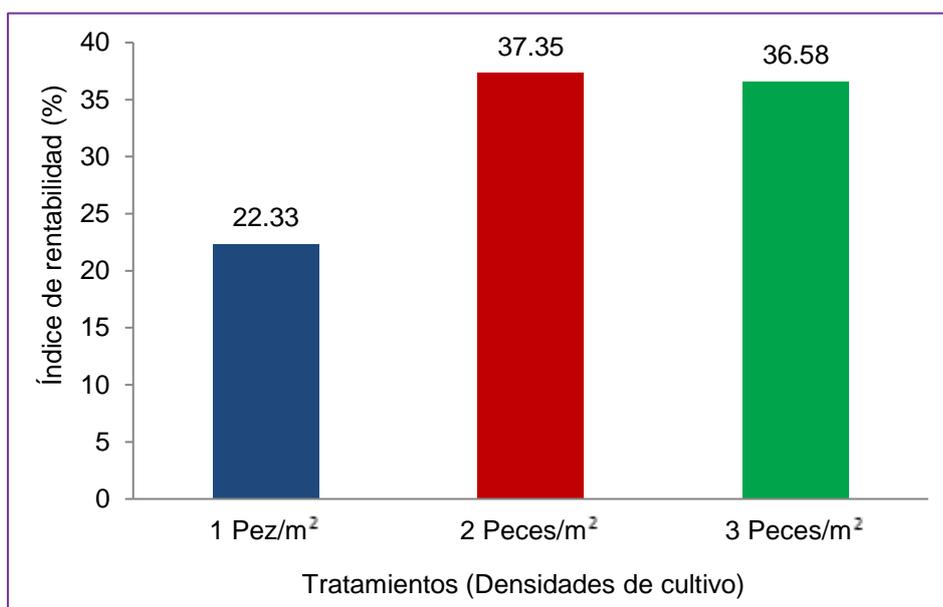


Figura 13. Índice de rentabilidad (%) en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).

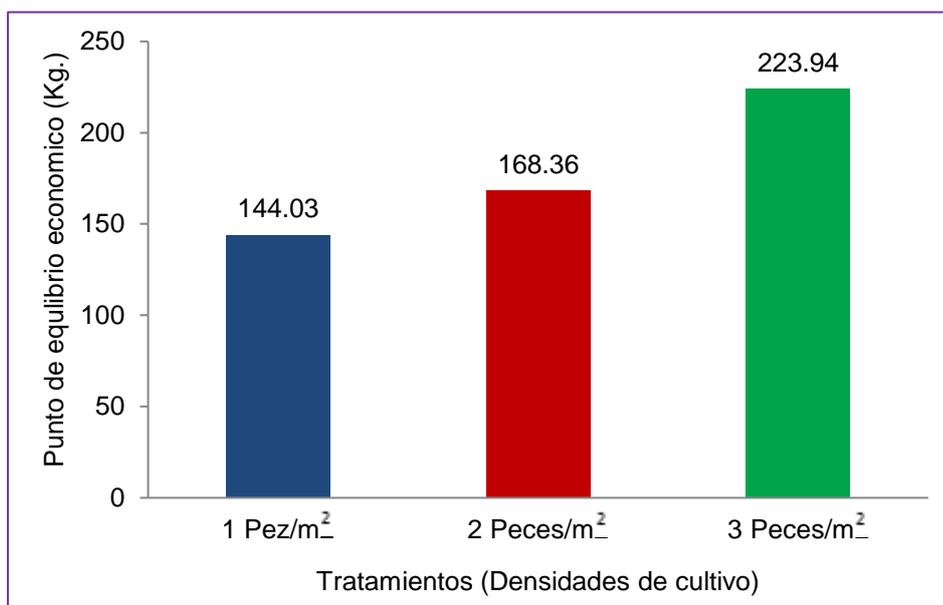


Figura 14. Punto de equilibrio económico en kilogramos en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja "El Encanto de SAIPAI" (2011).

