



Estado actual de la acuicultura de la Selva Peruana: caso Ucayali
Current status of aquaculture in the Peruvian rainforest: case of Ucayali

**Quesquén-Fernández Roberto Orlando¹ , Gutiérrez-Romero Gloria Albina¹ , Haeun Jeon²,
Cabrera-Simon Alison Estefh^{1,3} , Samaniego-Pipo Lidia Silvana^{1,4*} **

Datos del Artículo

¹Universidad Nacional del Callao.
Escuela de Posgrado.
Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos.
Juan Pablo II 306, Bellavista 07011.
Callao, Perú.

²Universidad Nacional de Pusan.
Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
Instituto Marítimo de Corea.
26, Haeyang-ro 301 beon-gil, Yeongdo-gu, Busan.
Corea del Sur.

³Ministerio de Producción del Perú.
Dirección de Promoción y Desarrollo Acuícola.
Dirección General de Acuicultura.
Calle uno oeste 060 Urb. Corpac-San Isidro.
Lima, Perú.

⁴KOLAC.
Latin America Ocean and Fisheries Cooperation
Center.
Juan Pablo II 306, Bellavista 07011, 2do piso.
Callao, Perú.

***Dirección de contacto:**
Universidad Nacional del Callao.
Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos.
Escuela de Ingeniería Pesquera.
KOLAC, Latin America Ocean and Fisheries
Cooperation Center.
Juan Pablo II 306, Bellavista 07011, 2do piso.
Perú.

Lidia Silvana Samaniego-Pipo
E-mail address: lsamaniegop@unac.edu.pe
Roberto Orlando Quesquén-Fernández
roquesquenf@unac.edu.pe

Palabras clave:

Acuicultura amazónica,
caracterización,
productividad,
acuicultor.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2022; 8(2):49-63.

ID del artículo: 117/JSAAS/2022

Historial del artículo.

Recibido julio 2022.
Devuelto agosto 2022.
Aceptado septiembre 2022.
Disponible en línea, octubre 2022.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar las características de la actividad acuícola del departamento de Ucayali. Se aplicó un cuestionario a 88 acuicultores de los distritos de Callería, Campoverde, Padre Abad y Neshuya. Los resultados muestran que el 73 % de los Centros Acuícolas son AREL, aunque el 78.4 % tienen un nivel de producción menor a 3.5 t. Los estanques son de tierra, predominando CA con 1-2 estanques (54.6 %). Solo el 22 % realizan análisis del agua una vez al mes. La densidad de siembra fue 1 pez/m², usa 423 kg/ha de cal, menos de la cuarta parte de lo recomendado. Además, por el alto costo del alimento balanceado usan también alimento natural aumentando el tiempo de cultivo promedio en dos meses. Las especies que cultivan son gamitana y paco. Se concluye que en el departamento de Ucayali la producción acuícola está atomizada y tiene bajo nivel de tecnificación.

2022. *Journal of the Selva Andina Animal Science*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The objective of this research was to determine the characteristics of the aquaculture activity in the department of Ucayali. A questionnaire was applied to 88 fish farmers in the districts of Callería, Campoverde, Padre Abad and Neshuya. The results show that 73 % of the Aquaculture Centres are AREL, although 78.4 % have a production level of less than 3.5 t. The ponds are earthen, with a predominance of ponds in the area. The ponds are earthen ponds, predominantly CA with 1-2 ponds (54.6 %). Only 22 % have their water tested once a month. The stocking density was 1 fish/m², using 423 kg/ha of lime, less than a quarter of what is recommended. In addition, due to the high cost of feed, they also use natural feed, increasing the average culture time by two months. The species they cultivate are gamitana and paco. It is concluded that aquaculture production in the department of Ucayali is atomised and has a low level of technification.



Keywords:

Amazonian aquaculture,
characterisation,
productivity,
aquaculturist.

Introducción

La Amazonía es un bien público global en constante transformación, debido principalmente a la acción humana. Tiene gran potencial para el desarrollo de la acuicultura, porque dispone de abundante agua dulce y peces comestibles¹. Además, la acuicultura contribuye con la seguridad alimentaria, por ser fuente de proteína e ingresos económicos²⁻⁴, previene la sobre pesca de ríos, lagos (algunas especies silvestres están cerca de la extinción) y promueve el desarrollo sostenible de la región^{5,6}.

La Selva Peruana está conformada por cinco departamentos: San Martín, Amazonas, Madre de Dios, Loreto y Ucayali, su PBI (Producto Bruto Interno) promedio de Ucayali, Amazonas, Loreto, Madre de Dios de 2007 a 2016 fue 4.05 %, San Martín 5.6 %⁷. La acuicultura en el Perú ascendió en la última década 13 %, basado en tres especies (trucha, conchas de abanico y langostinos) que concentran el 95 % de la producción total⁸. En 2019 la cosecha acuícola del Perú fue 161279.12 t⁹ Los actores principales en acuicultura de la Selva Peruana, son comunidades y pequeños agricultores que incursionaron en esta actividad por promoción del Estado con un enfoque asistencialista¹⁰. Tanto las oportunidades de desarrollo como su impacto deben evaluarse en su real magnitud, especialmente los tipos acuicultura de recursos limitados (AREL)¹¹.

El Departamento de Ucayali está dividido en 4 provincias y 17 distritos¹². En todas las provincias se practica acuicultura, principalmente en Padre Abad y Coronel Portillo, en conjunto tienen 95 % de Centros

Acuícolas (CA) tipo AREL y acuicultura de micro y pequeña empresa (AMYPE), que, de acuerdo a la norma legal, la Dirección Regional de Producción del Gobierno Regional de Ucayali promueve su desarrollo, pero no de manera adecuada porque tiene un número insuficientes de extensionistas para atenderlos (Daniel Velarde, 2020, Comunicación personal, director del Área de Acuicultura) y por tanto se desconoce cómo realizan sus actividades¹³. Padre Abad es conocida como zona cocallera, vinculada al tráfico ilícito de drogas, representa una zona de interés para el Estado peruano¹⁴.

