

## OPORTUNIDADES PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA EN NIGERIA: EL PROGRAMA ESPECIAL PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ACUICULTURA EN ARROZALES EN NIGERIA

Jim Miller, Tunde Atanda, Godwin Asala, Wen Hui Chen  
Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental

FAO – Oficina del Programa Especial Nacional para la Seguridad Alimentaria, Abuja, Nigeria

**Miller, J., Atanda, T., Asala, G. & Chen, W.H.** 2010. Oportunidades para la integración de sistemas de irrigación y acuicultura en Nigeria: el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria y la acuicultura en arrozales en Nigeria. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 121–128.

### Resumen

El cultivo de peces comenzó en Nigeria hace más de cuarenta años, pero la acuicultura nunca ha contribuido de forma sustancial a la producción pesquera nacional. Unos servicios de extensión agraria precarios han desatendido la tarea de mostrar sus beneficios a los campesinos locales. El gobierno nigeriano invirtió en más de 50 piscifactorías, incluyendo algunas con molinos de piensos, pero hoy en día la mayoría están abandonadas. Actualmente Nigeria tiene como objetivo sustituir las importaciones con un aumento de la producción nacional a través de la acuicultura y la pesca basada en la agricultura. El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Nigeria está poniendo en marcha 80 pequeñas zonas de riego (2,5 ha), que incluirán demostraciones de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA). Entre los beneficios de la IIA se encuentran una mayor eficiencia en el uso del agua y el valor añadido que proporciona a los subproductos agrícolas. Como ejemplo, en los ensayos de acuicultura en arrozales en el estado de Níger se utilizó una variedad local de arroz acuático/de tierras bajas (FARO15) integrado con tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante un periodo productivo de cuatro meses. Los resultados muestran las ventajas significativas del cultivo combinado de arroz y peces, como el incremento del rendimiento del arroz en un 10 por ciento y el aumento de más de un 50 por ciento de los beneficios gracias a los ingresos procedentes del arroz y los peces. Existen muchas pequeñas zonas de riego de proyectos anteriores diseminadas por todo el país, pero que no funcionan correctamente. Las comunidades de estas zonas quieren utilizarlas, pero los terrenos son propiedad del gobierno. Los campesinos locales dudan si invertir en su rehabilitación, ya que temen que el gobierno pueda recuperar la posesión de las tierras. El desarrollo de la industria acuícola comercial y de la pesca continental sigue siendo claramente la mejor solución para aumentar la producción pesquera nacional y satisfacer la elevada demanda de pescado.

### Introducción

La integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA) en Nigeria acaba de empezar. Con los precarios servicios de extensión agraria con que cuenta el país, se han hecho pocos esfuerzos para concienciar a la población de la viabilidad de la integración de las actividades agrícolas, a pesar de que se hayan documentado sus beneficios para los campesinos rurales durante los últimos veinte años. Entre los beneficios de la IIA se incluyen el aumento del rendimiento, la mejora en la gestión del agua –que incluye múltiples usos–, el fortalecimiento de las sinergias, el incremento de los ingresos y la reducción de la pobreza. Sin embargo, esta situación está variando con el cambio de paradigma hacia una economía gobernada por

el sector privado. Ahora existen proyectos para fomentar las empresas de acuicultura integrada, ofreciendo esperanzas para el desarrollo en Nigeria de una agricultura más dinámica.

#### ***El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Nigeria (PESA-Nigeria)***

El Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental (AIFP, por sus siglas en inglés), de cuatro años, tiene un presupuesto de 6,9 millones de dólares EE.UU. y es una parte (llamada Anexo II) del PESA-Nigeria (45 millones de dólares EE.UU.). El PESA-Nigeria está íntegramente financiado por el Gobierno de Nigeria y tiene los siguientes cinco anexos:

- Anexo I: Seguridad alimentaria: 32 500 000 dólares EE.UU. (incluye el subproyecto 5);
- anexo II: Acuicultura y pesca continental: 6 900 000 dólares EE.UU.;
- anexo III: Control de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales: 4 400 000 dólares EE.UU.;
- anexo IV: Comercialización de productos agrícolas básicos y gestión de reservas de alimentos: 1 200 000 dólares EE.UU.;
- anexo V: Plan de acción de Nigeria para la fertilidad del suelo: 2 000 000 dólares EE.UU.

El Anexo I es el crucial Proyecto de Seguridad Alimentaria, que incluye el riego para los pequeños agricultores, la producción y comercialización de cultivos extensivos y hortícolas, producción, nutrición y cría de animales, acuicultura, mecanización agrícola y agroindustria. La acuicultura integrada se incluye como una estrategia de diversificación para ayudar a los campesinos rurales a aumentar sus ingresos y mejorar la seguridad alimentaria familiar.

El Anexo I se puso en marcha en enero de 2002 en 109 sitios en los 36 estados y el Territorio de la Capital Federal (TCF), mientras que el Anexo II comenzó en julio de 2003, coincidiendo con la entrega de los fondos. El programa del PESA-Nigeria también está reforzado con la ayuda que proporcionarán un total de 524 técnicos chinos (incluyendo 70 expertos en acuicultura) en el marco del Programa de Cooperación Sur-Sur (22 millones de dólares EE.UU.). Cuando se elaboró este documento (2003) ya había 29 técnicos chinos en el país ayudando a los campesinos en las zonas rurales y varios trabajan ya con piscicultores privados. Estaba previsto que los restantes llegaran a finales de año.

Más del 70 por ciento de los nigerianos vive en zonas rurales y más del 65 por ciento de la fuerza de trabajo está ocupada en el sector agrícola. Por tanto, el objetivo del programa de ampliar las actividades de las explotaciones agrícolas mediante actividades integradas y aumentar sus beneficios, puede diversificar los medios de vida y mejorar las economías rurales en zonas de elevada concentración de pobreza. El programa PESA potencia a las comunidades y a los campesinos mediante su enfoque «ascendente». Los campesinos se benefician de los «paquetes» que han elegido y todas las actividades se implementan en base a la recuperación de costes, ya que los agricultores reembolsan al programa el coste de sus paquetes. A largo plazo, la perspectiva de este programa es erradicar la pobreza rural.

Portanto, el Gobierno ha realizado importantes esfuerzos y ha prestado su apoyo financiero para mejorar la producción agrícola a través del PESA-Nigeria, habiendo sido la FAO designada para gestionar estos esfuerzos. En relación al AIFP, es importante destacar que el Gobierno ha centrado sus esfuerzos en el desarrollo de la acuicultura en el sector privado (consultar Apéndice 1). Para alcanzar este objetivo, se ha elegido al AIFP como el vehículo más adecuado para ayudar a los piscicultores privados a aumentar la producción pesquera nacional y crear una industria acuícola sostenible. Se espera que el desarrollo de la acuicultura siga un camino similar al de la industria avícola, hoy en día exitosa y completamente privatizada en Nigeria.

Nigeria es también un participante signatario del Examen de la Acuicultura en África de la FAO de 1999 (FAO, 1999; consultar Apéndice 2), que propuso un marco de cinco años para el desarrollo de la acuicultura regional con objetivos como la desinversión de piscifactorías gubernamentales, muchas de las cuales han sido abandonadas.

### ***Objetivos del AIFP y grupo objetivo***

Debido a que el AIFP debe proporcionar apoyo técnico al Anexo I en acuicultura, realmente existen dos grupos objetivo de piscicultores. Mientras que el grupo objetivo del Anexo I son los pequeños campesinos que practican la acuicultura integrada, el grupo objetivo del Anexo II son 50 piscicultores privados cuya principal empresa agrícola es la acuicultura. El AIFP pretende abordar toda la cadena de valor de la acuicultura, incluyendo los insumos (semillas y alimentos para peces), el apoyo para los grupos profesionales dirigidos por campesinos, la financiación y la comercialización. El Anexo II también tiene como objetivos a los miembros de las comunidades pesqueras continentales para facultarles en la co-administración de 43 pequeñas masas de agua.