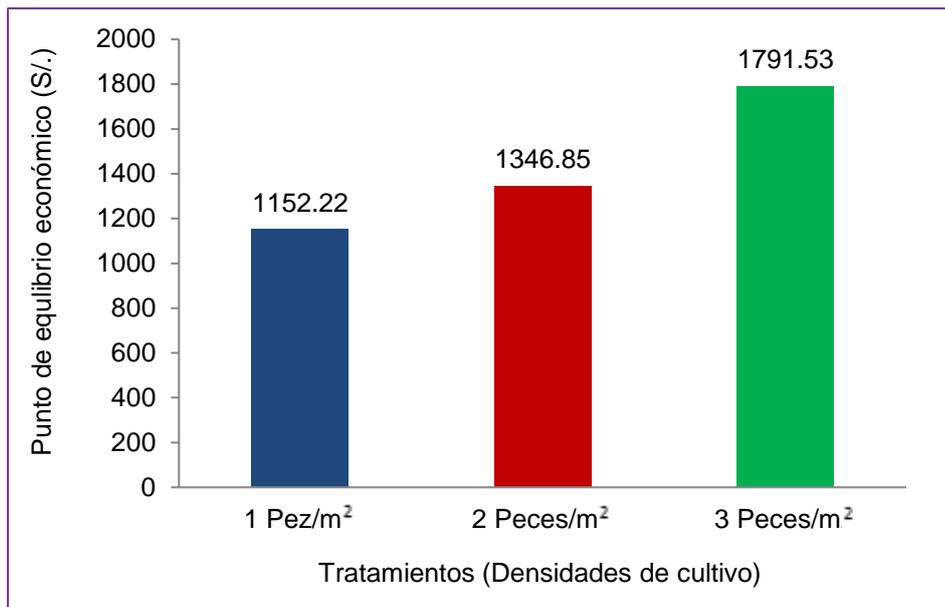


Figura 15. Punto de equilibrio económico en nuevos soles en la crianza de Pacotanas en 135 días de cultivo en la Piscigranja “El Encanto de SAIPAI” (2011).

V. DISCUSIONES

5.1. Indicadores de producción

5.1.1. Ganancia de peso promedio (g)

Los resultados respecto a la ganancia de peso (g) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando ganancias de pesos de 278.54^a, 258.67^b y 250.33^c g para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, encontrándose un mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

Los resultados difieren con lo reportado por (DEZA *et al.*, 2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua, en 240 días de cultivo obteniendo pesos promedios de 50.7^{a*}, 457.23^a y 420^a g; (FERRARI y BERNARDINO, 1984), reportan resultados para la especie de *Piaractus mesopotamicus* a densidades de 0.5 y 1.0 pez/m² de espejo de agua sin encontrar diferencias significativas en peso. (ACUÑA y GUEVARA, 2002), realizaron ensayos con Pacotana en densidad de 0.5 pez/m² de espejo de

agua, en período de 105 días de cultivo obteniendo resultados de peso final de 1246.84 g; (SANDOVAL, 2004), realizo ensayos con Pacotana en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, en período de 187 días de cultivo obteniendo resultados de peso final de 353.9 g.

La diferencia en la ganancia de peso se atribuye a la diferencia en las densidades de cultivo, a menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), es menor el consumo de oxígeno, así mismo se tiene menor cantidad de desechos metabólicos, mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado en la ganancia de peso, con respecto a las densidades de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

5.1.2. Ganancia de longitud promedio (cm)

Los resultados con respecto a la ganancia de longitud (cm) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando ganancias de longitudes de 16.52^a, 15.82^b y 15.81^c cm, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando el mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

Los resultados difieren con lo reportado por (DEZA *et al.*, 2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua, en 240 días de cultivo obteniendo pesos promedios de 28.33^a*, 27.883^a y 26.67^a cm respectivamente; (FERRARI y BERNARDINO, 1984), reportan resultados para la especie de *Piaractus mesopotamicus* a densidades de 0.5 y 1.0 pez/m² de espejo de agua sin encontrar diferencias significativas en longitud

(ACUÑA Y GUEVARA, 2002), realizaron ensayos con Pacotanas en densidad de 0,5 peces/m² de espejo de agua, en período de 105 días de cultivo obteniendo resultados de longitud final de 40.94 cm; (SANDOVAL, 2004), realizo ensayos con Pacotanas en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, en período de 187 días de cultivo obteniendo resultados de longitud final de 26.4 cm.

La diferencia en la ganancia de longitud se atribuye a la diferencia en las densidades de cultivo. A menor densidad 1 peces/m² de espejo de agua (T-I), es menor el consumo de oxígeno por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene menor cantidad de excretas, mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado en la ganancia de longitud, con respecto a las densidades de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

5.1.3. Velocidad de crecimiento de peso por día (g/día)

Los resultados respecto a la velocidad de crecimiento de peso por día (g/día) de las Pacotanas durante 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando velocidades de crecimiento de peso por día de 2.06^a, 1.91^b y 1.85 g/día, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, encontrándose mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

ACUÑA Y GUEVARA (2002), realizaron ensayos con Pacotanas en densidad de 0.5 peces/m² de espejo de agua, en período de 105 días de cultivo obteniendo resultados de velocidad de crecimiento de 11.50 ± 2.08 g/día; (REBAZA *et al.*, 2000), realizaron estudios en segunda fase de alevinaje en *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) Paco, a densidades de 10, 15 y 20 peces/m² de espejo de agua, en período de 30 días de cultivo, lograron resultados de la velocidad de crecimiento del peso de 0.61^a, 0.52^a y 0.65^{a*} g/día no encontrando diferencias estadísticas para esta variable; por otro lado (SANDOVAL, 2004), realizó ensayos con Pacotanas en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, en período de 187 días de cultivo obteniendo resultados de velocidad de crecimiento del peso de 1.37 g/día.