En 2014 el Programa Nacional “A Comer Pescado” reportó que en Loreto y Ucayali el consumo per cápita fue de 51.6 y 42.1 kg/año respectivamente, siendo las dos regiones con mayor consumo de pescado del país¹⁵. La pesca en la cuenca amazónica está siendo presionada por la excesiva pesca que evidencia síntomas de agotamiento y posible colapso de sus poblaciones de peces¹⁶, el cultivo de peces representa la mayor oportunidad para la seguridad alimentaria y aumento de ingresos de los pescadores^{17,18}. La Amazonía tiene las principales reservas de agua dulce del planeta y dispone de tierras fácilmente accesibles. Por lo que la acuicultura es una elección estratégica para promover el desarrollo regional⁵.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la infraestructura, sistema de cultivo, condiciones sociales y económicas del acuicultor del departamento de Ucayali conformado por los distritos de Padre Abad, Neshuya, Campoverde y Calleria.

Materiales y métodos

En Ucayali existen 637 CA, el 93.7 % están en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo. De estas, se seleccionó a los distritos con mayor número de CA, Tabla 1, que representan 54.6 % de los CA del departamento. La muestra fue de 88 CA.

La muestra se tomó considerando el acceso a los CA, las condiciones del estado de emergencia sanitaria por la pandemia COVID-19 así como las medidas de protección dictadas por el Ministerio de Salud. Previo a la aplicación de la encuesta se coordinó con 3

extensionistas acuícolas de la zona para que se pusieran en contacto con los acuicultores a encuestar a fin de asegurar su aceptación. Se aplicó un cuestionario construido ad-hoc para la investigación que permitió obtener datos respecto a las condiciones económicas y sociales (nivel educativo, vivienda, acceso a sistema de salud, la familia, capacitación técnica, empleo, inversión y producción acuícola) así como las instalaciones (infraestructura, recurso hídrico) y sistema de cultivo (especie, alimentación, control de cultivo, periodo y cosecha).

Tabla 1 Centros acuícolas formales de Ucayali por tipo de desarrollo: AREL y AMYPE¹⁹

Provincia	Distrito	Centros acuícolas registradas
Coronel Portillo	Callería	40
	Campoverde	141
Padre Abad	Padre Abad	56
	Neshuya	79
Total		316

Las encuestas fueron depuradas eliminando aquellas encuestas que tenían información completa o mostraron información contradictoria, se elaboró una base de datos en Excel.

El presente trabajo se realizó de julio a diciembre del 2020. La visita de campo se efectuó desde el 14 al 25 de septiembre de ese año.

Resultados

En Ucayali, 73 % de los CA son AREL, 8 % tienen producción 3.5 t, un 42 % categoría AMYPE, producen <3.5 t (Tabla 2).

Tabla 2 Distribución de los centros acuícolas por categoría y rango de producción

Nivel de producción (t)	AREL (%)	AMYPE (%)
Hasta 3.5	92	42
Más de 3.5	8	58
Total	73	27

El 61.4 % de CA dependen del agua que provee la lluvia, limitando el control de abastecimiento, AMYPE 12.5 % con baja producción. Otras fuentes de agua (ojo de agua, quebrada, pozo) con de bajo caudal Tabla 3. El agua de ríos y laguna, por su alta contaminación, no se usan²⁰. El 22.7 % captan el

agua por bombeo, 77.3 % lo hacen usando la gravedad del agua de la lluvia que cae directo al estanque (no tienen sistema de traslado, 38.6 %) o porque el punto de toma de agua (de pozo, quebrada, río y laguna) está en un nivel superior al de los estanques y

son trasladados principalmente con tuberías de PVC de poco diámetro (54.6 %)

Tabla 3 Caracterización sobre la captación del agua usada en los centros acuícolas

Fuente del agua	Fuente de agua		Forma de captación		Modo de traslado		
	AMYPE (%)	AREL (%)	Bombeo (%)	Gravedad (%)	Canal (%)	Tubería (%)	Sin/T *(%)
Lluvia	12.5	48.9	6.8	54.6	3.4	21.6	36.4
Pozo	9.1	6.8	10.3%	6.8	1.2	14.8	
Río	5.7	5.7	4.5	5.7	1.1	9.1	1.1
Ojo de agua		4.5		4.5	1.1	2.3	1.1
Quebrada		5.7		5.7		5.7	
Laguna		1.1	1.1			1.1	
Total	27.3	72.7	22.7	77.3	6.8	54.6	38.6

(*) Sin/T = Sin traslado

Tabla 4 Análisis de la calidad del agua en los centros acuícolas de Ucayali

Rango de producción (t)	AREL (%)		AMYPE (%)		Total (%)	
	Si	No	Si	No	Si	No
<2	22.8	30.7	2.3	1.1	25.1	31.8
2 – 3.5	4.6	9.1	5.7	2.3	10.3	11.4
3.5 - 10	1.1	4.5	6.8	3.4	7.9	7.9
10 - 20			1.1	4.5	1.1	4.5
Total	28.5	44.3	15.9	11.3	44.4	55.6

El análisis de la calidad de agua de estanques de CA que producen <2 t en categoría AREL lo realizan el 22.8 %, en la categoría AMYPE el 2.3 % si analizan el agua. Los que producen 2-3.5 t entre los AREL y no analizan el agua son el doble de los que si lo hacen. En general, el 55.6 % de los CA no analizan el agua, ocurriendo con mayor énfasis (31.8 %) entre los que producen <2 t (Tabla 4).

La producción acuícola está atomizada en pequeños CA con bajo nivel de producción (Tabla 5). El 54.6 % de los CA de Ucayali tienen entre 1 y 2 estanques de cultivo con un nivel de producción menor a 2 t por campaña. Existen CA con 1 a 3 estanques que producen entre 3.5 a 10 t por campaña. Producciones mayores a 10 t se registran en CA con 4 a 6 estanques. Existe un caso con más de 10 estanques y una producción de 10 a 20 t.

