

2.5. Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos

AQUAREC

Finalidad del Programa

Desarrollar tecnologías y herramientas de gestión para el uso y conservación del agua y sus recursos y mejorar los sistemas acuícolas de producción en la Amazonía peruana.

Objetivos del Programa:

- Fomentar conocimientos e información para el establecimiento de políticas de gestión del desarrollo que contribuyan al uso y conservación de cuencas en la Amazonía peruana.
- Generar conocimientos biológicos y pesqueros que contribuyan a la identificación y adopción de medidas de manejo dirigidas a la conservación y uso responsable de los recursos pesqueros en la Amazonía peruana.
- Desarrollar tecnología económica, social, cultural y ambientalmente viables, que contribuyan al desarrollo de la acuicultura en la Amazonía peruana.

Líneas y temas de investigación:

- Propuestas de políticas de gestión y desarrollo que contribuyan al uso y conservación de cuencas en la Amazonía peruana.
- Estudios sobre la biología y ecología de los recursos pesqueros para la identificación y adopción de medidas de manejo dirigidas a la conservación y uso responsable de los recursos pesqueros en la Amazonía peruana.
- Tecnologías viables desde el punto de vista económico, social, cultural y ambiental que contribuyan al desarrollo de la acuicultura en la Amazonía peruana.



Evaluación técnica y económica de alternativas de producción de peces en la Amazonía

Cultivo de paiche (*Arapaima gigas*) en jaulas flotantes en el lago Imiria, Ucayali.



El aumento de la demanda de carne de "paiche" impone la implementación de nuevas alternativas para la producción. En el 2005 fueron instaladas ocho jaulas flotantes de 300 m³ cada una donde fueron introducidos paiches en densidades de 2 a 3 peces por metro cúbico. La evaluación del rendimiento indica una producción de 26 kg/pez/año, con una rentabilidad de 33.2%. Esta experiencia demuestra como alternativa favorable para promover la "paichicultura" en jaulas flotantes.

Este trabajo fue ejecutado en convenio con el Gobierno Regional de Ucayali

Paiches en jaulas flotantes en el lago Imiria. Ucayali



Piscicultura amazónica y alimentos con insumos locales



Harina de Lenteja de agua.

El desarrollo progresivo de la piscicultura en la Amazonía peruana, requiere de alimentos eficientes que aseguren el mejor crecimiento y rendimiento al más bajo costo.

Entre el 2006 y 2007 fueron procesadas y evaluadas 18 dietas para "gamitana", "paco", "paiche" y "pacotana" en base a insumos regionales en niveles de sustitución entre 10 a 30% de los farináceos comerciales. Los resultados muestran buenos niveles de rendimiento, lo que permitiría reducir los costos de producción en el cultivo.

Pelet elaborado con harina de sachá trigo



Insumos regionales y dietas para peces

Insumos	Peces	Periodo (días)	Ganancia peso medio (g)	Lugar de ejecución
Polvillo de malta (1)	gamitana	82	122	Loreto
Lenteja de agua (2)	pacotana	74	200	Loreto
Torta de castaña (3)	gamitana	120	170	M. de Dios
Sacha trigo (4)	gamitana	135	220	Amazonas

(1) Producto residual de la Cervecería Amazónica, (2) *Lemna sp.*, hierba acuática flotante, acaule, (3) nueces de *Bertholletia excelsa*, (4) *Coix lacrima-jobi*, especie narturalizada



Identificación del sexo de paiche... producción de alevinos, un problema solucionado

Garantía para la producción de alevinos.

El paiche no presenta dimorfismo sexual para la selección de reproductores para la paichicultura. Para solucionar este problema se desarrolló un test inmunológico que permite la identificación del sexo de paiche en laboratorio en base a la detección de la vitelogenina en pequeñas muestras de sangre. Esta técnica contribuye al manejo de los reproductores por parejas mejorando la producción de alevinos en cultivo.