### ***Necesidad de aumentar la producción pesquera nacional***

El cultivo de peces comenzó en Nigeria por vez primera hace más de cuarenta años, pero la acuicultura nunca ha contribuido de forma sustancial a la producción pesquera nacional. El gobierno a todos sus niveles (federal, estatal y algunos gobiernos locales) invirtió en más de 50 piscifactorías, incluyendo algunas con molinos de piensos, pero hoy en día la mayoría están abandonadas y nunca han ayudado a solventar

las limitaciones que sufren los piscicultores privados: semillas y alimentos para los peces. Los nigerianos son grandes consumidores de pescado y se estima que el consumo total asciende a más de 1,3 millones de toneladas. La producción pesquera nacional está estancada en unas 450 000 toneladas, debido a años de sobrepesca y falta de gestión adecuada. Nigeria es uno de los mayores importadores de pescado, con unas 800 000 toneladas anuales, contribuyendo así a la pérdida de empleos en beneficio de pescadores de ultramar y al impacto negativo sobre la balanza comercial. Nigeria se ha fijado ahora como objetivo sustituir las importaciones con un aumento de la producción nacional mediante el desarrollo de la acuicultura y la pesca basada en el cultivo, que pueden aumentar el empleo rural, mejorar la seguridad alimentaria y reducir la pobreza rural. Esto requiere un aumento importante de la producción nacional de semillas y alimentos para la acuicultura.

Se estima que la producción pesquera acuícola actual es de unas 25 000 toneladas, mientras que la producción pesquera de las aguas continentales –en su mayor parte no sujetas a ordenación– asciende a unas 150 000 toneladas. El potencial para el aumento de la producción en ambos sectores es elevado, ya que Nigeria está bendecida con más de 12 millones de ha de aguas continentales y suelos adecuados para el desarrollo de la acuicultura. En los últimos años hay más inversores que han iniciado el cultivo de peces gato. Existe una elevada demanda de peces gato por satisfacer y los precios de mercado duplican como mínimo los de otras especies. Además, con ayuda técnica europea se han desarrollado en el país diversos sistemas acuícolas intensivos, cerrados y con recirculación de agua. Actualmente, estas explotaciones de peces gato y las de otros piscicultores importantes dedicados a esta especie, están importando de Europa unas 4 000 toneladas de alimento de alta calidad para peces. En un estudio reciente, la Corporación Financiera Internacional (CFI) del Banco Mundial predijo que la producción de peces gato aumentaría en 40 000 toneladas en los próximos cuatro años (Irene Arias, comunicación personal, 2003). Otros indicadores confirman esta estimación, ya que dos compañías de piensos están poniendo en marcha instalaciones para la producción de alimentos para peces.

### **Acuicultura integrada en Nigeria**

El Instituto Nacional para la Investigación de la Pesca Continental realizó un estudio

preliminar de la acuicultura nacional y observó que el 48 por ciento de las granjas piscícolas examinadas practicaban la acuicultura integrada (Ayeni, 1995). Los estanques piscícolas se integran con aves de corral, cerdos, conejos, ovejas, cabras y vacas, así como con arroz, plátanos y bananas, árboles frutales, cultivos de hortalizas, etc. La integración con aves de corral era la más popular, ya que el 50 por ciento de los estanques piscícolas estaban vinculados a la cría de pollos. Venían a continuación ovejas/cabras/vacas –con un 38 por ciento–, mientras que los cerdos se integraban en un 14 por ciento de los estanques piscícolas estudiados. El cultivo de arroz era el menos integrado con la piscicultura, con sólo un 1,6 por ciento.

Desde 1995, la integración de estanques piscícolas con aves de corral, cerdos y ganado se ha popularizado y aquí se incluyen muchas de las 1 940 granjas piscícolas del país (AIFP, 2003). Aunque no hay información clara disponible, también está aumentando el cultivo combinado de arroz y peces. De hecho el gobierno está entusiasmado con el uso de la IIA para extender la acuicultura en arrozales por todo el país y aumentar así la producción de arroz y peces. Otros beneficios de la IIA incluyen la mayor eficiencia en el uso del agua y el valor añadido que proporciona a los subproductos agrícolas usados como insumos nutricionales. Esto se traduce en una menor presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Claramente, el desarrollo de la industria acuícola comercial y de la pesca continental sigue siendo la mejor solución para aumentar la producción pesquera nacional y satisfacer la elevada demanda de pescado.

La IIA puede desarrollarse a través del uso de las numerosas zonas de riego del país. Nigeria tiene 99 zonas de riego en 26 estados, con una superficie total de 47 000 ha. Podrían surgir oportunidades para que la IIA se incluyera en estas zonas. El potencial estimado de las tierras de regadío en Nigeria asciende hasta las 868 000 ha, ofreciendo muchas posibilidades para la inversión privada en agricultura.

Actualmente, el Programa PESA-Nigeria está poniendo en marcha 80 pequeñas zonas de riego (2,5 ha) que incluirán demostraciones de IIA. En aquellos sitios que cuenten con suelos arcillosos adecuados, los estanques piscícolas se construirán en los sistemas de riego para demostrar usos múltiples del agua y sinergias que fomentan el aumento de la producción. Se trata de un compromiso importante por parte del PESA-Nigeria, que puede fomentar de forma notable el desarrollo de la acuicultura en Nigeria. Ezenwa (1991) identificó más de 1,5 millones

**Cuadro 1.** Estimación de las superficies cultivadas (000 ha) por pequeños agricultores para el cultivo de arroz en Nigeria, 2000 (PCU, 2001)

Estado	Estación		Total (000 ha)
	seca	húmeda	
	(000 ha)	(000 ha)	
Kaduna		230,00	230,00
Niger		205,42	205,42
Taraba	0,25	200,00	200,25
Benue	4,12	138,24	142,36
Borno	0,73	92,00	92,73
Kano		81,60	81,60
Adamawa	0,16	65,00	65,16
Ebonyi	0,70	45,46	46,16
Kogi		45,00	45,00
Nassarawa		45,00	45,00
Bayelsa	0,05	40,20	40,20
Ekiti	0,71	37,40	38,11
Gombe		38,00	38,00
Kebbi	0,19	32,20	32,39
Katsina		30,00	30,00
Yobe		30,00	30,00
Plateau		29,60	29,60
Kwara		29,00	29,00
Bauchi		22,43	22,43
Zamfara		22,10	22,10
Ondo	0,05	21,58	21,63
Jigawa		21,00	21,00
Sokoto		20,00	20,00
Anambra		12,48	12,48
Ogun		10,28	10,28
Enugu		10,00	10,00
Osun		9,00	9,00
Abia		8,42	8,42
Fct		6,42	6,42
Edo	0,14	5,00	5,14
Lagos	0,60	1,60	2,20
Delta		1,50	1,50
Oyo		0,70	0,70
Imo	0,29	0,06	0,35
Akwa Ibom		0,12	0,12
Cross River		0,10	0,10
Total	7,94	1 586,90	1 594,84

de ha de zonas pantanosas en el delta del Níger y muchas más tierras en amplias zonas para el cultivo de arroz en los estados de Anambra, Imo, Benue, Plateau, Níger y Cross River. Por ello prevé un futuro brillante para la acuicultura en arrozales.

## Cultivo de arroz en Nigeria

El arroz es un importante alimento básico y el cereal de mayor consumo en Nigeria, con una demanda estimada de 5 millones de toneladas. La producción nacional asciende a tan sólo 3,2 millones, dando lugar a un déficit de 1,8 millones de toneladas cubierto con importaciones. A pesar del desarrollo de diversas políticas –incluyendo el objetivo de autosuficiencia en la producción de arroz para 2005– la producción nacional no ha aumentado de forma significativa para satisfacer una demanda en continuo crecimiento. No obstante, de todos los cultivos en Nigeria, el arroz es el más comercializado.

Se estima que la superficie potencial que podría dedicarse a la producción de arroz es de unos 4–6 millones de hectáreas, pero actualmente sólo 2 millones de ha (el 40 por ciento) están cultivadas. Aquí se incluyen unas 250 000 hectáreas de arroz de regadío y unas 1 600 000 ha de arroz de tierras bajas cultivado en zonas pantanosas que se inundan periódicamente. Hay siete estados que suman la mitad de la superficie de cultivo de arroz del país: Kaduna, Taraba, Niger, Benue, Borno, Kano y Adamawa. Otros trece estados con amplias zonas para el cultivo de arroz son: Kogi, Nassarawa, Bayelsa, Ekiti, Gombe, Yobe, Katsina, Kebbi, Kwara, Ondo, Bauchi, Zamfara, y Sokoto. La producción de arroz en todos los estados se muestra en el Cuadro 1.

El arroz es uno de los pocos cultivos que crecen en todo el país, incluyendo la totalidad de las zonas agroecológicas, desde el Sahel hasta los pantanos costeros. Entre los principales sistemas de producción de arroz se encuentran el arroz de secano de tierras altas (30%), el arroz de secano de tierras bajas (47%) y el arroz de regadío de tierras bajas (16%). La producción de arroz de aguas profundas es menos frecuente y asciende a cerca del cinco por ciento del total.