Las diferencias encontradas en la velocidad de crecimiento de peso por día se atribuyen a la diferencia en las densidades de cultivo. A menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), el consumo de oxígeno es menor por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado en la velocidad de crecimiento de peso por día.

5.1.4. Velocidad de crecimiento de longitud por día (cm/día)

Los resultados respecto a la velocidad de crecimiento de longitud por día (cm/día) de las Pacotanas en 135 días de cultivo no muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando velocidades de crecimiento de longitud de 0.12^a, 0.12^a y 0.12^a cm/día, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, teniendo igual desempeño en las densidades estudiadas.

REBAZA *et al.* (2000), realizaron estudios en segunda fase de alevinaje en *Piaractus brachypomus* paco, a densidades de 10, 15 y 20 peces/m² de espejo de agua, en período de 30 días de cultivo, lograron resultados de velocidad de crecimiento de la talla de 0.13^a, 0.13^a y 0.14^{a*} cm/día, no encontrando diferencias estadísticas para esta variable.

5.2. Indicadores de crecimiento

5.2.1. Tasa de crecimiento específico de peso (% g/día)

Los resultados respecto a la tasa de crecimiento específico del peso por día (% g/día) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando tasas de crecimiento específico de peso de 1.2^a, 1.18^b y 1.17^c % g/día, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

Estos resultados difieren con los resultados obtenidos por (DEZA *et al.*, 2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua. Obteniendo tasa de crecimiento específico del peso de 1.62^{a*}, 1.58^a y 1.54^a % g/día respectivamente; (SANDOVAL 2004), realizó ensayos con Pacotanas en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, logrando resultado de la tasa de crecimiento específico del peso de 1.87 % g/día.

Las diferencias encontradas en la tasa de crecimiento específico de peso se atribuyen a la diferencia en las densidades de cultivo. A menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), el consumo de oxígeno es menor por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene mayor espacio

vital, favoreciendo el mejor resultado en la tasa de crecimiento específico de peso (TCEP).

5.2.2. Tasa de crecimiento específico de longitud (% cm/día)

Los resultados respecto a la tasa de crecimiento específico de longitud (% cm/día) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando tasa de crecimiento específico de longitud de 0.41^a, 0.40^b y 0.40^b % cm/día, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

REBAZA *et al.* (2000), realizaron estudios en segunda fase de alevinaje en *Piaractus brachypomus* paco, a densidades de 10, 15 y 20 peces/m² de espejo de agua, en período de 30 días de cultivo, lograron resultados de la tasa de crecimiento específico de la talla de 5.9^a, 5.8^a y 6.2^{a*} % g/día, no encontrando diferencias estadísticas para esta variable.

Las diferencias encontradas en la tasa de crecimiento específico de longitud se atribuyen a la diferencia en las densidades de cultivo. A menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), el consumo de oxígeno es menor por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado en la tasa de crecimiento específico de longitud (TCEL).

5.2.3. Factor de conversión alimenticia

Los resultados respecto al factor de conversión alimenticia de las Pacotanas en los 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando los factores de conversión alimenticia de 1.21^c, 1.23^b y 1.25^a para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando el mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

Así mismo (ACUÑA y GUEVARA, 2002), reportan conversiones de 1.1 y 1.2 para densidades de 0.5 peces/m² de espejo de agua (SANDOVAL, 2004), realizó ensayos con Pacotanas en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, obteniendo resultado de 4.5 siendo estos muy altos; (DEZA *et al.*, 2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua obteniendo resultados de 1.09, 1.26 y 1.30 respectivamente sin mostrar diferencias significativas. (HALVER, 1972), afirma que es muy difícil obtener valores de conversión de alimento menores o iguales a 1, pero cuando esto ocurre se debe considerar la cantidad de alimento natural que puede ser capturado por los peces.

Las diferencias en el factor de conversión alimenticia (FCA) se atribuye a la diferencia en las densidades de cultivo do. A menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), es menor el consumo de oxígeno por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene menor cantidad de desechos metabólicos, mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado de factor de conversión alimenticia (FCA).

5.2.4. Eficiencia alimentaria (%)

Los resultados respecto a la eficiencia alimentaria (%) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes densidades de cultivo de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de 82.31^a, 81.45^b y 80.09^c %, para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, teniendo mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

DEZA *et al.* (2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua obteniendo resultados de 92.9^{a*}, 81.03^a y 77.26^a respectivamente sin mostrar diferencias significativas.