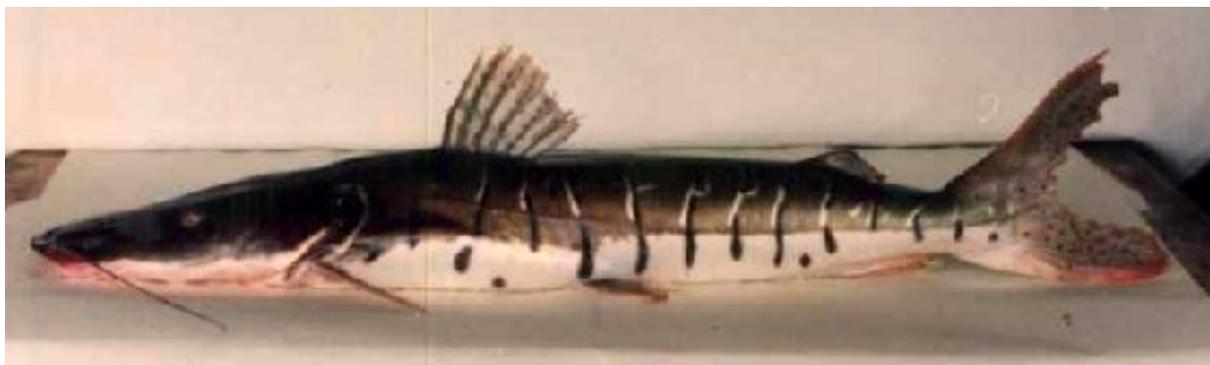
El trabajo fue realizado en el período 2007-2008, en cooperación IIAP, IRD y UNAP, con financiamiento de INCAGRO.



Paiches (1), Extracción de sangre (2), muestra de sangre (3), centrifugación (4), análisis y lectura del plasma sanguíneo (5 y 6)

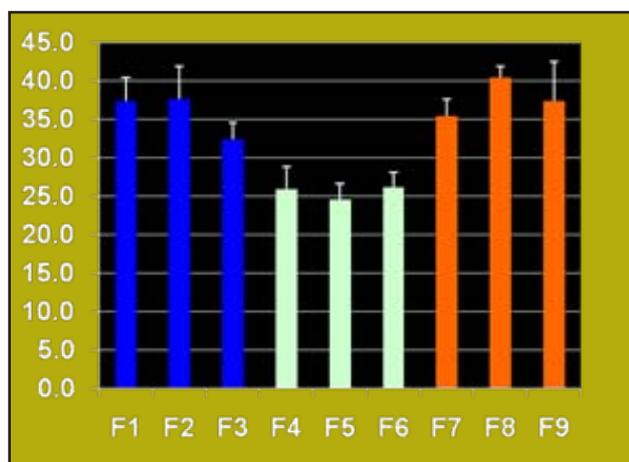
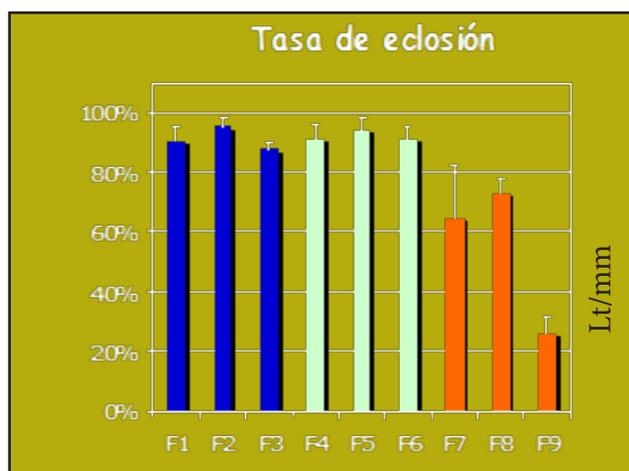


Selección de reproductores orientada a la domesticación de doncella (*Pseudoplatystoma punctifer*) en acuicultura



Doncella (*Pseudoplatystoma punctifer*)