La mayoría de los productores de arroz son pequeños agricultores que cultivan diferentes variedades en una superficie inferior a 0,5 ha y producen menos de una tonelada de arroz en una estación determinada. Aún así, se estima que la producción media de arroz es de 2,1 toneladas/ha/año. Se utilizan métodos tradicionales de cultivo que suponen un trabajo esclavizante debido a la falta de mecanización, haciendo que la producción de arroz por hectárea en Nigeria sea más cara en comparación con otros países vecinos debido a la ausencia de prácticas mejores de gestión. En las zonas de tierras bajas, los campesinos dependen de las inundaciones anuales, que son virtualmente imposibles de controlar y no permiten un uso eficiente de la aplicación de fertilizantes.

**Cuadro 2.** Comparación entre el cultivo de arroz y el cultivo combinado de arroz y peces en el estado de Níger (Yaro, 2001)

Parámetro de comparación	Arroz	Arroz y peces
Producción de arroz (kg/ha/año)	3 051	3 357
Producción de peces (kg/ha/año)	0	690
Ingresos brutos (Naira/ha)	45 200	59 955
Ingresos netos (Naira)	14 874	22 962
Beneficios		
- Aumento del rendimiento del arroz (%)		+10
- Aumento de ingresos por los peces (%)		+54

### Acuicultura en arrozales en Nigeria

Actualmente, la acuicultura en arrozales es fundamentalmente una práctica de «captura» por medio de la cual los peces silvestres que se adentran en los arrozales inundados desde los canales y cursos de agua de riego, son atrapados en su interior y crecen junto al arroz. Cuando se cosecha el arroz, se capturan los peces para su consumo o venta. Las visitas a los agricultores arroceros en Adim, en el estado de Cross River, revelaron una cosecha de 92 kg de peces por ha de arroz en estas condiciones (PESA-Nigeria, 2003). La mayoría de los peces así obtenidos son peces gato (especies de *Clarias* o *Heterobranchus*), muy demandados por los consumidores, que pagan como mínimo 300 Naira por kilogramo (1 dólar EE.UU. = 126 naira; tipo de cambio oficial en 1993). La tilapia y otras especies se venden a un precio que oscila entre una tercera parte y la mitad de este importe. Es obvio que la venta de los peces capturados en los arrozales contribuye de forma importante a los ingresos de los campesinos, ya que 92 kg de peces gato podrían tener un valor mínimo de mercado de 25 000 naira (190 dólares EE.UU.). Cuando se considera una producción media de arroz de 2,1 toneladas por hectárea, con un valor de 777 dólares EE.UU. (370 dólares EE.UU. por tonelada), los ingresos procedentes de los peces silvestres aumentan en más de un 20 por ciento el valor del arroz en los beneficios de los campesinos.

El personal de extensión del Programa de Desarrollo Agrícola (ADP, por sus siglas en inglés) ha realizado pruebas de investigación adaptativa en las explotaciones agrícolas (OFAR, por sus siglas en inglés) con resultados favorables en los estados de Lagos, Níger e Imo, así como en el Territorio de la Capital Federal (TCF) cerca de Abuja. Las pruebas de acuicultura en arrozales en el estado de Níger utilizaron una variedad local de arroz acuático/de tierras bajas (FARO15) integrado con la tilapia *Oreochromis niloticus* durante un periodo productivo de cuatro meses. Se compararon los resultados con un arrozal no integrado de igual superficie y estos resultados

muestran una ventaja significativa para el cultivo combinado de arroz y peces (Cuadro 2). De hecho, los resultados podrían ser más favorables aún si se incluyeran los peces gatos, ya que se comercializan a un precio mayor.

Esta tecnología se amplió a veinte agricultores arroceros en el estado de Lagos utilizando la Técnica de Adopción de Pequeñas Parcelas (SPAT, por sus siglas en inglés). Los resultados de estos ensayos mostraron un incremento medio del rendimiento del arroz del 18,7 por ciento en las parcelas con cultivo de arroz y peces, en comparación con las de monocultivo de arroz (Kogbe *et al.*, 2000).

Se obtuvieron otros resultados alentadores en los ensayos de cultivo combinado en los estados de Níger, Borno y Gombe y en el TCF de Abuja. Los ensayos fueron realizados en 18 parcelas experimentales de la Estación experimental de arroz del Instituto Nacional de Investigación de Cereales (NCRI, por sus siglas en inglés) en Badeggi (estado de Níger), en las explotaciones agrícolas de Iddo y Gwagwalada del ADP de Abuja en el TCF y en la estación satélite del NIFFR en Dadin-Kowa (estado de Gombe). Estos experimentos analizaron sistemas de monocultivo de tilapia (*O. niloticus*), pez gato (*C. gariepinus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*) y sistemas mixtos de tilapia y *Clarias* utilizando las variedades mejoradas de arroz FARO8, 15 y 37. El crecimiento de las especies de peces y los rendimientos del arroz se consideraron alentadores.

El PESA está esforzándose para sensibilizar y concienciar de la tecnología de la acuicultura en arrozales por medio de demostraciones participativas con campesinos. Éstas pretenden convencer a los agricultores de la viabilidad técnica y económica de la acuicultura en arrozales en zonas de tierras bajas/pantanosas, fadamas (llanuras inundables) y zonas de riego. Hasta ahora, las parcelas de demostración existentes se han establecido en Ogbese, en el estado de Ondo, con dos parcelas de 0,5 ha y cuatro de 0,25 ha en cada emplazamiento. En el estado de Abia se han establecido otras cuatro parcelas en Okafia, Amiyi, Umuobasi-ukwu y Ogboko-Ozuiem.

En el pasado, un proyecto apoyado por el Banco Mundial ayudó a realizar pruebas sobre la acuicultura en arrozales en el marco del Proyecto Nacional de Investigación Agrícola (NARP, por sus siglas en inglés), por parte de la Facultad de Agricultura de la Universidad Federal de Tecnología en Minna, estado de Níger (Gomna *et al.*, 2000; Yaro y Lamai, 2000).

### Mirando al futuro

El desarrollo de la acuicultura en arrozales en Nigeria se puede facilitar mucho usando las zonas de riego del país. Existen varias zonas de gran tamaño en la región septentrional y la piscicultura podría integrarse en estas explotaciones agrícolas. Además, existen muchas pequeñas zonas de riego que no funcionan correctamente, diseminadas por todo el país y establecidas originalmente por el Banco Mundial y otros proyectos de desarrollo. Las comunidades de estas zonas querrían utilizarlas, pero dudan si invertir en su rehabilitación ya que temen que el gobierno pueda recuperar la posesión de tierras que son de su propiedad. Por tanto, la propiedad es un problema cuya mejor solución sería transferir estas tierras a las comunidades mediante un plan de privatización. Hasta que esto ocurra, estas zonas de riego gubernamentales, en su mayoría abandonadas, continuarán siendo improductivas.

El desarrollo regional de la IIA podría recibir un gran impulso en un marco de «investigación adaptativa en las explotaciones agrícolas» (OFAR) en toda la región. Para ello es necesario que los países participantes establezcan y acuerden protocolos, compartiendo información a través de una red en Internet de la IIA. Ni el cultivo de arroz ni la piscicultura son prácticas tradicionales en Nigeria y la gestión del agua en general, resulta con frecuencia inadecuada. Queda mucho por aprender de los enfoques exitosos y oportunidades que se han desarrollado en otros lugares.

En Nigeria estamos entusiasmados con los numerosos desafíos y oportunidades que tiene la IIA por delante para la creación de empleo rural y el aumento de la producción e ingresos agrícolas.

