

**DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA EN LA PRODUCCION INTENSIVA DE PAICHE  
(Arapaima gigas),  
MEDIANTE LA UTILIZACION DE TANQUES CIRCULARES, EN LA FASE DE ENGORDE.**

**CONVENIO N°328-FIDECOM-PNICP-PIMEN-2015 INNOVATE PERU.**

Jorge Moya Cañas\*

Luis Henostroza Miranda\*\*



**RESUMEN**

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar la tecnología de engorda de paiche (Arapaima gigas) en sistemas de alta densidad, utilizando tanques circulares. La hipótesis desarrollada era determinar la factibilidad de engordar paiches en alta densidad para disminuir los costos de operación y aumentar la productividad por unidad de área. Para ello se construyó una unidad techada de 6 tanques de concreto donde se engordaron 750 peces durante 393 días, alimentados con concentrado extruido. Resultando una cosecha final de 728 peces con un peso

promedio de 12.5 kilos, con una carga de 96.6 kilos de biomasa por metro cubico de agua. La ganancia de peso promedio fue de 30.0 gramos por día, con una conversión final de 1.3 kilos de alimento por kilo de ganancia de peso. La mortalidad acumulada fue de 2.4%. El proyecto demostró la factibilidad técnica de la producción en alta densidad con un costo directo de producción de S/. 13.46 por kilo cosechado. Basados en los resultados experimentales se elaboró un modelo de producción comercial en una unidad de 10 tanques circulares, con una producción de 1,800 peces a la cosecha con un peso de 12.5 kilos promedio. Este modelo resulta rentable en un flujo de 10 años, con un Valor Presente Neto de S/. 57,372 con una tasa de descuento de 15% y un costo total unitario de S/. 13.5 por kilo vendido.

**Palabras clave:** Arapaima gigas, paiche, cultivo alta densidad

## **INTRODUCCION**

La producción de paiche (*Arapaima gigas*) se realiza normalmente en sistemas tradicionales de baja densidad de cultivo en estanques de tierra, generalmente con una conversión de alimento superior a 1.5 y ganancias de peso insuficientes para lograr un cultivo económicamente viable. El uso de grandes extensiones de terreno requeridas para el cultivo condiciona una necesidad de costos de operación elevados. El uso de sistemas intensivos permite producir la misma cantidad de carne en más de 50 veces menos terreno, con una mejora sensible de los parámetros productivos y una operación de muy baja complejidad y requerimiento de personal.

Experiencias previas habían demostrado que el paiche se adapta sin inconvenientes a sistemas con alta densidad de peces, distribuyéndose adecuadamente en la columna de agua, ocupando en forma uniforme el volumen del tanque. Por lo que se contaba con antecedentes para efectuar un proyecto que permitiese obtener los valores efectivos de los parámetros de producción necesarios para transformarlo en una unidad comercial de producción.

## **OBJETIVO**

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar un modelo de engorda intensiva de paiches en tanques circulares, obteniendo los parámetros del cultivo requeridos para su replica en una unidad comercial.

Como objetivos específicos se requería establecer la carga animal máxima del sistema, la frecuencia de alimentación mas adecuada, el óptimo numero de recambios de agua por tanque por etapa de engorda y por carga animal.

## **METODOLOGIA**

El proyecto se efectuó en las instalaciones de Amazon Fish Products SA, en Pucallpa, región de Ucayali, comenzado en enero de 2016 y finalizando en febrero de 2017 en su fase experimental.

Basados en experiencias previas, se desarrolló un modelo de engorda de paiches en 6 tanques circulares de 5 metros de diámetro y 1.2 metros de columna de agua, con una capacidad de 23.6

metros cúbicos de agua, con una carga proyectada de 91.3 kilos de biomasa por metro cubico de agua.

Se establecieron tres etapas de engorda, de acuerdo con el tipo de alimento a consumir y los pesos finales a obtener en cada una.

La ración de los peces fue de alimento extruido de 50, 45 7 40% de proteína, de acuerdo con cada etapa de engorda. La ración se suministró en forma diaria con frecuencias de 3 veces por día para la Etapa 1 y de dos veces por día para las Etapas 2 y 3.