La diferencia en la eficiencia alimentaria (EA) se atribuye a la diferencia en las densidades de cultivo. A menor densidad 1 pez/m² de espejo de agua (T-I) es menor el consumo de oxígeno por lo mismo que hay menos individuos, así mismo se tiene menor cantidad de desechos metabólicos, mayor espacio vital, favoreciendo el mejor resultado de la eficiencia alimentaria (EA).

5.2.5. Factor de condición (%)

Los resultados respecto al factor de condición (%) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de 2.35^a, 2.45^{a*} y 2.36^a % para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando mejor resultado en la densidad de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II), seguido de 3 peces/m² de espejo de agua (T-III) y 1 pez/m² de espejo de agua (T-I).

Los resultados difieren con aquellos obtenidos por (DEZA *et al.*, 2002), para *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818) evaluadas en tres densidades de cultivo de 0.5, 1.0 y 1.5 peces/m² de espejo de agua obteniendo valores de 2.19^{a*}, 2.07^a y 2.21^a respectivamente sin mostrar diferencias significativas. (SANDOVAL, 2004), realizó ensayos con Pacotanas en densidad de 0,8 peces/m² de espejo de agua, obteniendo resultados de 1.92. La diferencia en el factor de condición es mínimo y se atribuye se atribuye a la gran capacidad de los peces para el engorde sobre todo a densidad de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II).

5.2.6. Porcentaje de sobrevivencia (%)

Los resultados respecto al porcentaje de sobrevivencia (%) de las Pacotanas en 135 días de cultivo no muestran diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre las diferentes densidades de cultivo de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de 100^a, 100^a y 100^a % para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando resultados iguales para los tratamientos de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua.

FIGUERIDO *et al.* (1989), Realizó trabajo con *Piaractus mesopotamicus* “pacu” lograron sobrevivencia de 100%; (REBAZA *et al.*, 2000), realizaron estudios en la segunda fase de alevinaje en *Piaractus brachypomus* paco, a densidades de 10, 15 y 20 peces/m² de espejo de agua, en período de 30 días de cultivo, lograron resultados de sobrevivencia de 98.68^{a*}, 97.45^a y 89.92^a %, no encontrando diferencias estadísticas para esta variable.

La no existencia de la diferencia y el máximo obtenido en el resultados del porcentaje de sobrevivencia y se atribuye a que los alevinos sembrados han sido previamente uniformizados en cuanto a talla y peso y fortalecidos durante el período pre cría con alimento con alto contenido proteico.

5.2.7. Rendimiento del cultivo (kg/ha)

Los resultados respecto al rendimiento del cultivo (kg/ha) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de cultivo de peces/m² de espejo de agua, logrando resultados de 2853.49^c, 5309.39^b y 7715.07^a kg/ha para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, encontrándose mejor resultado en la densidad de 3 peces/m² de espejo de agua (T-III), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 1 pez/m² de espejo de agua.

SANDOVAL (2004), realizó ensayos con Pacotanas en densidad de 0.8 peces/m² de espejo de agua, obteniendo resultados de 2831.3 kg/ha; (ACUÑA y GUEVARA, 2002), realizaron ensayos con Pacotanas a densidad de 0,5 peces/m² logrando resultados de 6000 kg/ha en 105 días de cultivo siendo muy superiores al experimento realizado. Al respecto (CEIA, 1999), indica que el rendimiento potencial máximo es más alto en aguas con mayor capacidad de carga por unidad, dado que el rendimiento aumenta, con un incremento en la densidad, cuando la tasa de crecimiento no es afectada por la población.

La diferencia en el rendimiento del cultivo en kg/ha se atribuye a la diferencia en las densidades de cultivo. A mayor densidad 3 peces/m² de espejo de agua (T-III), es mayor la producción, favorecido por el mayor número de peces sembrados en una misma área.

5.3. Indicadores de rentabilidad

5.3.1. Costo de producción por kg (S/./kg)

Los resultados respecto a los costos de producción (S/./kg) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de costo de producción por kg de 6.54^a, 5.82^b y 5.81^b S/./kg para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando mejores resultados en la densidad de 3 peces/m² de espejo de agua (T-III) seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II), 1 pez/m² de espejo de agua (T-I).

DEZA *et al.* (2002), al realizar el análisis económico, obtuvo un costo unitario de producción menor en la densidad de 1.5 peces/ha obteniendo 2.77 soles por kg; mientras que en la densidad de 0.5 peces/ha el costo fue de 3.01 soles por kg.

5.3.2. Punto de equilibrio económico en kilogramos

Los resultados respecto al punto de equilibrio económico en nivel de producción (kg) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de 144.03^b, 168.36^b y 223.49^a kg para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, mostrando mejor resultado en la densidad de 1 pez/m² de espejo de agua (T-I), seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

5.3.3. Punto de equilibrio económico en nuevos soles

Los resultados respecto al punto de equilibrio económico en nivel de las ventas (S/.) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de peces/m² de espejo de agua, mostrando resultados de 1152.22^a, 1346.85^b y 1791.53^a S/. para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, teniendo el mejor desempeño en la densidad de 1 pez/m² (T-I) de espejo de agua, seguido de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II) y 3 peces/m² de espejo de agua (T-III).