### Referencias

- Ayeni, J.S.O.** (Ed.) 1995. Report of national aquaculture diagnostic survey. New Bussa, Niger State (Nigeria), National Institute for Freshwater Fisheries Research, 106 pp.
- AIFP.** 2003. Inventory of fish farms in Nigeria. AIFP Project Document. Abuja, Aquaculture and Inland Fisheries Project.
- Ezenwa, Z.I.** 1991. Fish production through exploitation of aquaculture potentials of the estuaries and floodplains of Nigeria. En *Proceedings of the 4th Annual Seminar of Committee of Directors of Research Institutes (CODRI)*, Dec. 1991, pp. 49–60. Lagos, CODRI.
- FAO.** 1999. Africa Regional Aquaculture Review. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 22–24 September 1999. *CIFA Occasional Paper* No. 24. Accra, FAO, 50 pp.
- Gomna, A.K., Yaro, I. & Lamai, S.L.** 2000. Evaluation of the growth performance yield and survival of *Oreochromis niloticus* at different stocking densities in rice-cum-fish culture system. *Journal of Science, Technology and Mathematics Education (JOSTMED)* 3(1): 149–155.
- NSPFS.** 2003. Mission Report/Fisheries, 21 September – 6 October 2003. Imo, Akwa Ibom, Cross River, Rivers, Bayelsa, Delta, Edo, Ondo and Kogi States. Fisheries Team. Lagos, Programa especial para la seguridad alimentaria, 19 pp.
- PCU.** 2001. Proposal for Viet Nameese assistance with rice production in Nigeria. PCU Annual Crop Production Figures 2001. Abuja, Nigeria, Project Coordinating Unit, Federal Ministry of Agriculture and Rural Development.
- Yaro, I.** 2001. Feasibility of adopting integrated rice-cum-fish culture system to enhance the development of conventional aquaculture participation in Niger State. En A.A. Eyo & E.A. Ajao, eds. *Proceedings of the Fisheries Society of Nigeria (FISON)*, pp. 31–36.
- Yaro, I. & Lamai, S.L.** 2000. Determination of optimum stocking density of the fingerlings of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in rice-cum-fish culture in Niger State, Nigeria. *Journal of Nigerian Association of Teachers of Technology* 3(2): 528–536.

## Apéndice 1

### Resumen del Proyecto de Acuicultura y Pesca Continental, Nigeria, 2003 (AIFP, 2003)

<p><b>Introducción</b></p> <p>El proyecto está diseñado para aumentar la producción de los recursos de agua dulce en el interior del país. Proporcionará asistencia técnica a los piscicultores y campesinos que viven alrededor de los embalses y presas con el fin de suministrarles tecnologías para aumentar la producción pesquera y mejorar la seguridad alimentaria. El proyecto comenzará cuantificando y cualificando los recursos nacionales de aguas superficiales, mientras pone en marcha un programa inmediato para sembrar los embalses infrautilizados y formar a las comunidades vecinas en técnicas mejoradas de gestión. El proyecto también establecerá un entorno favorable para el desarrollo de los servicios de apoyo a la pesca (es decir, proveedores de material de siembra y alimento para los peces) y concederá créditos para sus beneficiarios. Al finalizar el proyecto, una muestra de 43 presas y embalses estarán mejor administradas, dando lugar a un aumento de la producción de un 50 por ciento como mínimo. También existirá un núcleo de 50 piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala cuya producción será diez veces mayor que la actual producción acuícola media a nivel nacional. El proyecto también ayudará con la creación de capacidad en el Departamento Federal de Pesca y sus instituciones hermanas, mediante formación práctica y formal.</p>
<p><b>Beneficios</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Más oportunidades de trabajo en las zonas rurales</li><li>2. Seguridad alimentaria y mitigación de la pobreza</li><li>3. Reducción de la deriva rural-urbana</li><li>4. Mejor uso del agua y otros recursos naturales de Nigeria</li><li>5. Divulgación de la acuicultura y la pesca basada en el cultivo como medios para mejorar la producción pesquera nacional</li><li>6. Mayor disponibilidad de pescado, especialmente en aquellas zonas que no tienen acceso al suministro actual</li><li>7. Creación de capacidad a nivel federal, estatal y local</li></ol>
<p><b>Objetivo de Desarrollo</b></p> <p>Mejorar la producción pesquera de agua dulce y la seguridad alimentaria mediante un aumento de la producción acuícola, incluyendo mayores cosechas de las piscifactorías y la pesca basada en el cultivo.</p>
<p><b>Objetivos Inmediatos</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cuantificar y evaluar las piscifactorías, criaderos de peces y otros recursos acuáticos con potencial de producción pesquera y desarrollar un sistema de control</li><li>2. Optimizar la producción de las presas, embalses y lagos del país mediante la adopción de técnicas mejoradas de pesca basada en el cultivo</li><li>3. Establecer un núcleo de piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala con todos los servicios de apoyo necesarios del sector privado, incluyendo criaderos y molinos de pienso</li></ol>
<p><b>Resultados</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Inventario completo de los recursos acuáticos a nivel nacional indicando las zonas cuyo desarrollo tiene prioridad alta</li><li>2. Base de datos interactiva con la información compilada para el inventario</li><li>3. Siembra de seis presas piloto y formación de las comunidades en gestión post-siembra</li><li>4. Descripción detallada de las presas, embalses y lagos del país, incluyendo su situación actual y su potencial</li><li>5. Metodologías para mejorar la gestión y producción de estos recursos</li><li>6. Un total de 37 presas o embalses han mejorado sus cosechas mediante la adopción de los métodos de gestión recomendados</li><li>7. Metodologías para la piscicultura comercial de pequeña y mediana escala económicamente viable</li><li>8. Servicios de apoyo del sector privado funcionales, incluyendo piscifactorías y molinos de pienso</li><li>9. Créditos disponibles para pequeños y medianos piscicultores y servicios de apoyo</li><li>10. Un núcleo autosuficiente de 50 piscifactorías comerciales de pequeña y mediana escala que apoyan activamente al NAFFA, FISON y otros grupos similares de apoyo a los productores</li></ol>
<p><b>Beneficiarios directos:</b> 93 sitios y 1 350 familias</p> <p><b>Beneficiarios indirectos:</b> 1 770 comunidades y 53 100 familias</p> <p><b>Duración del proyecto:</b> 4,25 años</p> <p><b>Presupuesto del proyecto:</b> 6 989 615 dólares EE.UU.</p>

## Apéndice 2

### Estrategia de Examen de la Acuicultura Regional en África 1999 (FAO, 1999)

#### Inmediatamente

- Iniciar la reducción del número de centros gubernamentales
- Centrar los esfuerzos en las zonas seleccionadas
- Promover las asociaciones de agricultores
- Fomentar la comunicación entre agricultores
- Centrarse en un número limitado de organismos de cultivo
- Centrarse en los insumos disponibles a nivel local y en la tecnología existente
- Mejorar la coordinación nacional
- Desarrollar programas de investigación basados en la demanda mediante mejores enlaces con el desarrollo
- Aumentar la participación de las universidades
- Establecer intercambios informales
- Recurrir con mayor frecuencia a las asociaciones de agricultores para compilar estadísticas

#### En 1 año

- Evaluar la capacidad y necesidades de formación nacionales a todos los niveles
- Incorporar aspectos sociales, culturales y económicos en los programas de investigación
- Crear una red nacional de información
- Iniciar un programa nacional de investigación sobre la gestión de los reproductores
- Organizar un estudio regional de viabilidad sobre los créditos para grandes empresas
- Organizar la reunión anual del Grupo Africano de Acuicultura y la FAO

#### En 2 años

- Establecer una política de desarrollo de la acuicultura, incluyendo la privatización de los alevines
- Enfoque extensivo y participativo centrado en la producción
- Crear un Comité Nacional Asesor sobre Acuicultura
- Seleccionar y conservar piscifactorías para la investigación y formación (financiación gubernamental)
- Crear un programa nacional de gestión de los reproductores
- Iniciar un programa nacional de investigación de los reproductores
- Desarrollar indicadores socioeconómicos de impacto
- Fomentar la participación del sector privado y la mejor gestión a través del arrendamiento a largo plazo
- Organizar cursos regionales de formación especializados para empresarios comerciales
- Privatizar el suministro de semillas para las medianas y grandes empresas
- Iniciar programas nacionales y regionales de investigación sobre la calidad del pienso compuesto, involucrando al gobierno y al sector privado

#### En 3 años

- Evaluar las necesidades y capacidades regionales de formación (centros de excelencia)
- Crear una red regional de información
- Revisar y mejorar la compilación de estadísticas

#### En 5 años

- Elaborar un Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura
- Reducir el número actual de piscifactorías gubernamentales en al menos un 50 por ciento
- Revisar la estructura de la extensión agraria
- Mejorar la comprensión/conocimiento de los sistemas tradicionales y su potencial de mejora
- Desarrollar la formación práctica nacional/interregional de los campesinos, agentes de extensión, administradores y responsables de la toma de decisiones
- Establecer redes regionales de investigación especializada (centros de excelencia)
- Crear una base de datos nacional

## ASOCIACIONES ACUÍCOLAS – DESARROLLO RURAL EN EL ÁFRICA TROPICAL HÚMEDA

Barbara Bentz  
 Proyecto Piscícola en Guinea Forestal  
 AFVP, BP 570, Conakry, Guinea

**Bentz, B.** 2010. Asociaciones acuícolas – Desarrollo rural en África tropical húmeda. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 129–132.