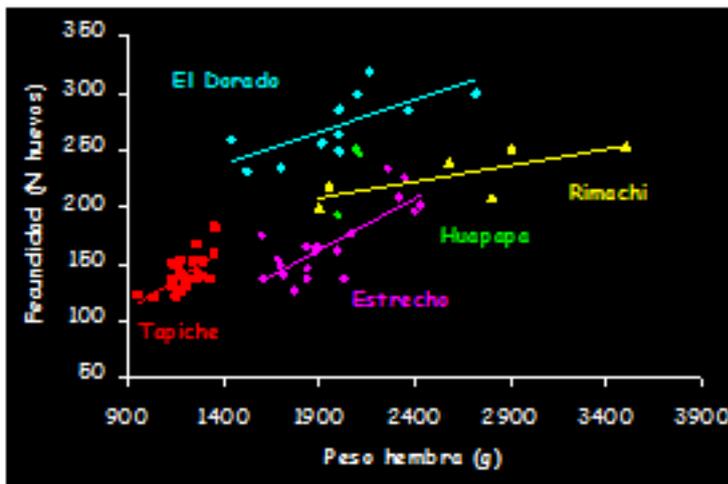
Tres parejas de doncella fueron seleccionadas para evaluar las mejores características para la reproducción en cautiverio. Las mayores tasas de eclosión larval y de crecimiento hasta los 26 días de post eclosión son los indicadores para la selección de las parejas para la producción de alevinos. Las hembras F1, F2 y F3 (ver gráfico, en azul) presentaron las mejores tasas de eclosión y de crecimiento, que son buenas características para la selección como reproductores.



Identificación de reproductores de arahuana (*Osteoglossum bicirrhosum*) para producción de peces ornamentales

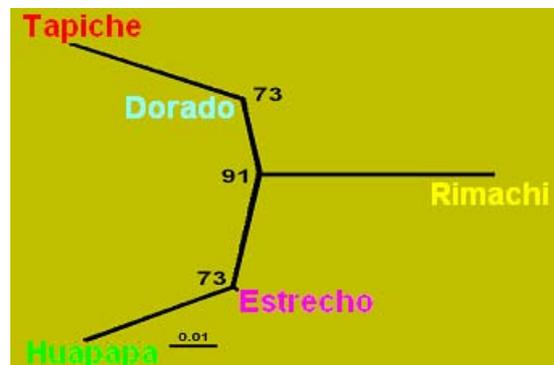


La arahuana tiene alta preferencia en el rubro de peces ornamentales para exportación. Desde 2008 al 2011 en el proceso de identificación de reproductores con caracteres sobresalientes para acuicultura, fueron evaluadas cinco poblaciones de los cuerpos de agua de distintas localidades en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Lago Rimachi (Pastaza), cuenca del Putumayo (Estrecho y Huapapa) y Tapiche. Los enfoques del estudio fueron la evaluación de los ciclos biológicos, el crecimiento y reproducción y los caracteres genéticos. Los resultados indican que la población del lago El Dorado (RN Pacaya-Samiria) presenta mejor fecundidad y mayor tasa de crecimiento (ver gráfico, datos en celeste).



Niveles de fecundidad en las cinco poblaciones naturales.

Relaciones genéticas entre las cinco poblaciones naturales



Relaciones genéticas de peces en la Amazonía... orientaciones para el manejo de la pesca

Identificación molecular de larvas de bagres



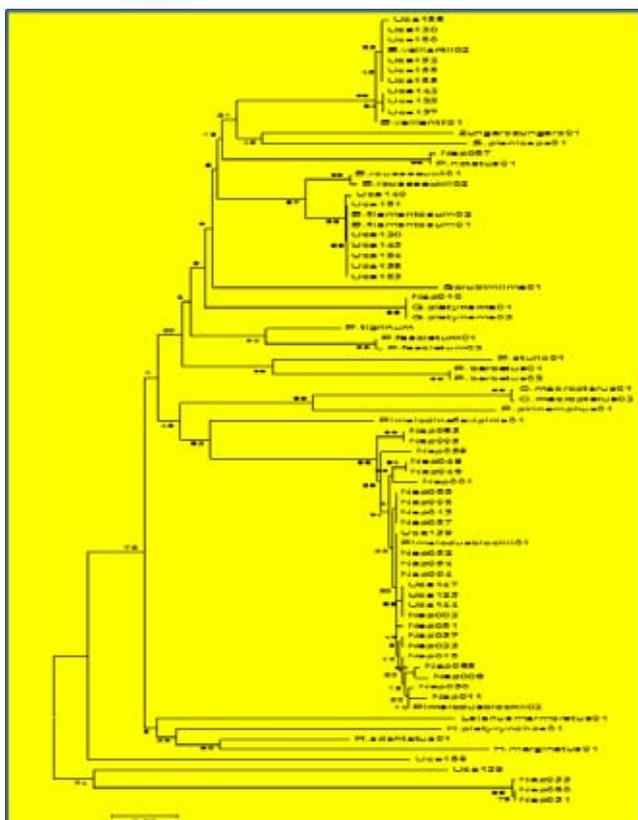
Larvas con gran semejanza morfológica entre ellas.