5.3.4. índice de rentabilidad (%)

Los resultados respecto el índice de rentabilidad (%) de las Pacotanas en 135 días de cultivo muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en las densidades de cultivo, mostrando resultados de 28.33^b, 37.35^a y 36.58^a % para las densidades de 1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente, teniendo el mejor desempeño en la densidad de 2 peces/m² de espejo de agua (T-II), seguido de 3 peces/m² de espejo de agua (T-III) y 1 pez/m² de espejo de agua (T-I).

Estos méritos económicos obtenidos en este estudio son superiores a los reportados por CODESU (2007), quien obtuvo un mérito económico de 17.0 %, en período de 245 días y similares a los obtenidos por (GUERRA y SALDAÑA 2002), en policultivo (Gamitana + Paco) se lograron méritos económicos de 24.88 %. (IIAP 2000), reporta que en monocultivo ya sea de Paco o Gamitana, a un factor de conversión alimentaria de 1.5 se obtiene méritos económicos de 35.72 %.

Con esta experiencia quedan descartados los sistemas tradicionales de cultivo que se basan en la producción a una tasa de crecimiento máximo desde el punto de vista biológico, sin embargo, no son buenos cuando se determina la tasa de crecimiento económicamente óptima, lo cual tiene que ver con el costo de los insumos.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ La densidad óptima del híbrido (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) en sistema de cultivo semiintensivo en selva alta sembrados en fase de alevino en base al mérito económico, fue de 2 peces/m² de espejo de agua.
- ❖ La ganancia de peso, ganancia de longitud y la velocidad de crecimiento en peso fue superior para el tratamiento I (1 pez/m² de espejo de agua), mientras que la velocidad de crecimiento en longitud fue igual para los tres tratamientos (1, 2 y 3 peces/m² de espejo de agua respectivamente).
- ❖ La tasa de crecimiento específico en peso, tasa de crecimiento específico en longitud, factor de conversión alimenticia, eficiencia alimentaria son superiores en el tratamiento I (1 pez/m² de espejo de agua), sin embargo, el factor de condición mostro superioridad en el tratamiento II (2 peces/m² de espejo de agua), y el rendimiento del cultivo mostro mejor resultado en el tratamiento III (3 peces/m² de espejo de agua).
- ❖ El índice de rentabilidad fue mejor en el tratamiento II (2 peces/m² de espejo de agua)

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Elaborar un protocolo para la investigación en piscicultura, que permita estandarizar el peso y longitud inicial para realizar experimento, el período de evaluación y otros como espejo de agua mínimo y altura ideal de la columna de agua a fin de que nos permitan hacer comparaciones.
- ❖ Cultivar híbridos de pacotana a una densidad de 2 peces/m² de espejo de agua, en condiciones similares al estudio dado que se logró los mejores resultados productivos y económicos.

VIII. ABSTRACT

The research was carried out in the fish farm "Encanto de SAIPAI", SAIPAI hamlet, Pueblo Nuevo district, Leoncio Prado province, Huánuco department - Peru. The objective of this study was to evaluate the optimum density of the hybrid of Pacotana (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) in a semiintensive system in high forest planted in the fingerlings stage, in different densities, to obtain better productive and economic yield. For this purpose nine ponds of 1000 m² were used, distributed in three treatments at densities of 1, 2 and 3 fish/m² of water mirror, with three replications per treatment. The population was 21632 units, 90 fingerlings were evaluated per replicate. The study lasted 135 days. The results obtained were: Fish at density of 1 fish/m² of water mirror showed better results in weight gain, growth rate, specific growth rate, feed conversion factor and food efficiency with 278.54 g, 2.06 g/day, 1.2% g/day, 1.21 and 82.32% respectively; Than those obtained by fish at densities of 2 and 3 fish/m² of water mirror. However, at a density of 2 fish/m² of water mirror it presented better economic merit of 37.35% and S/. 2.18/kg of fish obtained, compared to densities of 3 fish/m² and 1 fish/m² of water mirror. Therefore, the optimal density based on economic merit was 2 fish/m². In this sense I recommend cultivating said hybrid at density of 2 fish/m² of water mirror under the conditions studied.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, A., GUEVARA. M., 2002. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela.
- ALCANTARA, F., 2005. Instituto de investigación de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos 12 de mayo 2009.
- ALCANTARA, F., 1991. Estado del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en el Perú. Red Regional de Acuicultura de América Latina. CIID – Canadá. No publicado. 45 p.
- ARBOLEDA, O., 2006. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET. Colombia. 7 (11): 1-24 [En línea]: REDVET, (<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>), Revisado el 09 de junio del 2009.
- ARBOLEDA, O., 2005. Calidad del agua y mantenimiento de acuarios. REDVET. Colombia. 6 (8): 1-11 [En línea]: REDVET, (<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>) , Revisado el 09 de junio del 2009.