### Resumen

El Proyecto Piscícola Centro Oeste (en francés *Projet piscicole Centre Ouest*, o por sus siglas, PPCO) se desarrolló entre 1992 y 1995 y se implementó en 20 aldeas de Côte d'Ivoire en 1996. En 2001, una red de más de 420 piscicultores produjo 170 toneladas de peces anuales, en una superficie de 160 ha de agua. En el proyecto colaboraron dos ONGs, APDRA-CI y APDRA-F, ambas por sus siglas en francés (*Association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire* y Francia). El proyecto se basó en una tecnología extensiva con rendimientos de peces de entre 0,5 y 2 toneladas/ha/año, combinada con la extensión y formación en las escuelas de campo para agricultores y la investigación y control participativos. El PPCO se amplió a otras zonas de Côte d'Ivoire y se iniciaron otros proyectos acuícolas en las regiones boscosas de Guinea y Camerún. El enfoque de desarrollo de la acuicultura brinda oportunidades para la integración con actividades agrícolas y produce sinergias en cuanto a la utilización del agua y la mano de obra.

### Introducción: breve historia de la creación de la APDRA

A comienzo de la década de 1990, el consumo diario familiar de proteína animal en África subsahariana continuaba disminuyendo, consistiendo fundamentalmente en peces marinos, caros y sobreexplotados. Ante esta situación, los campesinos parecían estar muy motivados por los programas acuícolas que les permitían reducir uno de sus principales costes alimentarios y diversificar sus actividades. En Côte d'Ivoire –al igual que en otros muchos países–, el desarrollo de la acuicultura entre los agricultores en zonas rurales se veía limitado por el escaso rendimiento de los modelos técnicos. En 1992, se lanzó el Proyecto Piscícola Centro Oeste (en francés *Projet piscicole Centre Ouest*, o PPCO), con financiación de la Cooperación Francesa y de la ONG Comité Católico contra el Hambre y para el Desarrollo (o CCFD, siglas en francés del *Comité Catholique contre la Faim et pour le Développement*). Sus objetivos eran los siguientes:

- el desarrollo de la piscicultura periurbana;
- el desarrollo de un modelo piscícola adecuado para las zonas rurales.

El proyecto se desarrolló entre 1992 y 1995 y se puso en marcha en cerca de 20 aldeas de Côte d'Ivoire en 1996. En 2001, una red de más de 420 piscicultores produjo 170 toneladas de peces al año en 160 ha de estanques. Durante la implementación del PPCO, se crearon dos organizaciones no gubernamentales (ONGs) para ayudar al desarrollo de la piscicultura rural:

- APDRA-CI (Asociación para la piscicultura y el desarrollo rural en África tropical húmeda-Côte d'Ivoire, o en francés *Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire*), una ONG de Côte d'Ivoire compuesta por piscicultores y creada en 1994 para extender y adaptar los resultados del PPCO a todo el país.
- APDRA-F (Asociación para la piscicultura y el desarrollo rural en África tropical húmeda-Francia, o en francés *Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – France*), una asociación internacional creada en 1996 para desarrollar y extender las experiencias del PPCO a través del África tropical húmeda. APDRA-F está compuesta por expertos en piscicultura cualificados a nivel técnico, ingenieros agrónomos y especialistas en desarrollo agrícola. Trabaja conjuntamente

con la Asociación Francesa de Voluntarios del Progreso (en francés *Association française des volontaires du progrès*, o, por sus siglas, AFVP).

## **El «modelo piscícola de desarrollo rural»**

### **Modelo técnico**

Para abordar los problemas de insumos y suministro (escasez de alevines, alimentos para peces, etc.) que a menudo limitan la piscicultura intensiva, la APDRA basó su programa en granjas ubicadas en fondos de valles o en zonas de terrenos bajos (bas-fonds) que están inundados estacionalmente. Desarrollaron un modelo extensivo y rentable, con una producción pesquera que satisfacía las necesidades de los consumidores. Fomentaron estanques de represa drenables en su totalidad y apoyados por estanques de servicio. Con una superficie media de 0,3 ha, estos estanques de represa permitieron cosechas de entre 0,5 y más de 2 toneladas/ha/año, en función de la gestión del agua y los fertilizantes.

El sistema de cultivo se basaba en el policultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y *Heterotis niloticus*. Además, había numerosos peces gato silvestres en muchos bas-fonds, principalmente *Clarias anguillaris* y *Heterobranchus isopterus*. En Côte d'Ivoire también se cultivó en ocasiones la carpa china (*Ctenopharyngodon idella*). Las densidades de población se ajustaron dependiendo de la fertilidad de la zona y se añadió un pez carnívoro (generalmente el *Hemichromis fasciatus*) para controlar las poblaciones de tilapia, especie bastante prolífica.

### **Dimensiones sociales del programa**

Todos los piscicultores se beneficiaron de la extensión, formación y consejos específicos para cada sitio. No se subvencionó ni la inversión ni los costes de producción. Sin embargo, a los campesinos se les dio la oportunidad de formarse en la piscicultura. Este enfoque garantizaba la sostenibilidad de la producción, creando un entorno propicio para los intercambios de peces, al facilitar el acceso a servicios especializados, etc. En un radio de 1–2 kilómetros, los piscicultores debían comprometerse a desarrollar de forma exitosa un entorno profesional sostenible a nivel local que les permitiera practicar una piscicultura económicamente viable y superar sus principales limitaciones.

## **Seguimiento y orientación de las acciones**

### **Evaluación**

A los campesinos se les permitió seleccionar técnicas e insumos productivos. Por tanto la evaluación contó con un enfoque basado en los sistemas agrícolas (valoración de las dinámicas agrícolas y comparación socioeconómica de las unidades productivas) y en herramientas antropológicas innovadoras (que tenían en cuenta los intereses de los participantes en la intervención, las redes en las que operan los piscicultores y los procesos de transmisión y adaptación del conocimiento). La evaluación también se basó en las reacciones históricas de los piscicultores con respecto a las acciones propuestas.

### **Investigación para el desarrollo**

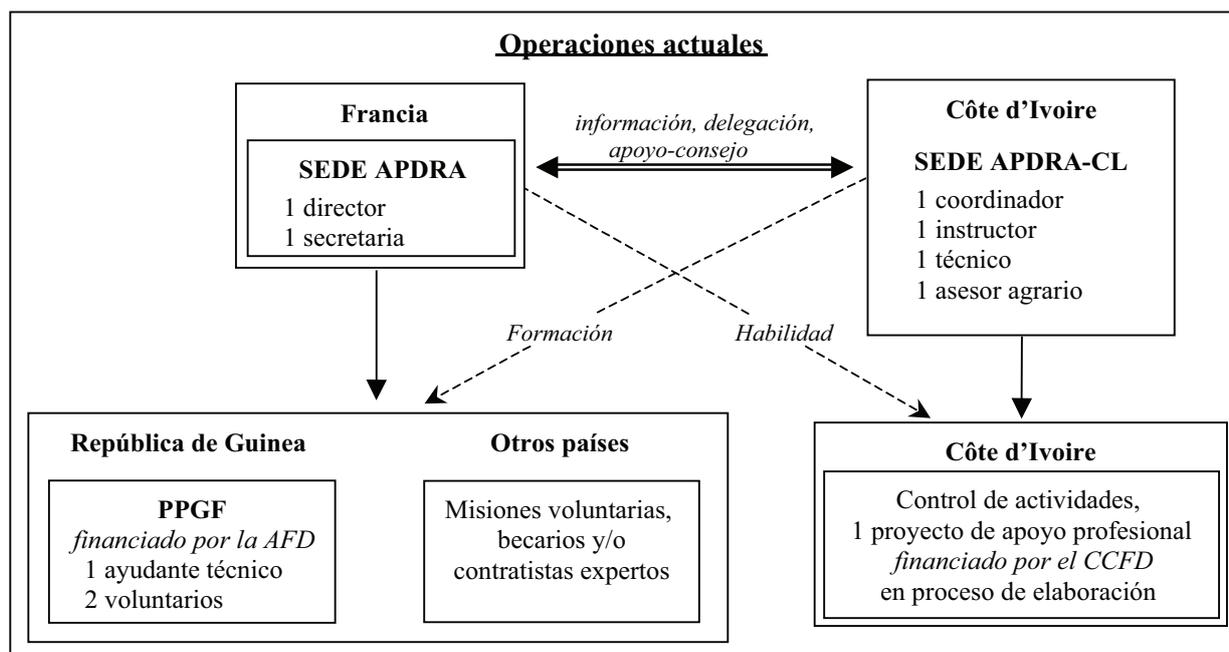
Cuando se identificaba una nueva limitación, todos los medios científicos a disposición del operador o sus socios eran útiles a priori para desarrollar soluciones. La selección de las prácticas identificadas para atenuar estas limitaciones corría a cargo de los piscicultores: participaban en el dimensionamiento de los experimentos y en los ensayos a escala real, antes de escoger las técnicas que tendrían que adoptar los operadores.