Tabla 5 Estanques usados (EU) y estanques no usados (ENU) en los centros acuícolas de Ucayali

	Números de estanques que tienen los centros acuícolas										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>10	
EU (%)	28.4	26.2	10.2	9.1	8.0	4.5	3.4	2.3	1.1	6.8	100
Con 1 ENU (%)	4.5	11.4	2.3	1.1			1,1			2.3	22.7
Con 2 ENU (%)			1.1	4.5	2.3						7.9
Con 3 ENU (%)				1.1	2.3	1.1	1.1	1.1			6.8
Con 4 ENU (%)				1.1	1.1			1.1		1.1	4.5
Con 5 ENU (%)					1.1						1.1
Con 6 ENU (%)						1.1	1.1			1.1	3.4

Respecto al número de ENU, 22.7 % de los CA tienen un estanque inoperativo, la mitad de estos cuentan con un total dos estanques. Los que tienen dos

estanques inoperativos son el 7.9 %, la mitad de estos tienen 4 estanques en total (Tabla 5). El 6.8 % de los CA tienen 3 estanques sin uso, 9.0 % tienen entre 4 a

6 estanques sin uso. En la Tabla 6 se presenta las causas del no uso de los estanques, las principales razones son: falta de alevines (47.5 %) y de financiamiento (27.5 %).

Tabla 6 Causas del por qué no se usa estanque en los centros acuícolas de Ucayali

Causas del no uso de estanques	Centros acuícolas (%)	
Falta de alevines	19	47.5
Financiamiento	11	27.5
Falta de agua	4	10.0
Falta de mantenimiento	3	7.5
Otro	3	7.5
Total general	40	

Los que producen <2 t tienen en promedio 0.34 ha de espejo de agua e inversión media de S/ 3382 y los que

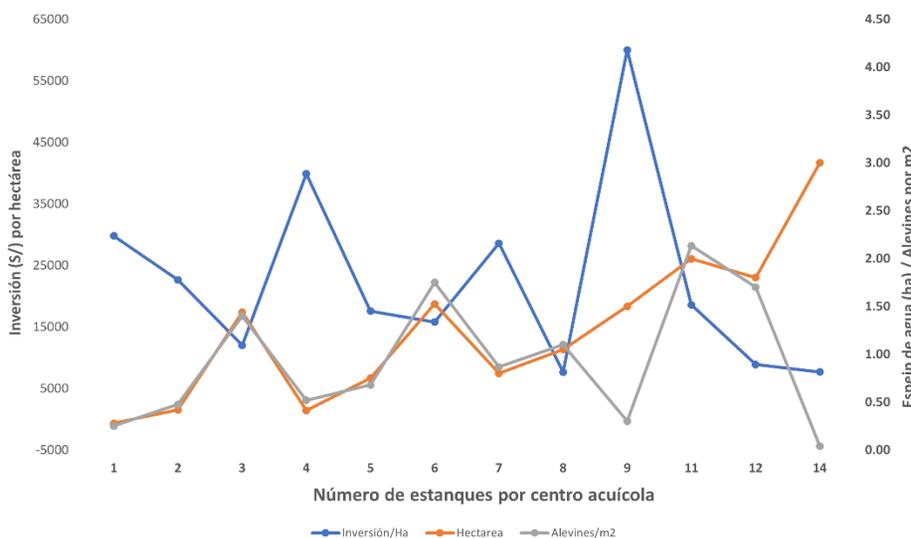
producen de 2 a 3.5 t invierten en promedio S/ 12184 que son los valores extremos (Tabla 7).

Respecto a la inversión/ha de espejo de agua, <2 t de producción invierten S/10064.3/ha, en el rango 2-3.5 t invierten S/13820.9/ha. En el rango de 3.5-10 t solo invierten S/8602.4/ha, en el rango 10-20 t invierten por hectárea S/10365.5 valor similar a los que producen <2 t. A nivel regional, tiene un espejo de agua promedio de 0.67 ha con una inversión media de S/7131, mientras que la inversión por hectárea de espejo de agua es S/10682.6 y la inversión por alevín sembrado es S/ 1.12.

Tabla 7 Valores promedio respecto al espejo de agua, inversión y alevines sembrados en los centros acuícolas de Ucayali según el rango de producción y números de estanques

Rango de producción	Espejo de agua, ha		Inversión (S/)		Alevines		Inversión S/ha	Inversión/Alevín
	Suma	Promedio	Suma	Promedio	Suma	Promedio		
<2	16.8	0.34	169100	3382	164720	3294	10064.3	1.03
2 - 3.5	16.75	0.88	231500	12184	124500	6553	13820.9	1.86
3,5 - 10	19.39	1.39	166800	11914	163300	11664	8602.4	1.02
10 -20	5.8	1.16	60123	12024	107500	21500	10365.5	0.56
Total general	58.74	0.67	627520	7131	560020	6364	10682.6	1.12

Figura 1 Espejo de agua promedio (ha), alevines sembrados e inversión (S) de los centros acuícolas, categorizados por el número de estanques construidos



El valor medio de alevines por espejo de agua (ha) crece con el número de estanques, de 3 millares en CA con 1 estanque a más de 20 millares en los que tienen 10 a más estanques. La Figura 1 muestra la correspondencia del espejo de agua con el número de estanques, aumenta en los CA con 5 a más estanques. Los datos de espejo de agua y alevines tienen distribución normal (se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk). En la prueba de Pearson se registró una alta correlación (0.853) entre el número de estanques con la inversión y las hectáreas del espejo de agua, se incluye su regresión lineal con un R^2 de 0.728.

El uso de cal varía de una especie a otra, en los cultivos con paco y paiche utilizan 2667 kg/ha. En el caso del cultivo de boquichico usan solo 71 kg de cal/ha (Tabla 8). El 93 % de los CA usan cal. De acuerdo a la Tabla 9, los CA usan en promedio de 422.7 kg de cal/ha. En el rango de 10 a 20 Tn usan 185.3 kg/ha de cal. Los CA con el rango de producción de 3.5 a 10 t usa 545.2 kg cal/ha.