- BATISTA, J., GIANNECCCHINI, L., 2010. Producción de híbridos en la piscicultura. [En línea]: (<http://www.aquahoy.com/index.php?option=comcontent&view=article&id=10421%3Aproduccion-de-hibridos-en-la-piscicultura&catid=56&Itemid=100027&lang=es>), Revisado el 02 de Marzo del 2010.
- BOYD, C., 1996. Manejo de suelos y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62p.
- BOYD, C., 1990. Water quality in ponds for Aquaculture. Auburn University, Alabama. 482 pp.
- CEIA, 1999. Curso sobre el desarrollo de la Piscicultura. Centro Egipcio Internacional para la Agricultura. El Cairo-Egipto.
- COCARES, J., 1998. Calidad de agua en piscicultura. Programa de Posgrado en Ecología de Recursos Naturales. Universidad nacional de San Carlos Brasil 20.p.
- CODESU-Consortio Para El Desarrollo Sostenible De Ucayali. 2007, Reactivación de la Piscicultura en la Región Ucayali. Perú. [En línea]: (http://piscicultura_ucayali@codesu.org.pe), Revisado el 24 de octubre del 2009.
- DA COSTA, J., 1992. Diccionario de mercadeo y publicidad. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela. 274 p.

- 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.
- DÍAZ, F., LÓPEZ, R., 1993. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*), p. 207-219. Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. p: 207-219. [En línea]: (<http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/Amazonia/libros/47/texto01.htm>,) Revisado el 19 de julio del 2009.
- DUEÑAS, G., s.d. Piscicultura. Ibagué, Colombia. Mimeografiados. 13 p [En línea]: Mimeografiados, (www.geocities.com/sanfdo), Revisado el 07 de Abril del 2008.
- ESCORCHE, V., 1990, Productividad y Calidad. 1 era. Edición. Editorial nuevos tiempos. 192 p.
- FERRARI, V., BERNARDINO, G., 1986. Efeitos da alimentacao na producao do Pacu, *Colossoma mitrei* em viveiros. Sintese dos trabalhos realizados com especies do genero *Colossoma*. Pirassununga, S.P. (Brasil): Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura (CEPTA). 2 p.

- FIGUEREIDO, G., SEHORINI, J., FONTES, N., 1989. Desenvolvimento do “paco” (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes densidades de estocagem. In: 20 Relatório Técnico Aquaculture-Brasil. Pirassununga: CEPTA. P. 34-42.
- FIGUEROA, M., 1999. Crecimiento en ejemplares híbridos provenientes de hembras *Colossoma macropomum* con machos de *Piaractus brachypomus* sometidos a tres dietas diferentes. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela 39 p.
- FONDEPES, 2007. Manejo productivo delo cultivo de gamitana. s.n.t.
- FONSECA, S., 1991. Algunos aspectos da aquicultura do *Colossoma* e *Piaractus* no Nordeste Brasileiro. II Reunión del Grupo de Trabajo del *Colossoma*. Editor A. Hernández: 28-57 p.
- GUERRA, H., REBAZA, M., ALCANTARA, F., REBAZA, C., DEZA, S., SALVADOR, T., CORTEZ, J., PADILLA, P., MONTREUIL, V., TELLO, G., 2000. Cultivo y Procesamiento de peces nativos. Programa de Ecosistemas Acuáticos – Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (PEA-IIAP). Iquitos, Perú. 85p.
- GUERRA, H., 1992 Piscicultura Amazónica con Especies Nativas. Tratado de Cooperación Amazónica (TCA), 169 p.

- GUERRA, F.H., SALDAÑA, R.G., 2002. Cultivando peces Amazónicos. San Martín-Peru. 199 p.
- GUEVARA, A., GUTIERREZ, W., VILLANUEVA C., DERHAM, P., 1981. Cultivo de peces en la Amazonía Peruana. 2° Simposium sobre el Desarrollo de la Acuicultura en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)-Ministerio de Pesquería. Lima, Perú. 37p.
- GONZALES, J., HEREDIA, B., 1989. El cultivo de la “cachama” Fondo Nacional De Investigación Agropecuaria (FONAIAP). Estación Experimental Guárico, Sub Estación Guanapito. Maracay. Venezuela. 124 p.
- GUIMARAES, S. y SENHORINI, J., 1986. Apostila sobre criação de larvas e alevinos. CEPTA, Pirassununga, Brasil. 40 p.
- GOULDING, M., CARVALHO, M., 1982. Life History and management the Tambaquí (*Colossoma macropomum*, *Characidae*); An important Amazonian food fish. Revista Brasileira de Zoología, Sao Paulo. Volumen 1, fasc. 2, pág. (107 – 133).
- HALVER, J., 1972. Nutrición de peces. New York. 713 pág.
- IIAP, 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: Una propuesta productiva para la Amazonía peruana. Iquitos – Perú. 84 pág.
- MARTÍNEZ, L., 2006. Ecología de los sistemas Acuícolas. México. 227 p.