## **Principales actividades para el desarrollo rural de la piscicultura**

El punto de referencia para las actividades en el África tropical húmeda continúa siendo la dinámica de desarrollo iniciada en la región centro-occidental de Côte d'Ivoire, que sigue siendo supervisada por la APDRA-CI y apoyada por la APDRA-F, a pesar de que se hayan agotado las principales fuentes de financiación (suspensión del seguimiento del PPCO como consecuencia de la agitación política en Côte d'Ivoire). Con la participación del CCFD y el MAE (Ministerio de Asuntos Exteriores, o *Ministère des Affaires Étrangères*) se está desarrollando un nuevo acuerdo de 3 años para apoyar la organización y la formación profesional.

### **Otras intervenciones en Côte d'Ivoire**

- Ampliación del PPCO al sudoeste de Côte d'Ivoire, ejecutada por la APDRA-CI entre 1996 a 2000, esencialmente con financiación



**Figura 1.** Estructura y funcionamiento de la APDRA

de la Región Centro (Francia) negociada por la APDRA-F.

- Proyecto piloto en la región centro-este, financiado por la compañía de explotación forestal IMPROBOIS de 1999 a 2002. La región centro-este presenta unas condiciones más difíciles (una estación seca más larga y un suelo menos favorable para la construcción de estanques piscícolas), que han requerido la adaptación de las técnicas de gestión y los sistemas de cultivo.

#### **Proyecto piscícola en la región forestal de Guinea**

La APDRA-F, conjuntamente con la AFVP, ha implementado el Proyecto Piscícola en la Región Forestal de Guinea (en francés, *Projet piscicole de Guinée forestière*; o, por sus siglas, PPGF). Desde 1999, en una región que apenas ha tenido ninguna intervención piscícola, el PPGF ha sido capaz de demostrar que el establecimiento de la piscicultura rural utilizando el modelo propuesto era posible y sostenible. Las dinámicas del programa todavía son nuevas, pero su importancia muestra un gran potencial para su desarrollo y una elevada capacidad de innovación de los campesinos para una actividad tan compleja.

#### **Aumentando las zonas objetivo y la cobertura**

- Camerún: se ha contactado a diversos socios y se han alcanzado acuerdos para comenzar a

trabajar en la reproducción de la carpa común (*Cyprinus carpio*).

- Madagascar: en marcha un proceso de «lluvia de ideas» para apoyar una mayor profesionalidad, la transmisión de conocimientos y los procesos de innovación.
- Negociaciones en marcha en Ghana, Burundi, Benin y Angola.

#### **Iniciada la IIA en la red de la APDRA**

Al contrario que otros modelos, el tipo de piscicultura propuesta por la APDRA-F reorienta de forma significativa los sistemas productivos y pone en marcha un proceso de innovación que implica modificaciones importantes en estos sistemas. Los embalses de represa facilitan un incremento de la gestión del agua, que permite a los campesinos transformar sus sistemas productivos actuales en los fondos de valles y desarrollar –por medio de la integración con la producción de peces–, otras actividades como el cultivo de arroz, la horticultura o la ganadería.

Por tanto, en Côte d'Ivoire, el hecho de que numerosos fondos de valle se desequen habitualmente durante la mitad del año, transforma los embalses de represa en dispositivos de almacenamiento de agua, convirtiéndolos en un recurso fundamental para las actividades agrícolas. La reciente disponibilidad de este nuevo factor productivo permite el desarrollo de actividades diversificadas a lo largo de todo el año, que antes eran inimaginables.

En la Región Forestal de Guinea, el calendario de cultivo en los fondos de valle no ha cambiado y continúa dependiendo de la estación de lluvias. Por otro lado, la práctica del cultivo de arroz de regadío en los embalses de represa ahorra mucho tiempo al piscicultor (no hay que desbrozar, no hay que labrar en profundidad, ni quitar las malas hierbas) que puede dedicarse a otras actividades. Por tanto, estas actividades se benefician de la disponibilidad de agua, de la complementariedad espacial y de la proximidad geográfica de los diversos tipos de producción. Mientras que los piscicultores las desarrollan de forma voluntaria, sin incentivos de los operadores, estos tipos de IIA son objeto de un seguimiento estrecho (estudios de rendimiento y producción, estudios técnicos, investigación de nuevas variedades adaptadas a las condiciones de la IIA, etc.) destinado a apoyar el progreso de los piscicultores.

### **APDRA-F: Descripción institucional**

La APDRA-F es una asociación de solidaridad internacional que interviene a los siguientes niveles:

- Definición de políticas sectoriales: esquemas y organigramas, estudios de viabilidad, e identificación y diseño de proyectos.

- Implementación y supervisión de las operaciones: coordinación de proyectos, ayuda y consejo a los operadores y ejecutores del proyecto, apoyo a organizaciones profesionales.
- Formación e información: sesiones de formación para el personal de alto nivel, formación de administradores de organizaciones profesionales y estudiantes, organización de mesas redondas, talleres y apoyo para redes especializadas.
- Investigación para el desarrollo: ensayos en las explotaciones agrícolas y en las estaciones piscícolas, desarrollo de protocolos de investigación, gestión del interfaz entre investigadores y productores, estudios transversales.

Existen acuerdos de colaboración con la AFVP, el CCFD y otras organizaciones francesas o europeas (Agencia del Agua, MAE, FLAC de Lorraine, escuelas, etc.). Los principales socios financieros son la AFD, el CCFD, el MAE, la Agencia del Agua, regiones de Francia (Ile de France, Lorraine, Région Centre), algunas compañías privadas, etc. El presupuesto de 2003 fue de aproximadamente 350 000 euros.

## ACUICULTURA INTEGRADA EN ESTANQUES EN LOS HUMEDALES DEL LAGO VICTORIA

Anne A. van Dam, Rose C. Kaggwa, Julius Kipkemboi  
 Departamento de Recursos Ambientales  
 UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua  
 Delft, Países Bajos

**Van Dam, A.A., Kaggwa, R.C. & Kipkemboi, J.** 2010. Acuicultura integrada en estanques en los humedales del lago Victoria. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 133–138.