Desde los últimos 25 años es conocido que algunos bagres realizan grandes migraciones en la Amazonía continental. Sin embargo se desconoce hasta el momento la ubicación de sus áreas y mecanismos de reproducción en esta vasta región. El principal impedimento para realizar estudios de monitoreo reproductivo de poblaciones naturales de bagres, es la gran semejanza morfológica que presentan las larvas de las diferentes especies, que imposibilita distinguirlos a nivel específico.

Los resultados de secuenciación nucleotídica de larvas han permitido conocer la composición de especies de bagres en los ríos y los patrones de distribución de la reproducción.

El gráfico de "árbol vecino próximo" muestra la identidad específica de secuencias de larvas colectadas en el río Ucayali.

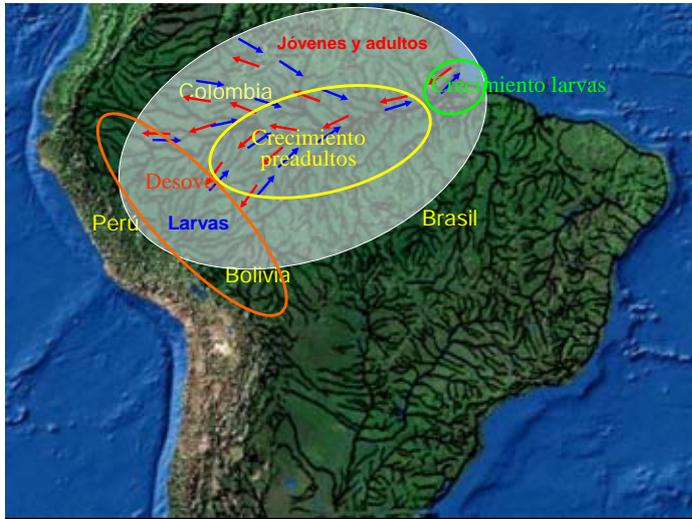
El conocimiento de la diversidad de especies y de sus áreas de reproducción, son herramientas fundamentales para la elaboración de planes de manejo y de conservación de estos recursos.



Árbol de identificación molecular de larvas de bagres (Secuenciación del gen Citocromo Oxidasa sub unidad I - COI).



Flujo de genes y distribución de la masa pesquera en la Amazonía

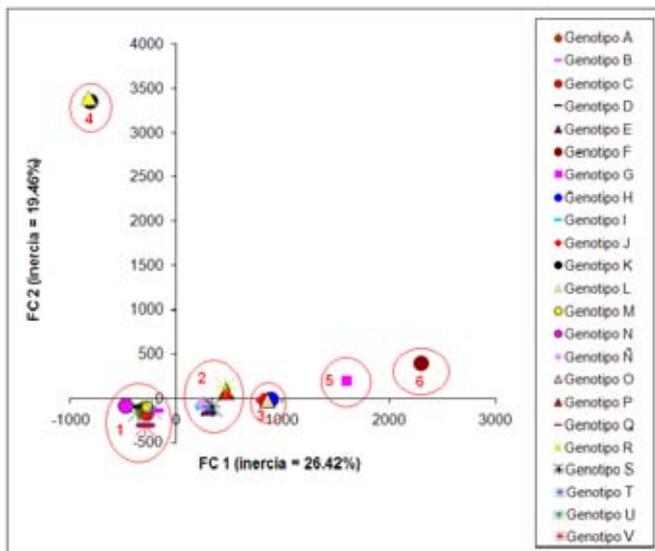


Los estudios de distancia genética y flujo de genes o Secuenciamiento nucleotídico en dorado (*Brachyplatyspoma flavicans*), indican que las poblaciones en la cuenca amazónica constituyen una sola masa pesquera que se moviliza en todos grandes espacios acuáticos. En esa complejidad existen individuos cuyo crecimiento de los alevinos ocurren en el lado oriental, cerca a la desembocadura del río Amazonas, con crecimiento de pre adultos en el curso medio y superior, de los juveniles y adultos en las cabeceras, donde también ocurre el desove y la eclosión de larvas.