Los peces fueron muestreados cada 15 días, donde la muestra fue pesada y medida. Los parámetros de calidad de agua evaluados en forma diaria, semanal o mensual fueron temperatura, O2, CO2, NH4, transparencia, solidos disueltos y pH.



## RESULTADOS

La engorda de paiche en tres etapas se encuentra en el Cuadro N°1, resultando una carga animal, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad mejores a las proyectadas al inicio del proyecto y muy superiores a las obtenidas en un sistema tradicional de engorda.

### CUADRO N°1. RESULTADOS DE LA ENGORDA POR ETAPA Y FINAL

	ACTIVIDAD	INICIO	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	PROYEC- TADO
	UNIDAD					
Fecha		20/01/2016	20/03/2016	19/07/2016	18/02/2017	
Periodo acumulado etapa	días		60	120	213	
Periodo acumulado total	días		60	180	393	393
Población	un	750	740	736	728	717
Densidad	und/m3	31.83	31.41	15.62	7.72	
Carga	Kg/m3	22.8	66.6	85.4	96.6	91.3
Mortalidad Acumulada	%	0.5%	1.3%	1.9%	2.4%	4.4%
Peso vivo	gr	717.7	2,120.8	5,470.8	12,507.7	12,000.0
Ganancia de peso acumulada	gr/día		23.4	26.4	30.0	29.4
Biomasa	kg	538.3	1,569.4	4,026.5	9,105.6	8,602.0
Biomasa acumulada	kg		1,031.1	3,488.2	8,567.3	
<b>ALIMENTACIÓN</b>						
Consumo de alimento acumulado	kg		996.00	4,218.99	11,319.39	11,696.00
Conversión alimenticia acumulada	Q acum		1.0	1.2	1.3	1.4

FUENTE: Elaboración propia

En base a los resultados del proyecto se elaboró un modelo económico para la engorda de paiche en tanques circulares de alta densidad. En el cual se establecen los valores efectivos de producción y se evalúa económicamente su factibilidad (Cuadro N°2)

**CUADRO N° 2. PARAMETROS INICIALES MODELO DE ENGORDA**

Días de cultivo	393	días
Carga animal maxima por tanque	95.50	kg/m <sup>3</sup>
Peso promedio cosecha	12.50	kg
Numero peces por tanque a cosecha	180	un
Numero de tanques en produccion	10	un
Caudal maximo del sistema	11	l/s
Paiches cosecha anual	1,800	un
Biomasa cosecha	22,500	kg
Precio de venta puesto lado tanque	15.00	S/. / kg

FUENTE: Elaboración propia

Las etapas de producción definidas se describen en el Cuadro N°3. De manera de optimizar el sistema y disminuir las operaciones de desdoble, se determinó establecer las poblaciones por cada uno de los 10 tanques necesarias para obtener la carga máxima final al momento de la cosecha.

**CUADRO N°3. ETAPAS DE ENGORDA Y SUS PARAMETROS DE PRODUCCION.**

BIOMASA Y PARAMETROS CRECIMIENTO POR TANQUE	PESO INICIAL (kg)	PESO FINAL (kg)	MORTALIDAD (%)	NUMERO INICIAL	NUMERO FINAL	DIAS ETAPA	GANANCIA DE PESO (gr/dia)
Etapa 1	0.45	2.60	1.8%	186	182	90	23.89
Etapa 2	2.60	6.00	0.5%	182	181	120	28.33
Etapa 3	6.00	12.50	0.5%	181	180	183	35.52
TOTALES / FINALES	0.45	12.50	3.2%	186	180	393	30.66

FUENTE: Elaboración propia

Con el objetivo de minimizar el gasto en energía eléctrica, cada tanque se trabaja con altura de agua variable de acuerdo con la carga animal efectiva (Cuadro N°4). De acuerdo con los resultados obtenidos durante el proyecto, se establecieron el numero adecuado de recambios de agua por cada etapa.