Tabla 8 Uso de cal (kg) por ha de espejo de agua de los centros acuícolas según especie

Especie cultivadas	Cal/kg	Espejo de agua	kg cal/ha espejo agua
Paco	8958	34.98	256
Gamitana	1420	8.42	169
Boquichico	20	0.28	71
Paiche	1507	4.5	335
Tilapia	5	0.05	111
Paco - Gamitana	4800	6.92	694
Paco - Paiche	8000	3	2667
Paco - Boquichico	120	0.6	200
Total general	24829.5	58.74	423

Tabla 9 Uso de cal (kg) y fertilizante/ha de espejo de agua de los centros acuícolas de Ucayali según rango de producción y especie

Rango de producción	Valores promedios		kg cal/ha espejo agua	Fertilizante		kg Fert/ha espejo agua
	Cal	Espejo Agua		Orgánico	Inorgánico	
< 2	102.65	0.34	305.5	105.2	27.2	242.6
2 – 3.5	423.68	0.88	480.6	103.1	28.3	133.7
3.5 - 10	755.14	1.39	545.2	150.0	185.8	150.6
10 a 20	215	1.16	185.3	24.8	200.0	40.9
Total general	282.15	0.67	422.7	99.8	107.4	

Tabla 10 Compra de alevines por rangos de producción y por institución que lo expende

Instituciones que venden alevines	Rango de Producción (%)				Centros acuícolas %	Cantidad de alevines
	< 2	2 – 3.5	3.5 - 10	10 a 20		
Laboratorio particular	14.8	14.8	5.7	3.4%	38.7	325000
IIAP	26.1	3.5	3.4		33.0	109300
Gobierno Regional	4.5				4.5	6000
IVITA		1.1		2.3	34	16000
Medio natural	2.3	1.1			3.4	4020
Laboratorio particular, IIAP	8.0	1.1	6.8		15.9	99500
Medio natural, IIAP	1.1				1.1	200
Total	56.8	21.6	15.9	5.7		560020

El fertilizante que se usa por hectárea de espejo de agua de los CA en promedio es de 8588 kg predominando el orgánico (43 %) en especial los que producen <2 t. Los que producen 10 a 20 t usan 257.8 kg/ha. Los que producen <2 t utilizan en promedio 7698.5 kg/ha. El 36 % de los CA no usan fertilizante.

Los alevines lo compran al IIAP porque lo vende más barato que los laboratorios particulares (LP), que son importantes productores de alevines (Tabla 10) que en conjunto abastecen al 87.6 % de CA o 95.3 % de alevines sembrados.

Tabla 11 Cantidad de alevines comprados por especie y número de centros acuícolas según tipo de hatchery

Instituciones que venden alevines	Especies cultivadas en los centros acuícolas de Ucayali											Subtotal de alevines					
	Paco	Gamitana		Boquichico	Paiche	Tilapia	Paco-Gamitana	Paco-Paiche	Paco-Boquichico								
Laboratorio particular	22	170000	3	44000		2	23500	7	87500						325000		
*IIAP	23	83000	1	5000				1	500	4	6500	1	12300	1	2000	109300	
Gobierno Regional	4	6000														6000	
**IVITA								1	16000							16000	
Medio natural	1	2000	1	1020	1	1000										4020	
Laboratorio particular, IIAP	13	94500										1	5000			99500	
Medio natural, IIAP	1	200														200	
Total	64	355700	5	50020	1	1000	2	23500	1	500	12	110000	2	17300	1	2000	576020

*IIAP: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. **IVITA: Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura.

Tabla 12 Tipo de alimento por especie, tiempo en meses que demoran en crecer a tamaño comercial, el valor está en paréntesis y cantidad de alimento que se suministra

Especie cultivadas	Tipo de alimento y tiempo de cultivo			Cantidad de alimento (t) que se usa por especie cultivada					
	Comercial	Natural	Comercial-natural	<1	1 - 2	3 - 4	4 - 5	5 - 6	> 7
Paco	52 (5.7)	1 (12.0)	11 (5.6)	24	10	13		5	12
Gamitana	4 (4.5)		1 (4.0)	3					2
Boquichico	1 (7.0)			1					
Paiche	2 (18.0)						1		1
Tilapia	1 (4.0)								
Paco - Gamitana	12 (7.3)			1	5	3			3
Paco - Paiche	2 (5.0)								2
Paco - Boquichico	1 (6.0)				1				
Total general	75	1	12	29	16	16	1	5	20

Tabla 13 Espejo de agua por especie cultivada en los centros acuícolas de Ucayali

Especie cultivadas	Espejo de agua (ha)			Total alevines	millares alevines /ha
	Total	%	Promedio		
Paco	35.0	59.5	.5	355700	10.20
Gamitana	8.4	14.3	1.7	50020	5.95
Boquichico	.3	.5	.3	1000	3.33
Paiche	4.5	7.7	2.3	23500	5.22
Tilapia	.0	.1	.0	500	
Paco Gamitana	6.9	11.8	.6	110000	15.94
Paco - Paiche	3.0	5.1	1.5	17300	5.77
Paco Boquichico	.6	1.0	.6	2000	3.33
Total general	58.74		.67	560020	9.53

El 68.3 % de los CA AREL compran alevines a LP y/o al IIAP, igual que el 100 % de los que producen 3.5-10 t. El 100 % de los que producen 10-20 t compran a IVITA o LP. Los alevines del medio natural son de menor calidad y contienen otras especies, representa el 0.7 % del total sembrado. El Gobierno Regional abastece a los que producen <2 t. En Ucayali el 63.5 % cultivó paco, el 9 % gamitana y en siembras combinadas (paco - gamitana) son 19.6 %; estas dos especies representan el 92 % de la producción acuícola (Tabla 11).

Además, en Ucayali no es común la prevención de enfermedades de los peces. Solo el 20 % de los CA utilizan algún método de prevención, siendo el método más común es el tratamiento con sal y es más practicado entre los que cultivan paco. La especie que más cuidan es el paiche.

La Tabla 12 muestra los meses de cultivo hasta su tamaño comercial, el cual depende del tipo de alimento (el valor en paréntesis). El paco cultivado con alimento comercial (alimento balanceado en pellet) solo o combinado con alimento natural tienen 5.7 y 5.6 meses respectivamente. Cuando solo se le da alimento natural el tiempo es 12 meses.

En la Tabla 13 se muestra la cantidad de espejo de agua utilizada en cada especie cultivada. Entre paco y gamitana le dedican el 85.6 % del total de espejo de agua, así como el 92 % de los alevines sembrados en esta región, es decir, se siembran con mayor densidad respecto a otras especies. Cabe indicar que cuando se cultivan dos especies en un mismo estanque la densidad aumenta en un 50 % (15.9 millares/ha) lo que resulta razonable que se sumen sus densidades.