Los resultados son fundamentos para el manejo de las pesquerías, en particular de los bagres, que incluye al dorado.

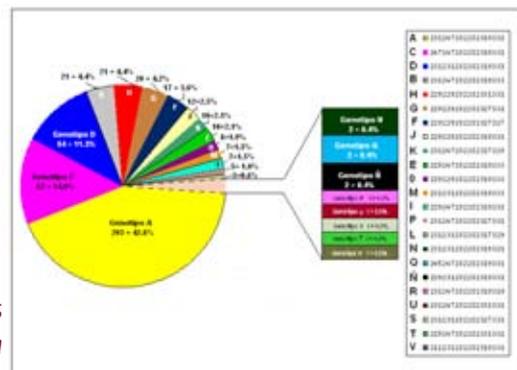
Secuenciamiento nucleotídico en dorado

Caracterización molecular de paiches liberados en el lago Imiria, Ucayali



Las poblaciones naturales de paiche (*Arapaima gigas*) fueron fuertemente diezgadas en el lago Imiria, Ucayali. Recientemente se realizó un programa de repoblamiento de estos ambientes acuáticos con paiches procedentes de la cría experimental en jaulas flotantes instaladas en el mismo lago. Para lo cual se realizó una caracterización genética de los ejemplares a ser introducidos. Los resultados muestran una reducida diversidad genética entre los ejemplares. Por lo que en las futuras introducciones de especímenes en esta área deben considerar el genotipado de los ejemplares a repoblar, para asegurar la introducción de nuevos genotipos que permitan aumentar la diversidad genética de la especie en este lago y garantizar su sobrevivencia en el tiempo.

Análisis Factorial de Correspondencia (AFC): Relaciones genéticas entre ejemplares de "paiche"



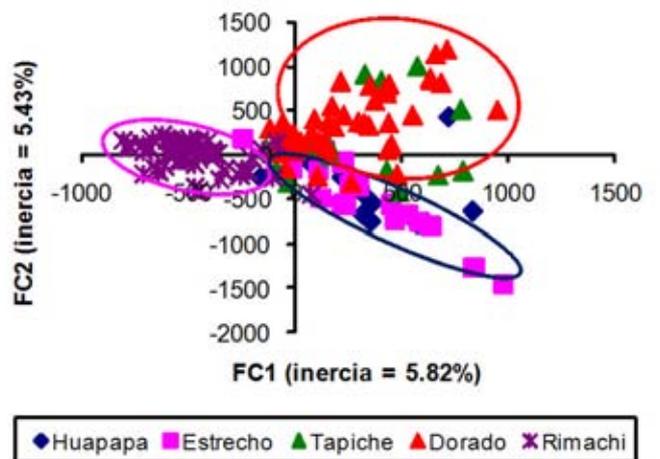
Perfil de genotipos de los "paiches" liberados en la laguna Imiria



Relaciones genéticas entre cuatro poblaciones naturales de paiches en la Amazonía peruana

Los resultados de estudios de AFC (Análisis Factorial de Correspondencia) genéticos muestran que las poblaciones naturales de paiche presentan una fuerte diferenciación genética entre ellas, explicables por el carácter poco migratorio de la especie, es decir tiene desplazamientos entre localidades cercanas en época de creciente de las aguas de los ríos y lagunas, manteniendo así el flujo de genes de su población.

Las localidades corresponden a RN Pacaya Samiria (El Dorado), río Pastaza (Lago Rimachi), cuenca del Putumayo (Estrecho y Huapapa) y Tapiche.



Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) entre cinco poblaciones naturales paiches de la Amazonía peruana.