### Resumen

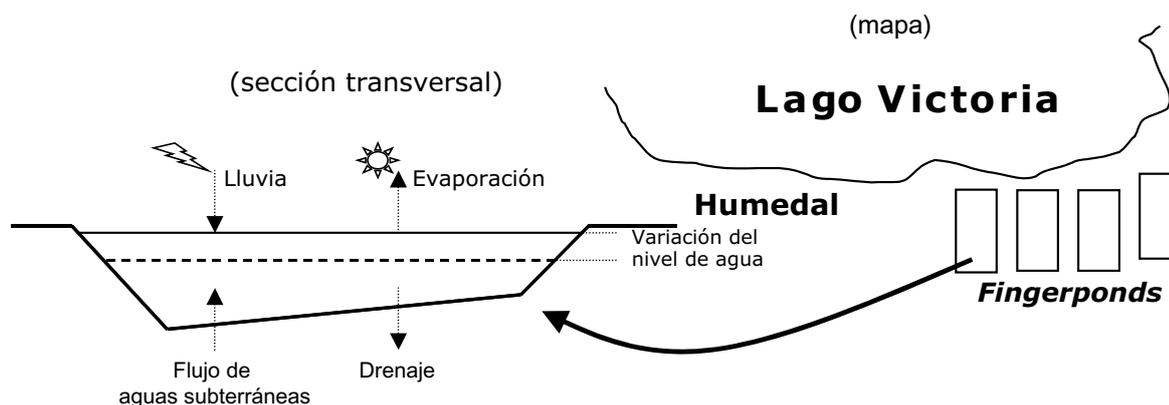
Los humedales son importantes para los medios de subsistencia de millones de personas. Proporcionan alimentos e ingresos, soportan la biodiversidad y suponen una transición hidrológica y ecológica entre las tierras altas y las masas de agua. El crecimiento demográfico y la degradación asociada del ambiente ejercen una presión cada vez mayor sobre los humedales. Un ejemplo es la región del Lago Victoria, en África oriental, en donde el aumento de la población, la introducción de especies exóticas de peces, la sobrepesca y la eutrofización han llevado a una degradación de los recursos de los humedales. Para las comunidades ribereñas, ello supone una amenaza para sus medios de vida, ya que dependen de los humedales para los alimentos e ingresos de la pesca, la agricultura estacional y la recolección de productos del humedal. Existe la necesidad de una producción integrada de alimentos y de tecnologías del procesado de residuos que permitan a las comunidades asegurar sus medios de subsistencia sin poner en peligro la integridad de los recursos naturales. Una de estas tecnologías es la integración de los humedales y la acuicultura en estanques, o *fingerponds*. Los estanques se excavan desde el extremo en tierra firme del humedal hacia la zona pantanosa (de ahí su nombre en inglés de *fingerponds*). La tierra excavada se amontona entre los estanques para formar lechos elevados para cultivos agrícolas. Los estanques se pueblan de peces durante las inundaciones, que ocurren de forma natural en la estación de lluvias. Cuando las aguas se retiran, se cultivan los peces atrapados, utilizando estiércol y residuos domésticos y de la cosecha para fertilizar los estanques y alimentar a los peces. El UNESCO-IHE y sus socios en Tanzania, Uganda, Kenya, la República Checa y el Reino Unido están involucrados actualmente en un proyecto financiado por la UE para investigar la viabilidad de esta tecnología. La investigación se centra en sus impactos socioeconómicos y ambientales, además de los aspectos técnicos. También es necesario evaluar las opciones para integrar los *fingerponds* con otras tecnologías de los humedales, como el uso de los humedales naturales o artificiales para el tratamiento de las aguas residuales. Los resultados iniciales de la investigación en Kenya y Uganda señalan que las inundaciones pueden rendir peces suficientes para poblar los estanques y que el uso de estiércol puede incrementar su productividad.

### Introducción

Los humedales son importantes para los medios de subsistencia de millones de personas. Proporcionan alimentos e ingresos, soportan la biodiversidad y suponen una transición hidrológica y ecológica entre las tierras altas y las masas de agua. La definición ofrecida por la Convención de Ramsar señala que los humedales son «las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros». Además, se señala

que los humedales «podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal». Aquí se incluyen tipos de hábitat como lagos y ríos, lagunas costeras, manglares, turberas y arrecifes de coral, así como humedales artificiales como estanques piscícolas y de camarones, tierras agrícolas de riego (incluyendo arrozales), salinas, embalses, canteras de grava, plantas de tratamiento de aguas residuales y canales. (Información sobre Ramsar en [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)).

El crecimiento de la población y la degradación ambiental asociada ejercen una presión cada vez mayor en los humedales. Un ejemplo es el de la



**Figura 1.** Estructura de un estanque *fingerpond*

cuenca del Lago Victoria en África oriental, en donde viven aproximadamente 30 millones de personas y en donde el incremento demográfico, la introducción de especies exóticas de peces, la sobrepesca y el aumento de las descargas de desechos (que conducen a la eutrofización) han provocado el deterioro de los recursos de los humedales. Para las comunidades ribereñas, esto significa una amenaza a sus medios de subsistencia, ya que dependen del humedal para obtener alimentos e ingresos de la pesca, junto a la agricultura y las cosechas estacionales. Existe también necesidad de tecnología para la producción alimentaria y el tratamiento integrado de residuos, que permita a las comunidades asegurar sus medios de vida sin poner en peligro la integridad de los recursos naturales (Salafsky y Wollenberg, 2000).

Este trabajo pone de relieve una tecnología que puede contribuir a la gestión sostenible de los humedales. Esta tecnología es la acuicultura integrada en estanques en los humedales o *fingerponds*. Se explica el concepto de *fingerponds*, y se describen los actuales esfuerzos de investigación realizados por el UNESCO-IHE y sus socios, junto a algunos resultados preliminares del primer año de investigación (principalmente 2002). También se discute el potencial para ulteriores cuestiones de desarrollo y prioridad en la investigación.

### Concepto de *fingerpond*

Los *fingerponds* son estanques se excavan desde el extremo en tierra firme del humedal y que se extienden como dedos hacia la zona pantanosa (de ahí su nombre en inglés de «*fingerponds*») (ver Figura 1). La tierra excavada puede amontonarse entre los estanques para formar lechos elevados para cultivos agrícolas.

Los estanques se pueblan de peces durante las inundaciones que ocurren de forma natural en la estación de lluvias. Cuando las aguas se retiran, se cultivan los peces atrapados, utilizando estiércol y residuos domésticos y de la cosecha para fertilizar los estanques y alimentar a los peces. El nivel del agua en los estanques se mantiene durante la estación seca mediante infiltración desde el humedal adyacente. El concepto de los *fingerponds* en el Lago Victoria fue descrito por Denny (1989; 1991) y Bugenyi (1991). Se ha desarrollado a partir de la agricultura de decrecida y las prácticas de pesca existentes en muchas zonas de inundaciones estacionales, como el Sudd y el Lago Chad. También es similar a muchos otros sistemas de acuicultura estacional en otras partes del mundo, por ej. los sistemas tradicionales de acuicultura costera como el tambak para la producción de chanos en Indonesia y los estanques dambo en el sur de Malawi.

Las principales características de los *fingerponds* son: (1) suministro de agua por inundación natural; (2) auto-repoblación por medio de los peces que traen las inundaciones; (3) policultivo; (4) integración con la producción agrícola en los lechos y con los desechos y/o estiércol de los hogares y del ganado. El suministro de agua natural y la repoblación natural de peces combinados con el uso de desechos significa que los costes de operación de estos sistemas se mantienen bajos. La parte negativa es que el control sobre la operación es limitado. Los sitios permanecen inundados más de lo que se esperaba, pueden inundarse de forma inesperada durante la estación de cultivo, o secarse antes de lo previsto, acortando el período de cultivo. A día de hoy se desconoce la gestión de estos sistemas y su economía, de ello la necesidad del proyecto de investigación que se explica en este trabajo.

**Cuadro 1.** Socios y grupos de tareas en el proyecto sobre *fingerponds* EU-INCO-DEV ("La dinámica y evaluación de los *fingerponds* en los humedales de agua dulce de África oriental»)

Socio	Nombre del grupo de tareas	Jefe científico/ persona de contacto
UNESCO-IHE Instituto para la Educación relativa al Agua, Departamento de Recursos Ambientales, Delft, Países Bajos	Dinámica y modelo ecológico de los humedales	Dr. Anne van Dam, Prof. Patrick Denny
King's College, División de Ciencias de la Vida Londres, Reino Unido	Biología de los peces, producción secundaria y redes tróficas	Dr. Roland Bailey
ENKI o.p.s., Trebon, República Checa	Gestión de estanques piscícolas	Dr. Jan Pokorny
Universidad de Makerere, Instituto del Ambiente y Recursos Naturales, Kampala, Uganda	Dinámica de nutrientes y producción de fitoplancton	Dr. Frank Kansiime
Universidad de Dar es Salaam, Departamento de Zoología y Biología Marina, Dar es Salaam, Tanzania	Tecnología de la acuicultura	Prof. Yunus Mgaya
Universidad de Egerton, Departamento de Zoología, Njoro, Kenya	Socioeconomía y cogestión	Prof. Jude Mathooko