Discusión

En Ucayali, el 73 % de los CA son de tipo AREL, 27 % AMYPE, información similar al catastro de PRODUCE²¹. Cabe indicar que el 8 % de los AREL tienen una producción mayor a la que le corresponde (3.5 t), evidenciando mejoras en su producción (Tabla 2).

Los CA son dependientes de las lluvias (61.4 %) siendo esta su fuente de agua principal, limitando el control de su abastecimiento y los hace vulnerables al cambio climático²² señalaron que en el transcurso de los años el ciclo de las lluvias en la Amazonia ha presentado alteraciones por el cambio climático ocasionando sequías haciéndolas vulnerables para su desarrollo.

Asimismo, los CA AMYPE, con baja producción (representan el 12.5 %) también dependen de la lluvia. Esta forma de acuicultura se aleja de las formas típicas que existen^{23,24}. Estas condiciones limitan su expansión para aumentar la producción acuícola en Ucayali. Las otras opciones de abastecimiento (ojo de agua, quebrada, pozo) se caracterizan por ser de bajo caudal. El agua de ríos y lagunas, por su alta contaminación, no son aptas según afirman los acuicultores. De igual manera, en el 2014 en el río de Ucayali se registraron muestras con presencia de coliformes, sólidos suspendidos, plomo, siendo una fuente de agua no óptima para el desarrollo de la actividad acuícola según lo señalaron en el Manual de Básico de Sanidad Piscícola^{20,25}.

El 77.3 % CA captan el agua usando la gravedad ya que el agua cae directamente al estanque por las lluvias o porque el punto de la toma de agua del pozo, quebrada, río y laguna está en un nivel por encima de los estanques. Existen casos en que se abastecen de la lluvia, pero estos tienen estanque para almacenar agua y necesitan bombearlo y trasladarlo por tuberías a los estanques de cultivo, por ello son trasladados mediante tuberías de plástico lo que hace que sea

lento el llenado o recambio de agua del estanque. Otra característica es que todos los estanques son de tierra, carecen de estructuras típicas para este tipo de actividad²⁶. En épocas de lluvias intensas el agua sube, permitiendo su recambio.

El análisis de la calidad del agua de los estanques es una práctica poco frecuente²⁷. Los CA que producen < 2 t en la categoría AREL (30.7 %) no realizan ningún análisis del agua, en los AMYPE el 66 % si analizan el agua. Los que producen 2-3.5 t entre los AREL no analizan el agua son el doble de los que si lo hacen. En general, el 55.6 % de los CA no analizan el agua. La escasa práctica es común en los que producen < 2 t (31.8 %). La importancia de la calidad del agua nos garantiza una producción optima de los peces en estanque de tierra, por ello uno de los parámetros importantes es la obtención de oxígeno disuelto el cual es recomendable para el crecimiento y sobrevivencia de esta especie²⁸, sin embargo, estos no se adecuan a las condiciones mencionadas para las especies nativas de la amazonia peruana, el cual pueden desarrollar un crecimiento optimo con $5.8 \pm 0.7 \text{ mg L}^{-1}$ de oxígeno disuelto²⁹. De igual manera hay un estudio mencionado por el IIAP indicando que el paco puede resistir bajas concentraciones de oxígeno disuelto $1-3 \text{ mg L}^{-1}$ sin mortandad de los peces³⁰.

La producción acuícola está atomizada en pequeños CA con bajo nivel de producción (Tabla 5), así mismo, en la guía técnica Piscicultura menciona que uno de los factores para obtener buenos resultados en la producción depende del tamaño del estanque³¹, sin embargo, el 10 % de los CA encuestados presentan un espejo de agua promedio de 600 m^2 por cada estanque. El 54.6 % de los CA de Ucayali que tienen entre 1 y 2 estanques de cultivo presentan un nivel de producción menor a 2 t/campaña, y estas tienen 1000 m^2 a 1750 m^2 respectivamente, una densidad de sembrado de 1.5 alevines/m^2 y 0.7 alevines/m^2 , esto sería

uno de los factores para el correcto manejo de la producción ya que el área recomendable en sus estanques para esta actividad es 1000 a 5000 m^2 y la profundidad de 1.20 m en el abastecimiento y 1.50 m en el punto de drenaje, porque a mayor profundidad dificulta la cosecha y menor profundidad a 70 cm permite el sobrecalentamiento del agua con riesgo de muerte de peces³².

Además, la producción acuícola también dependerá del número de estanques inoperativos encontrados en el 22.7 % de los CA encuestados debido a la falta de alevines (45 %) y a la falta de financiamiento (22.5 %) como causas principales. Estos factores limitan a corto plazo el crecimiento de la actividad acuícola en Ucayali.

De acuerdo a PRODUCE³³, el espejo de agua varía entre 0.0072 a 0.4396 ha con una suma total de 76.45 ha . Asimismo, en la encuesta realizada se encontró valores diferentes teniendo una suma total de 58.74 ha . Los CA con mayor espejo de agua tiene 3.6 ha , se observó una correlación que a mayor producción más grande es el espejo de agua excepto en el nivel de 10 a 20 t pues tiene en promedio 1.16 ha , lo que podría ser explicado porque los estanques son de menor tamaño al promedio general. De acuerdo a la DIREPRO³³ el espejo de agua promedio fue 0.12 ha mientras que en los CA tienen en promedio 0.67 ha .

Se presenta una decreciente cantidad de compra de alevines no mayor a 3.5 millares para 9 estanques presentando una baja inversión y esto daría una baja productividad de acuerdo a algunos autores. Así, para especies como paco y gamitana³⁴ utiliza una densidad de 1 pez/m^2 ³⁵ siembran de 1.5 a 2.5 alevines/m^2 de espejo de agua³⁶ cultivaron a 2.6 pez/m^2 y Deza et al.³⁷ cultivó paco en 0.5 a 1.5 alevines/m^2 señalando que a mayor densidad más rentable el cultivo. Según estos reportes, se puede tomar el valor de densidad media a 2 pez/m^2 o 20 millares de alevines/ha. Pero

reportamos que los CA de Ucayali siembran 9.5 milares/ha, evidenciando la baja productiva en Ucayali. Si se usara el 100 % de todos los estanques existentes, la producción acuícola aumentaría en un 30 %. Con técnicas adecuadas³⁸ la producción fácilmente podría duplicarse. Si se utilizara todos los estanques y con técnicas adecuadas la producción se multiplicaría por 3.5 veces la actual producción.