Replamamiento de peces en cuerpos de agua de la Amazonía

Lago Imiría, Ucayali... repoblamiento de paiche (*Arapaima gigas*)

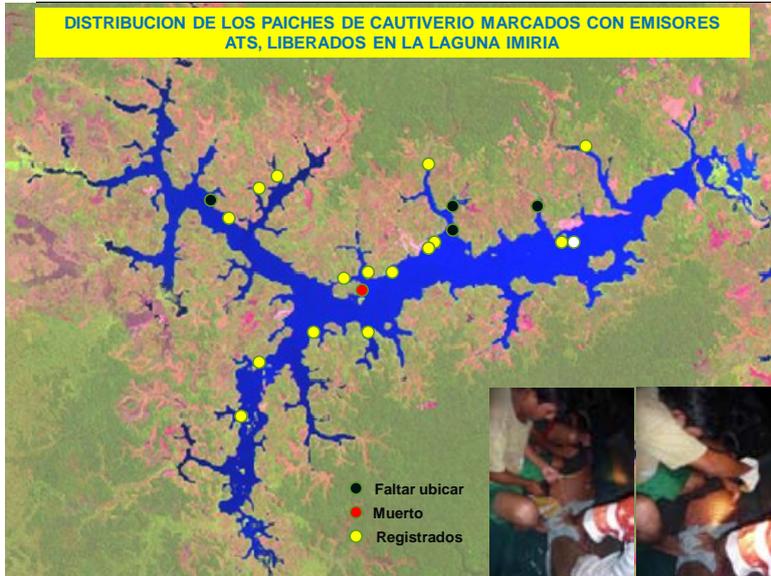


Imagen Landsat: Lago Imiría y áreas de estudio

El lago Imiría, con 36 km² de espejo de agua, tiene una población reducida de paiches nativos. En el 2009 fueron liberados 500 individuos adultos marcados con chips, cuya variabilidad genética y sex-ratio fue determinada en laboratorios del IIAP.

Se realizó un monitoreo continuo por técnicas de telemetría a 28 paiches adultos marcados con emisoros ATS (Advanced Telemetry System).

Hasta el 2011, el rastreo continuo de 28 especímenes como parte del monitoreo, indica que los individuos han logrado una adaptación normal al hábitat lacustre y que especímenes introducidos se desplazan solo en cortas distancias.

En la actualidad continúa la evaluación para conocer si existe reproducción entre especímenes nativos e introducidos, lo que aseguraría el éxito del proyecto y su réplica en otros lugares de la Amazonía peruana.

El estudio lo realiza el IIAP en alianza con el GOREU e IRD.



Rastreo telemétrico de los individuos marcados con ATS



Replamamiento de ambientes acuáticos sobre explotados en la Amazonía peruana

Las lagunas sobre explotadas de Loreto, Ucayali y San Martín, previamente seleccionadas, fueron repobladas con alevinos de paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) y al boquichico (*Prochilodus nigricans*) producidos en los laboratorios del IIAP. Esta actividad fue iniciada en el 2001, y hasta el momento alcanza un total de 477,000 alevinos. Las comunidades de los ambientes repoblados participan activamente en estas actividades. Considerando que contribuyen a incrementar la oferta de proteína para la dieta del poblador local.

Replamamiento de ambientes acuáticos naturales de la Amazonía peruana

AÑOS	ESPECIES	LORETO	UCAYALI	SAN MARTIN	SUB TOTAL 1
2007	Paco	20,000	10,000	20,000	50,000
	Gamitana	20,000		30,500	50,500
2009	Paco	-	8,000	35,000	43,000
	Gamitana	-	2,000	-	2,000
SUB TOTAL 2		40,000	20,000	85,500	145,500

Pobladores de las comunidades locales y estudiantes participantes en la liberación de alevinos



Contribución al mejoramiento de la nutrición de las poblaciones amazónicas con pobreza extrema

Instalación de piscigranjas en jurisdicciones de comunidades mestizas e indígenas ubicadas en zonas con graves conflictos sociales

Estas actividades fueron iniciadas en el 2004 con la Municipalidad de Echarate, valle de la Convención (Cusco). Fueron fortalecidas con la inclusión de las comunidades de Kimbiri y Pichari en el valle del Apurímac (Cusco) y San Martín de Pangoa y Pichanaki en la provincia de Satipo (Junín). Entre los beneficiarios están los piscicultores rurales, los núcleos de Comunidades indígenas Machiguenga y Asháninka, el Gobierno Regional del Cusco y los gobiernos locales.