- MARTÍNEZ, M., 1984. El cultivo de la especie del género *Colossoma* en América Latina. RLAC/84141-PES-5FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago –Chile.
- MARTINO, G., 2002. Retrocruce de hembras híbridas (F1) (*Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*) con machos de las especies parentales. I Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura CIVA Venezuela.(<http://www.civa2002.org>), Revisado el 20 de junio del 2009.
- MORALES, G., 2004. Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación. Tesis Ing. Agrónomo. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. 51 p.
- MURILLO, R., GUEVARA, S., ORTIZ, A., 2003. Evaluación de dos dietas con proteína de origen vegetal en alimentación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en fase de levante, utilizando ingredientes de la Región del Ariari. Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia [En línea]: Resumen, (Metarimupa@yahoo.com), Revisado el 29 de Mayo 2008.
- ONERN, 1976. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales Mapa Ecológico del Perú, guía explicativa. Lima, Perú. [En Línea]: Mapas Temáticos del Perú (<http://mapasplanosperu.blogspot.com/2011/02/mapa-ecologico-del-peru-onern-1976.html>), Revisado el 28 de diciembre del 2014.

- PRODUCE, 2008. La acuicultura en el Perú. Ministerio de la Producción. [En Línea]: (www.produce.gob.pe), Revisado el 23 de Diciembre del 2008.
- 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. Vol. 13:14 p.
- REYES, W., 1998. Cultivo de peces amazónicos. Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. Publicación especial APLAC. N° 4. Trujillo-Perú.
- RODRIGUEZ, G., ANZOLA. E., 1993. Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), Santa Fe de Bogotá. Colombia, 286 p.
- SANDOVAL, M., 2004. Crecimiento del híbrido (*Piaractus brachypomus* CUVIER 1818 ♀ x *Colossoma macropomun* CUVIER 1818 ♂) "Paco x Gamitana" alimentado con maíz amarillo duro "*Zea mays*". Departamento de Acuicultura, Facultad de Ingeniería Pesquera, universidad de Piura.
- SENHORINE, J., 1993. Procedimiento para la Criacao de Larvas de Peixes. Centro de Pesquisa y Treinmento Em Aquicultura (CEPTA), Pirassununga, 34 p.

- SIPAUBA, L., 1998. Limnología aplicada a Acuicultura. Unidad complementaria de la universidad nacional paulista. Centro de Acuicultura. Boletín técnico N° 1. Brasil.
- TELLO, S., 1998. Analysis of a Multispecies Fishery: The Commercial Fishery fleet of Iquitos, Amazon Basin, Peru. A thesis submitted to Oregon State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. 83 p.
- UNALM, 2007. Planta de alimentos enriquecidos. Lima. 15 p.
- USECHE, M., 2000. El cultivo de la cachama, manejo y producción. Primer Taller Piscícola Coord. Programa Piscícola. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TACHIRAUNET. Venezuela. [En línea]: (<http://usechemanuel@telcel.net.ve>) Revisado el 24 de mayo del 2007.
- VIRUEZ, C., 1984. Breve reseña de la Acuicultura en Brasil. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura 5 (3): 543-545. p.
- WOYNAROVICH, A., WOYNAROVICH, E., 1998. Reproducción artificial de las especies de *Colossoma* y *Piaractus*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). 1ra ed. Lima – Perú. 65. p.

ANEXOS

A. Áreas de estanques y número de peces utilizados por repeticiones

Cuadro 10. Estanques utilizados en la investigación y área respectiva en la piscigranja “El encanto de SAIPAI” (2011).

N° de estanque	Área	N° de peces
1	1000	1000
2	1000	1000
3	1480	1480
4	1125	2250
4	950	1900
6	1100	2200
7	1800	5400
8	800	2400
9	1334	4002
Total	10589	21632

Área y cantidad de peces por cada repetición en el estudio realizado

B. Parámetros promedios fisicoquímicos del agua en los diferentes tratamientos

Cuadro 14. Parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo de pacotana evaluados en tres densidades de cultivo, en sistema semiintensivo en la piscigranja “El encanto de SAIPAI” (2011).