Los datos de espejo de agua y alevines tienen distribución normal (se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk). En la prueba de Pearson se observó una alta correlación (0.853) entre el número de estanques con la inversión y las hectáreas del espejo de agua (Figura 1), se incluye su regresión lineal con un R^2 de 0.7281. Estos resultados evidencian que no todos los estanques tienen la misma dimensión y que el mayor número de estanques aumentan el espejo de agua en mayor proporción porque son estanques más grandes. Existe moderada correlación (0.666) entre las hectáreas de espejo de agua con la cantidad de alevines sembrados lo que evidencia que no hay un criterio único para establecer la densidad de carga en los estanques de cultivo, el cual no se sustenta en criterios técnicos.

La correlación “espejo de agua - inversión” fue de 0.504 evidenciando poco criterio para invertir sobre todo cuando no hay manejo técnico para establecer la densidad de cultivo. La correlación (Rho de Spearman) “inversión - alevines sembrados” fue 0.442, valor bajo que justifica la diversidad en la productividad de los CA. La correlación “número de estanques - alevines sembrados” fue de 0.624, este bajo valor se debe a que CA con más de 8 estanques tienen bajas cargas de cultivos demostrando limitado conocimiento técnico. La correlación “inversión - número de estanques” fue de 0.782 (con Rho de Spearman) valor relativamente alto evidenciando que las inversiones en relación a los estanques disponibles se manejan con mejor criterio en los CA. Siendo, el uso de

cal para los estanques una práctica común en la acuicultura amazónica porque la tierra presenta bajo pH y elimina los microorganismos contaminantes³⁹. El uso de cal por especie cultivada es diferente. Los CA que cultivan paco y paiche utilizan la cantidad recomendada por los autores (2667 kg/ha). En el caso del cultivo de boquichico, por ser una especie de menor valor, no usan casi cal, solo 71 kg/ha) (Tabla 8). Los CA encuestados en Ucayali el 93 % utiliza cal sin embargo la cantidad utilizada no es la recomendada así en el rango de producción de 3.5 a 10 t son los que más cal utilizan por hectárea (545.2 kg) cuando lo esperado, según Boyd⁴⁰ fue 3000 a 5000 kg/ha de cal hidratada, aunque Deza et al.³⁷, recomienda 1500 kg/ha. Es decir, la práctica de usar cal resulta poco efectiva pues solo utilizan en Ucayali de 185.3 a 545.2 kg/ha.

La producción primaria es un alimento complementario para los peces cultivados y contribuye con el aporte de oxígeno disuelto, por lo que es común adicionar fertilizante para promover la floración fotosintética⁴¹. El 58 % de los CA utilizan fertilizante, el 43 % usan el tipo orgánico (43 %) especialmente los que producen <2 t, usan en promedio 8588 kg/ha de espejo de agua. Los que producen <2 t usan en promedio 7698.5 kg/ha, esto es 5 veces lo recomendado por Deza et al.³⁷, 1500 kg/ha. Los CA que producen 3.5-10 t utilizan una cantidad de 1398.2 kg/ha espejo de agua, valor cercano a lo recomendado.

Respecto a la compra de alevines, los CA compran principalmente al IIAP por ser más barato que los LP, que son importantes productores de alevines (Tabla 10), en conjunto abastecen al 87.6 % de CA o 95.3 % de alevines sembrados, sin embargo, esto no satisface la demanda de los acuicultores, porque es una de las causas de inoperatividad de los estanques (45 %). Los alevines del medio natural son de menor calidad y contienen otras especies, por ello representa el 0.7 % del total sembrado. El Gobierno Regional abastece a

los que producen <2 t. En Ucayali el cultivo del paco y gamitana representa el 92 % de la producción acuícola (Tabla 11). Cabe notar que en 2019 se produjo 55.8 % de paco-gamitana y 44.1 % de paiche. En 2020, por la pandemia bajó la producción de paiche destacando el paco y la gamitana. En Ucayali, tradicionalmente se cultiva el paco³⁸.

En Ucayali no es común tomar medidas para prevenir enfermedades en los peces, pues se les considera resistentes³⁸. Solo 20 % de los CA utilizan algún método de prevención, el más común es el tratamiento con sal y es más practicado entre los que cultivan paco. La especie que más cuidan su salud es el paiche por su mayor valor comercial.

El tipo de alimento más usado es el alimento balanceado. Existen casos que para bajar los costos de cultivo se usa durante varios meses de engordo el alimento natural que consiste en vegetales y frutos de la zona, que son bien aceptados³⁸. Por ello, en la Tabla 12 están los meses de cultivo hasta su tamaño comercial, el cual depende del tipo de alimento (el valor en paréntesis). El paco cultivado con alimento comercial (alimento balanceado en pellet) solo o combinado con alimento natural tienen 5.7 y 5.6 meses respectivamente. Cuando solo dan alimento natural el tiempo es 12 meses. Los pequeños productores son los que usan más alimento natural, pero sus periodos de cultivo son más largos. En el caso del paiche utilizan más el alimento balanceado porque tienen mayor valor comercial.

En la Tabla 13 la cantidad de espejo de agua utilizada en cada especie cultivada. Entre paco y gamitana le dedican el 85.6 % del total de espejo de agua, así como el 92 % de los alevines sembrados en esta región, es decir, se siembran con mayor densidad respecto a otras especies. Cabe indicar que cuando se cultivan dos especies en un mismo estanque la densidad aumenta en un 50 % (15.9 millares/ha) lo que resulta razonable que se sumen sus densidades.