AÑO	ECHARATE / LA CONVENCION	KIMBIRI	PICHARI	SAN MARTIN DE PANGOA	SATIPO / PERENE / PICHANAKI	TOTAL
2004	50,000	-----	-----	-----	-----	50,000
2005	100,000	-----	-----	-----	-----	100,000
2006	474,000	-----	-----	-----	-----	474,000
2007	500,000	-----	-----	-----	-----	500,000
2008	160,000	400,000		100,000	100,000	760,000
2009	730,000	800,000	800,000	100,000	100,000	2'530,000
2010	150,000*	400,000*	150,000*		100,000	2'530,000
TOTAL	2'164,000	1'600,000	950,000	200,000	300,000	5'214,000



Contribución a la seguridad alimentaria en el valle del río Apurímac (VRA)... desarrollo de la acuicultura en comunidades indígenas



Entre el 2006 y 2011 el IIAP ha iniciado la piscicultura con productores indígenas, mediante la siembra (liberación) de alevinos en estanques construidos por las comunidades, con asesoramiento técnico de AQUAREC. En total la transferencia fue de 400,000 alevinos (post-larvas) de paco (*Piaractus brachypomus*) a la Municipalidad Distrital de Pichari.



Cosecha de peces en estanques de productores indígenas y distribución de la carne de pescado entre los pobladores.



La tecnología de la acuicultura desarrollada en el IIAP y sus aportes a la región amazónica

Impacto económico de la acuicultura a la economía amazónica



Cosecha de gamitanas

Con la tecnología de las piscigranjas y los embalses el aporte estimado del IIAP, en el 2011, fue cerca de 28 millones de soles, mediante la producción de pescado (24 millones), venta de alimento extruido (2.5 millones) y venta de alevinos (900 mil soles).



Producción o cosecha de peces



Alianzas para el desarrollo de las pesquerías empresariales de consumo y ornamental en la Amazonía



Zúngaro tigrinus (*Brachyplatystoma tigrinum*)

El desarrollo de la pesquería ornamental tiene alta implicancia en la economía de la Amazonia peruana. El IIAP ha establecido alianzas para la investigación del cultivo y la reproducción de especies preferidas como ornamentales con alta demanda en el mercado para exportación.

La exportación de machos de paiche está garantizada mediante los servicios de identificación del sexo, en el IIAP, a empresas de producción de alevinos como de exportación en Loreto y Ucayali (Acuícola Los Paiches y SEM-PERU).

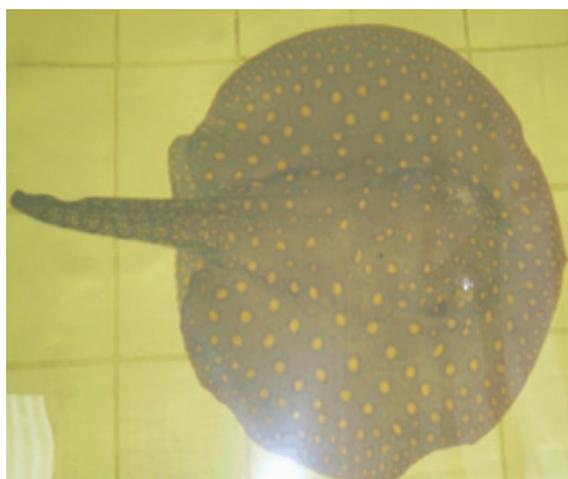


Carachamas (*Xenocara* sp. y *Acanthicus adonis*)

Similarmente, la investigación y producción de carachamas en alianza IIAP con Acuario Río Momón, Bio Industrial Amazonas SAC, FINCYT; de las rayas amazónicas con Neo-tropical Fauna EIRL, y FINCYT; y de los cíclidos y catfishes en alianza IAAP con Neotropical Fauna EIRL y FINCYT.



Cíclidos y Catfishes



Rayas amazónicas



Capacitación y formación de talentos humanos... una labor constante

En el programa AQUAREC a través de todos sus centros de investigación acuícola realiza una intensa labor de formación de nuevos recursos humanos, mediante la ejecución de prácticas pre profesionales de estudiantes de las diversas universidades nacionales del país; ejecución de tesis de pre y post grado y, pasantías en las áreas temáticas de cultivo y reproducción de peces, pesca, ecología acuática y genética molecular.



Captación de tesistas de post-grados en Maestrías y Doctorantes