**CUADRO N°4. ALTURA DE AGUA Y CONSUMO DE AGUA POR TANQUE DE PRODUCCION.**

CALCULO DE CONSUMO DE AGUA DE ACUERDO A CADA ETAPA DE ENGORDA POR TANQUE Y TOTAL	BIOMASA MAXIMA (kg)	ALTURA AGUA TANQUE (m)	NUMERO DE RECAMBIO	CAUDAL MAXIMO (lt/seg)
Etapa 1	483.60	0.31	6.0	0.42
Etapa 2	1,092.00	0.58	4.0	0.53
Etapa 3	2,262.50	1.21	4.0	1.10

FUENTE: Elaboración propia

Las inversiones requeridas para el modelo de producción se detallan en el Cuadro N°5. A si mismo se encuentra el valor de depreciación anual calculado en función de los años de vida útil de cada ítem y su valor residual.

<b>CUADRO N° 5. INVERSIONES REQUERIDAS PARA UNA INSTALACION DE 10 TANQUES EN PRODUCCION.</b>						
ITEM DE INVERSION	UNIDADES		PRECIO	VALOR	(%)	DEPRECIACION
			UNITARIO	INVERSION		COSTO ANUAL
			(S/.)	(S/.)		(S/.)
Galpon de produccion	392.70	m2	48	18,850	13.5%	848
Tanques circulares	10.00	un	5,200	52,000	37.2%	2,340
Sistema hidraulico abastecimiento	2.00	un	22,500	45,000	32.2%	4,500
Sistema hidraulico salida de agua	10.00	un	1,500	15,000	10.7%	1,500
Materiales y equipos	1.00	gl	9,050	9,050	6.5%	1,810
<b>TOTAL INVERSION</b>				<b>139,900</b>	<b>100.0%</b>	<b>10,998</b>

FUENTE: Elaboración propia

Los costos directos de producción se detallan en el Cuadro N°6, donde el mayor costo corresponde al alimento y es seguido por el costo de la energía eléctrica. El costo por kilo cosechado es de S/. 12.3.

<b>CUADRO N°6. COSTOS DIRECTOS DE OPERACIÓN DEL MODELO DE PRODUCCION.</b>						
COSTOS DIRECTOS	PRECIO UNITARIO		UNIDADES	COSTO ANUAL		
				(S/.)		
Juveniles paiche	S/.	15.00	un	1,860	27,900	10.1%
Alimentacion	S/.	5.66	kg	28,266	160,028	57.8%
Flete alimento	S/.	0.50	kg	28,266	14,133	5.1%
Personal	S/.	1,200	un	12.00	14,400	5.2%
Mano de obra	S/.	40.00	jh	60.00	2,400	0.9%
Energia eléctrica	S/.	0.64	kwh	89,277	57,137	20.6%
Materiales	S/.	1,000	gl	1.00	1,000	0.4%
<b>COSTOS DIRECTO TOTAL</b>					<b>276,998</b>	<b>100.0%</b>

FUENTE: Elaboración propia

La evaluación económica del modelo de producción en un horizonte de 10 años, considerando que es una actividad a perpetuidad, resulta en el flujo de caja descrito en el Cuadro N°7. Los parámetros económicos resultantes de este análisis son los siguientes:

Valor Presente Neto (tasa descuento 15%)	S/.57,372
Tasa Interna de Retorno (TIR)	25%
Años de recuperación del capital	3
Años mínimos de operación	6
Numero mínimo de tanques a producir	10

CUADRO N°7. FLUJO DE CAJA SISTEMA DE ENGORDA DE PAICHE COMERCIAL									
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 9	AÑO 10	
<b>INGRESOS</b>		337,500	337,500	337,500	337,500	337,500	337,500	337,500	3,375,000
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		276,998	276,998	276,998	276,998	276,998	276,998	276,998	2,769,977
<b>MARGEN BRUTO</b>		60,502	60,502	60,502	60,502	60,502	60,502	60,502	605,023
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	162,000
<b>MARGEN LIQUIDO</b>		44,302	44,302	44,302	44,302	44,302	44,302	44,302	443,023
Depreciacion		10,998	10,998	10,998	10,998	10,998	10,998	10,998	109,982
<b>UTILIDAD ANTES IMPUESTOS</b>		33,304	33,304	33,304	33,304	33,304	33,304	33,304	333,041
Impuestos (15% utilidad)		4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	49,956
<b>UTILIDAD</b>		28,308	28,308	28,308	28,308	28,308	28,308	28,308	283,085
<b>INVERSION</b>	139,900								139,900
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	- 139,900	39,307	39,307	39,307	39,307	39,307	39,307	39,307	253,168
<b>FLUJO ACUMULADO</b>	- 139,900	-100,593	- 61,286	- 21,979	17,327	56,634	213,861	253,168	