En conclusión, la fuente principal de agua son las lluvias para el 67 % de los AREL y 46 % de los AMYPE, la producción acuícola está atomizada por la baja capacidad de los CA, 1 de cada 4 no usan al menos un estanque por la falta de alevines (45 %) y de financiamiento (22.5 %), el 93 % aplican cal en sus estanques, aunque en muy bajas cantidades (185.3 a 545.2 kg/ha) poniendo en duda su eficacia. En los cultivos de paiche y paco utilizan las cantidades adecuadas de cal, las especies más cultivadas son paco y gamitana (92.04 %) debido al COVID-19 que limitó el cultivo de paiche, los principales productos de alevines son el IIAP y los LP (71.6 %), combinan el alimento balanceado con el alimento natural para bajar los costos de producción.

Fuente de financiamiento

Este estudio fue financiado por el Instituto Marítimo de Corea a través del convenio entre la Universidad Nacional del Callao (UNAC) y el Instituto Marítimo de Corea (KMI).

Conflictos de intereses

El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de los autores, quienes declaran que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

Agradecimientos

Estamos muy agradecidos por el apoyo financiero recibido del Instituto Marítimo de Corea (KMI) para la realización de este proyecto. Por ello expresamos nuestro agradecimiento al Presidente del KMI, Dr. Youngtae Chan, al Director General del KMI, Dr. Jung Hee Cho. También agradecemos al Instituto

Marítimo de Corea por la confianza depositada en el equipo de investigadores de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao para llevar a cabo esta investigación. Además, agradecemos al Director del Área de Acuicultura en la región de Ucayali al Dr. Daniel Abelardo Velarde Ríos. Muchas gracias a todos.

Consideraciones éticas

Se aplicó un instrumento validado y construido ad-hoc para la investigación que permitió obtener datos respecto a la instalación de los centros de producción, volúmenes por cosecha, inversión, alimentación, peso, entre otros.

Aporte de los autores en el artículo

Roberto O. Quesquén Fernández, conceptualización, redacción: revisión y edición, análisis formal, escritura-preparación del borrador original, supervisión, administración de proyecto. *Gloria A. Gutiérrez Romero*, investigación, redacción. *Jeon Haeun*, revisión y edición, adquisición de fondos, supervisión. *Alison E. Cabrera Simon*, redacción: revisión, preparación del borrador original y análisis formal. *Lidia S. Samaniego Pipo*, metodología, análisis formal, investigación, escritura - preparación del borrador original, redacción: revisión y edición.

Limitaciones en la investigación

No hubo limitaciones en la investigación.

Literatura citada

1. Loreto. Sumario regional. Abril de Elaborado por la Dirección de Estudios Económicos de Mype e

Industria (DEMI) [Internet]. Library. 2016 [citado 5 de marzo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://library.co/document/y94rlwjq-loreto-sumario-regional-elaborado-direcci%C3%B3n-estudios-econ%C3%B3micos-industria.html>

2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos [Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2016 [citado 22 de octubre de 2020]. 226 p. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>
3. Pradeepkiran JA. Aquaculture role in global food security with nutritional value: a review. *Transl Anim Sci* 2019;3(2):903-10. DOI: <https://doi.org/10.1093/tas/txz012>
4. Ahmed N, Thompson S, Glaser M. Global aquaculture productivity, environmental sustainability, and climate change adaptability. *Environ Manage* 2019;63(2):159-72. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1117-3>
5. Berger C. La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustain* 2020;1(1):e003. DOI: <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-003>
6. Heilpern SA, Fiorella K, Cañas C, Flecker AS, Moya L, Naeem S, et al. Substitution of inland fisheries with aquaculture and chicken undermines human nutrition in the Peruvian Amazon. *Nat Food* 2021;2:192-7. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00242-8>
7. Banco Central de Reserva. Informe Económico. [Internet]. Lima: Banco Central de Reserva; 2018 [citado 10 de octubre de 2020]. 273 p. Recuperado a partir de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2018/memoria-bcrp-2018.pdf>

8. Saldarriaga M, Regalado F. Potencial Acuícola en el Perú. [Internet]. Lima: Banco Central de Reserva; 2017 [citado 2 de octubre de 2020]. 6 p. Recuperado a partir de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-172/moneda-172-07.pdf>
9. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2019 [Internet]. Ministerio de la Producción. 2019 [citado 5 de marzo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/short-code/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anauales/item/949-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2019>
10. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. La Cadena de Valor Acuícola Amazónica en Perú. Un diagnóstico de cadena de valor. [Internet]. Lima: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial; 2017 [citado 10 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-07/PCP%20Per%C3%BA_Diagnostico_Cadena%20de%20Valor%20Acu%C3%ADcola_Informe%20Final.pdf
11. Ley general de la acuicultura y su reglamento. Decreto Supremo N° 003-2016-Produce [internet]. Lima: Presidente de la Republica; 2016. [citado 12 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: <http://portal.apci.gob.pe/noticias/Atach/Normas-Legales/Marzo2016/NL20160325.pdf>
12. Banco Central de Reserva. Caracterización del Departamento de Ucayali [Internet]. Ucayali: Banco Central de Reserva; 2022 [citado 12 de marzo del 2022]. 9 p. Recuperado a partir de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Iquitos/ucayali-caracterizacion.pdf>
13. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2018 [Internet]. Ministerio de la Producción. 2018 [citado 5 de marzo de 2021]. Recuperado a partir de: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/short-code/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anauales/item/901-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2018>
14. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Monitoreo de Cultivos de Coca 2017 [Internet]. Lima: Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito; 2018. [citado 20 de octubre del 2020]. 114 p. Recuperado a partir de: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Peru/Peru_Monitoreo_de_Cultivos_de_Coca_2017_web.pdf
15. Encuesta Nacional de Demografía y Salud. Reporte informativo Ucayali [Internet]. Ucayali: Ministerio de la Producción; 2014 [citado 22 de octubre de 2021]. 4 p. Recuperado a partir de: https://www.acomerpescado.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/PNACP_Report-Inform-UCAYALI.pdf
16. Heilpern SA, Sethi SA, Barthem RB, da Silva Batista V, Doria CRC, Duponchelle F, et al. Biodiversity underpins fisheries resilience to exploitation in the Amazon river basin. Proc R Soc B 2022;289:20220726. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0726>
17. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura [Internet]. Roma: FAO; 2020. 236 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264258211-en>
18. Garcia A, Tello S, Vargas G, Duponchelle F. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. Fish Physiol Biochem 2009;35(1):53-67. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10695-008-9212-7>
19. Catastro Acuícola de Produce [Internet]. Catastro Acuícola Nacional; 1984 [citado 10 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: <http://catastroacuicola.produce.gob.pe/web/>