Parámetro	TI	TII	TIII
pH	7.53	7.46	7.85
Dióxido de carbono (mg/l)	9.40	9.18	9.27
Dureza (mg/l)	96.67	101.17	96.67
Alcalinidad (mg/l)	83.33	82.83	83.80
Acidez (mg/l)	26.00	26.50	27.00
Amonio (mg/l)	0.10	0.10	0.10
Nitrito (mg/l)	0.00	0.00	0.00
Transparencia (cm)	35.00	30.00	30.00

Promedio de los parámetros de la calidad de agua de los tratamientos estudiados

T-II: 1 pez/m² de espejo de agua.

T-II: 2 peces/m² de espejo de agua.

T-III: 3 peces/m² de espejo de agua.

C. Variación de la temperatura y oxígeno disuelto en diferentes horas del día por tratamiento

Cuadro 15. Evaluación de la temperatura y el oxígeno disuelto en el cultivo de la pacotana en tres densidades de cultivo en sistema semiintensivo en la piscigranja “El encanto de SAIPAI” (2011).

Parámetros	Temperatura (°C)				Oxígeno disuelto (mg/l)			
	Horas de evaluación				Horas de evaluación			
	06:00	12:00	18:00	24:00	06:00	12:00	18:00	24:00
TI	27.74	30.94	31.64	28.26	4.10	6,43	7.21	4.79
TII	27.96	30.99	31.50	28.47	3.81	6.00	6.90	4.16
TIII	28.02	30.78	31.49	28.54	3.38	4.45	5.69	4.15

Promedio de la temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/l) en distintas horas del día

T-II: 1 pez/m² de espejo de agua.

T-II: 2 peces/m² de espejo de agua.

T-III: 3 peces/m² de espejo de agua.

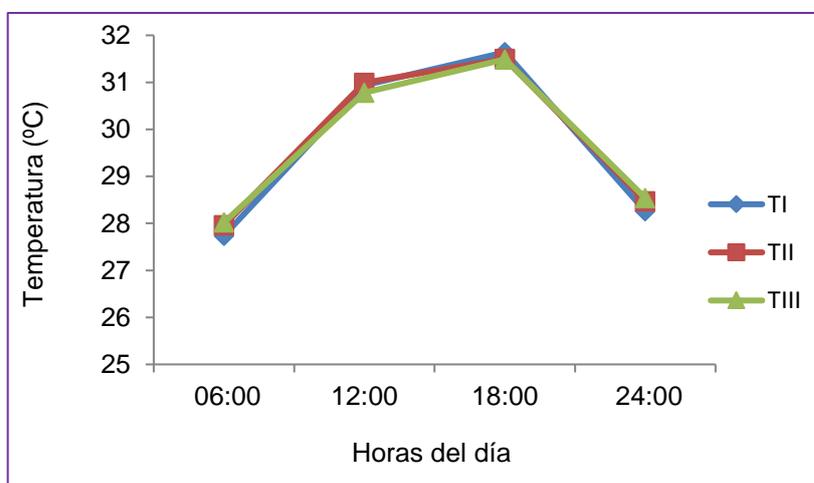


Figura 16. Comportamiento de la temperatura durante el día en el cultivo de la pacotana evaluados en tres densidades de cultivo, en sistema semiintensivo en la piscigranja “El encanto de SAIPAI” (2011).

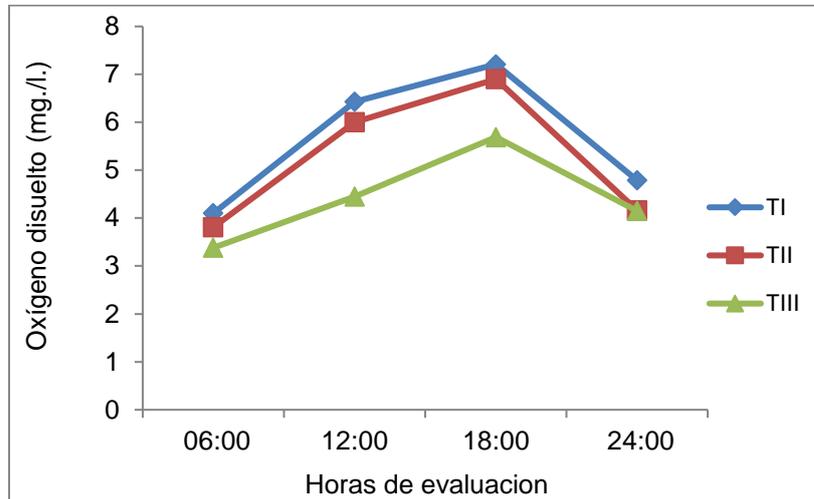


Figura 17. Comportamiento del oxígeno disuelto durante el día en el cultivo de la pacotana evaluados en tres densidades de cultivo, en sistema semiintensivo en la piscigranja “El encanto de SAIPAI” (2011).