FUENTE: Elaboración propia

El modelo de producción intensiva de paiche en 10 tanques con cargas finales de 95.5 kilos de biomasa por metro cubico de agua es rentable, pero resulta con alta sensibilidad al precio de venta del producto y al precio del alimento. Los costos de energía eléctrica en la región hacen que sea un costo relevante de la producción y afecta también los resultados del mismo.

Considerando otra ubicación geográfica, donde se pueda trabajar con aguas superficiales, los costos de operación disminuyen notablemente y mejora la temperatura del agua para una producción más eficiente.



## CONCLUSIONES

El modelo de engorda de paiches en sistemas de alta densidad es posible técnica y económicamente. Se logro producciones de 96.6 kilos de biomasa final por metro cubico de agua. Resultando con alta sensibilidad al precio de venta, siendo su valor mínimo de S/. 14.7 por kilo.

Significa un ahorro de 11% del consumo de agua en comparación con un sistema tradicional con un recambio mensual. Pudiendo ser mejorado significativamente al incorporar un sistema de recirculación de agua.

Permite producir 116 veces mas biomasa por metro cuadrado de superficie de terreno destinado a la acuicultura que un sistema tradicional.

Sus principales limitaciones están relacionadas con el costo de la energía eléctrica y la temperatura del agua utilizada desde fuentes subterráneas. La temperatura media de 25.7°C no resulta óptima para la engorda del paiche, siendo una temperatura de agua superior a los 28°C adecuada para la engorda.

## IMPACTOS

a. Impactos Económicos	Disminución del 25% del costo directo. Disminución de la inversión en un 50% en relación con una unidad tradicional equivalente
b. Impactos Sociales	Generación de empleos de alto nivel tecnológico permitiendo un aumento del monto destinado
c. Impactos Tecnológicos	Producir 116 veces más carne con el mismo consumo de agua y en un terreno 50 veces menor
d. Impactos Ambientales	Control de efluentes y manejo del nitrógeno. Consumo de agua subterránea y mayor eficiencia

## PRODUCTOS

1. Protocolo de manejo del cultivo intensivo de *Arapaima gigas* "Paiche", en tanques circulares.
2. Modelo económico financiero de un sistema de engorda a escala comercial, determinando inversiones, flujo de caja y parámetros de rentabilidad.
3. Determinación de la frecuencia de alimentación de los peces por cada etapa de la engorda.
4. Determinación de los caudales a utilizar para cada etapa de la engorda, terminando así el número adecuado mínimo de recambios de agua por tanque.
5. Diseño de construcciones, sistema hidráulico de ingreso y salida de agua del sistema.

## FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Proyecto presentado a INNOVATE PERU, siendo aprobado por un monto total de S/. 298,647.00, cuya distribución se indica en el siguiente cuadro:

ENTIDAD	APORTE NO MONETARIO	APORTE MONETARIO	APORTE TOTAL	PORCENTAJE
INNOVATE PERU	S/. -	S/. 149,281.36	S/. 149,281.36	49.99%
AMAZON FISH PRODUCTS S.A	S/. 96,741.00	S/. 52,624.64	S/. 149,365.64	50.01%
<b>MONTO TOTAL APORTES</b>	S/. 96,741.00	S/. 201,906.00	S/. 298,647.00	100.00%

---

(\*) Ingeniero Agrónomo, Gerente General AMAZON FISH PRODUCTS SA

(\*\*) Biólogo Acuícola, Gerente de Producción AMAZON FISH PRODUCTS SA

Responsables del proyecto Innóvate.