20. Ministerio de la Producción. Diagnóstico del sector pesquero y acuícola, frente al cambio climático y lineamientos de adaptación [Internet]. Lima: Ministerio de la Producción; 2016 [citado 2 de octubre de 2020]. 34 p. Recuperado a partir de: <https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/publicaciones/diagnostico-pesquero/Tomo-1.pdf>
21. Delgado Narváez M. El Catastro Acuícola como Herramienta de Gestión [Internet]. Lima: Ministerio de la Producción; 2011 [citado 20 de octubre del 2020]. 23 p. Recuperado a partir https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/204_catastro_acuicola_herramienta_de_gestion.pdf
22. Rodríguez Quirós R, Morris Grainger H, Morales Hidalgo D. Estudio de variabilidad técnica y económica para el desarrollo de opciones de cosecha de lluvia y manejo adecuado en sistemas de riego en la producción agropecuaria [Internet]. Chorteca: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2010 [citado 12 de octubre de 2020]. Reporte No: SP-16-2009. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1978.8004>
23. Kohler CC, Kohler ST, Camargo Navarro W, Southern Illinois University Carbondale, Campos Basa L, Alcántara Bocanegra F, et al. Cartilla de Acuicultura en la Amazonía [Internet]. Iquitos: Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program; 2007 [citado 22 de octubre de 2021]. 30 p. Recuperado a partir de: <http://crsps.net/wp-content/downloads/AquaFish/Inventoried%204.16/8-2007-7-600.pdf>
24. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. [Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2013 [citado 22 de octubre de 2020]. 272 p. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>
25. Balbuena Rivarola ED. Manual Básico de Sanidad Piscícola [Internet]. Asunción: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2011 [citado 22 de octubre de 2016]. 52 p. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
26. Akifumi Ono E, Campos J, Kubitza F. Construcción de estanques y de estructuras hidráulicas para el cultivo de peces - Parte 3. Panorama da Aquicultura 2002;12(74):1-19.
27. Balbuena Rivarola ED, Rios Morinigo VM, Flores Nava A, Meza J, Galeano A. Manual Básico de Sanidad Piscícola [Internet]. Asunción: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2011 [citado 12 de octubre de 2021]. 52 p. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El estado mundial de la agricultura y de la alimentación [Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1982 [citado 20 de octubre de 2020]. 204 p. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/ap661s/ap661s.pdf>
29. Tafur Gonzales J, Alcántara Bocanegra F, Del Águila Pizarro M, Cubas Guerra R, Mori-Pinedo L, Chu-Koo F. Paco *Piaractus Brachypomus* y Gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el Bujurqui-Tucunaré, *Chaetobranchius Semifasciatus* (Cichlidae). Folia Amazon 2009;18(1-2):97-104.
30. Miyakawa Solís V, Álvarez Alonso J, Encarnación Cajaanahupa F, Gasché J, Montreuil Frías V, Otarola Acevedo E. Análisis sobre la realidad amazónica de temas importantes para la diversidad biológica amazónica [Internet]. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2002 [citado 16 de octubre de 2020]. Documento

- Técnico No: 07. Recuperado a partir de: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/dt007.pdf>
31. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Memoria Institucional – 2012 [Internet]. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2012 [citado 16 de octubre de 2020]. 161 p. Recuperado a partir de: http://www.iiap.gob.pe/Archivos/Publicaciones/Publicacion_1475.pdf
 32. Piscicultura Amazonica con Especies Nativas [Internet]. Loreto: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 1999 [citado 10 de octubre de 2022]. Recuperado a <https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/texto.htm>
 33. Eufrazio Villon PS, Palomino Ramos AR. Manual de Cultivo de Gamitana [Internet]. Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero; 2008 [citado 20 de octubre del 2020]. 106 p. Recuperado a partir de: http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_gamitana.pdf
 34. Rebaza C, Valdivieso M, Rebaza M, Chu-Koo F. (2008). Análisis económico del cultivo de gamitana *Colossoma macropomum* y Paco *Piaractus brachyomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. *Folia Amazon* 2008;17(1-2):7-13. DOI: <https://10.24841/fa.v17i1-2.261>
 35. Guerra RP, Alcántara BF. Alimentación de peces tropicales con productos, subproductos y residuos de las actividades agropecuarias y agroindustriales en Loja [tesis licenciatura]. [Huancayo]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1992. 342 p.
 36. Lovishing L, Da Silva A, Fernández J, Sobrino A. Cultivo de *Piaractus brachyomus* y *Colossoma macropomum*. Brasil; 1974. p. 24.
 37. Deza S, Quiroz S, Rebaza M, Rebaza C. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachyomus* (Curvier 1818) “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazon* 2002;13(1-2):49-64. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v13i1-2.137>
 38. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, editor. La cadena de valor acuícola amazónica en Perú. Un diagnóstico de cadena de valor [Internet]. Lima: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial; 2017 [citado 2 de octubre de 2020]. 82 p. Recuperado a partir de: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-07/PCP%20Per%C3%BA_Diagnostico_Cadena%20de%20Valor%20Acu%C3%ADcola_Informe%20Final.pdf
 39. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. Tratamiento de los estanques por encalado [Internet]. Asunción: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 1996 [citado 10 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s05.htm#top
 40. Boyd CE. La cal desempeña un papel crucial en el manejo de estanques acuícolas [Internet]. Global Seafood Alliance. 2017 [citado 20 de diciembre de 2020]. Recuperado a partir de: <https://www.globalseafood.org/advocate/la-cal-desempena-un-papel-crucial-en-el-manejo-de-estanques-acuicolas/>
 41. Meyer ED. Introducción a la Acuicultura [Internet]. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana; 2004 [citado 2 de octubre de 2022]. 144 p. Recuperado a partir de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7fce00bc-0466-4957-98bb-f2fcd01ddd/content>

Nota del Editor:
Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.