### La colaboración en la investigación y la formación en la acuicultura en los humedales

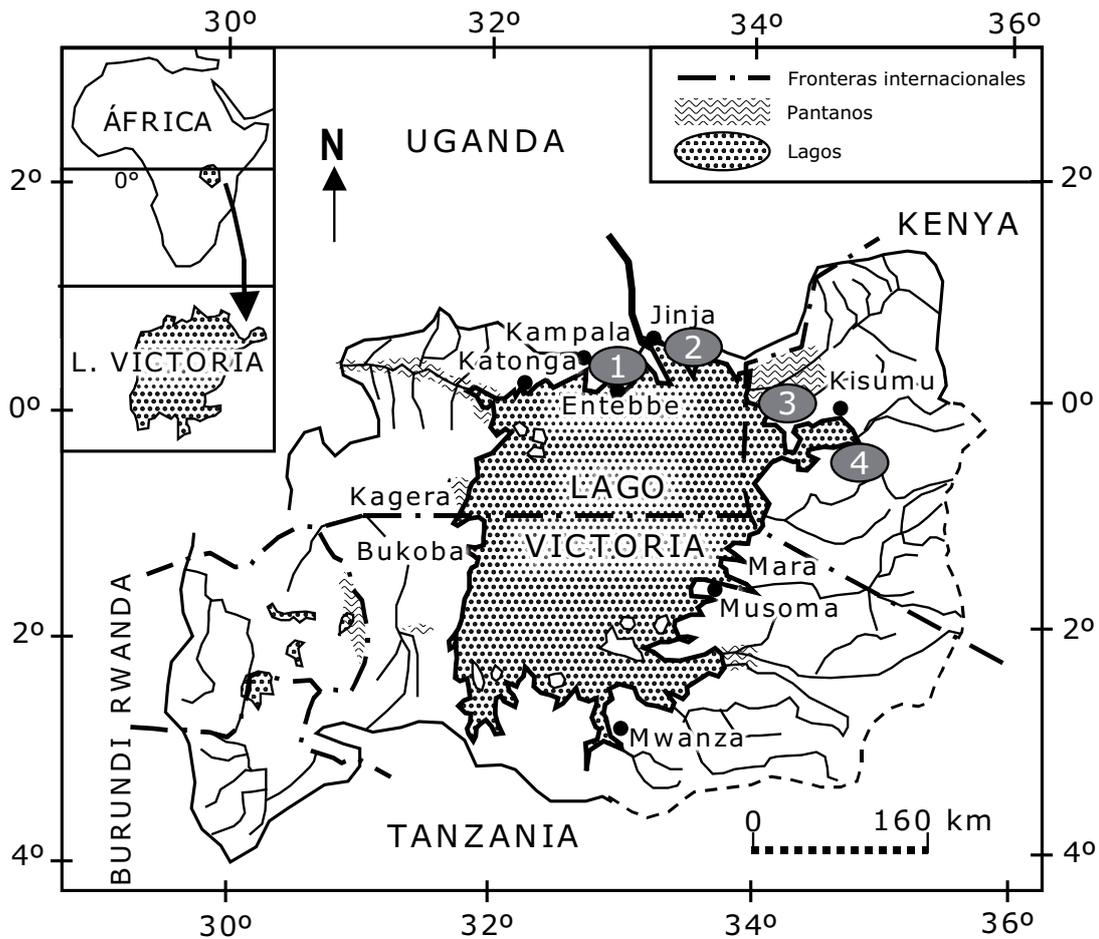
En 2001 se inició un proyecto de investigación titulado «La dinámica y evaluación de los *fingerponds* en los humedales de agua dulce de África oriental», con financiación del programa INCO-DIEV de la Unión Europea (el programa que promueve la cooperación científica entre los miembros de la UE y los países en desarrollo). El proyecto incluía la colaboración de tres socios africanos (Uganda, Kenya y Tanzania) y tres europeos (Reino Unido, la República Checa y Países Bajos) (ver Cuadro 2 para los detalles de los socios). Los objetivos del proyecto son (1) establecer criterios para un rendimiento óptimo de peces; (2) evaluar los beneficios socioeconómicos y las ventajas y desventajas entre los *fingerponds* y otras actividades; (3) desarrollar directrices prácticas para la producción piscícola.

La investigación se realiza en seis emplazamientos en el terreno, dos en cada uno de los países socios africanos, en donde la comunidad local participa en el proyecto. Durante su primer año se construyeron en cada sitio cuatro estanques, con unas medidas de 8x24 m y con una profundidad de 2 m en el lado junto a tierra firme y cerca de 1m hacia el lago. Las comunidades locales se involucraron mucho en la elección de los sitios y la construcción de los estanques. En todos los sitios se acordaron protocolos estándar para el control ecológico e hidrológico y la recolección de datos, al tiempo que se instalaron los equipos (por ej. piezómetros, cubetas de evaporación). Aquí se informa de algunos resultados preliminares de los sitios en Kenya y Uganda (ver Figura 2).

En Kenya, los sitios de estudio se encuentran en Kusa (provincial de Nyanza, distrito de Nyando) en la desembocadura del río Nyando y en Nyangera (provincia de Nyanza, distrito

de Bondo) en el delta del río Yala, ambos a las orillas del Lago Victoria. Se realizó una encuesta entre la población local en ambos lugares para documentar el uso de los humedales y su importancia para los medios de subsistencia de las comunidades. La recolección de papiro, el pastoreo del ganado vacuno y la agricultura estacional eran las principales actividades. El pescado constituye un elemento importante en la dieta de la población, y la pesca también es una destacada actividad a tiempo parcial. El papiro (*Cyperus papyrus*) y la *Phragmites mauritianus* Kunth son macrófitos importantes, utilizados para confeccionar esteras, en la construcción de viviendas y como combustibles. En los humedales también se recolectan gramíneas y ciperáceas (en especial *Digitaria scalarum*; *Cyperus involucreatus*). Los cultivos agrícolas estacionales que existen son caña de azúcar, coco, ñame, arrurruz, banana, arroz y hortalizas (espinacas, berzas, tomates).

Existen normalmente dos períodos de inundaciones en esta área, una inundación más importante que tuvo lugar en mayo de 2002 (Kusa) y entre mayo – julio de 2002 (Nyangera), y una más pequeña al final del año. Estas inundaciones trajeron el agua necesaria para llenar los estanques y los peces requeridos para la repoblación. Cuando la inundación se retiró, se realizó un censo de la población piscícola pasando tres veces una red de cerco por los estanques. En Kusa, se capturaron cerca de 800 peces por estanque (en tres estanques) y 56 peces en el cuarto estanque, con una media de tres unidades por metro cuadrado (Kipkemboi, 2003). Después del censo se redistribuyeron los peces para lograr una densidad de repoblación uniforme en cada estanque. Entre las especies que se encontraron figuran *Oreochromis niloticus*, *O. variabilis*, *O. leucostictus*, *Clarias gariepinus*, *Aplocheilichthys* sp., *Ctenopoma murei*, y *Proopterus aethiopicus*. La mayoría



**Figura 2.** Localización de los sitios de *fingerponds* en Uganda (1=Gaba, 2=Walukuba) et au Kenya (3=Nyangera, 4=Kusa).

de los peces (85–90%) eran *Oreochromis* juveniles (< 5 cm). Otros estudios en los sitios de Kenya se concentran en la gestión de los estanques (enriquecimiento de los nutrientes usando estiércol de vaca), la economía de los *fingerponds* y su papel en el sistema de medios de subsistencia de las comunidades y el impacto ambiental de los estanques en el ecosistema de los humedales.

En Uganda, los sitios de estudio se encuentran en el humedal de Gaba, 13 km al sudeste de Kampala, en la bahía interior de Murchison y el humedal de Walukuba en Jinja, cerca del golfo Napoleón en el Lago Victoria. La vegetación natural de estos humedales está dominada por las *Phragmites mauritanus*, *Cladium mariscus*, *Cyperus papyrus*, *Echinochloa pyramidalis* y *Typha domingensis* (Kaggwa *et al.*, 2001). Los cultivos agrícolas que crecen en los humedales incluyen ñame, alubias, maíz, batata, mandioca, calabazas azúcar de caña y arroz. En ambos lugares, las inundaciones ocurren tan solo una vez al año, durante las lluvias torrenciales del período marzo-mayo. El análisis del suelo de los

estanques antes de la inundación indicó que los de Gaba contaban con arena (36–41%), limo (14–24%) y arcilla (37–47%); en Walukuba, esta dinámica fue de 28–31%, 40–45% y 28–31%, respectivamente. Los suelos de los estanques fueron alcalinos, (pH 7,6–9,1) y contenían material orgánico en los 5 cm de la capa superior. 0,28–0,63% en Gaba y 0,65–1,1% en Walukuba (Kaggwa *et al.*, 2005).

Los estanques en Walukuba se encontraban aún en construcción en el primer año del proyecto. En Gaba, tres estanques resultaron inundados y se repoblaron con peces de forma natural. Después de diez meses de crecimiento, se cosecharon un total de 1 380, 364 y 620 peces en los estanques 2, 3 y 4 (el estanque 1 no se inundó). En todos los estanques, la tilapia (*Oreochromis niloticus*, *O. leucostictus* y *O. variabilis*) representó el 93% o más de los ejemplares. Otra especie encontradas fueron *Haplochromis* spp., *Aplocheilichthys pumulis* y *Propopterus* sp. El peso total de los peces de los tres estanques fue de 16,3 kg, equivalente a 282 kg/ha. Esto se consiguió sin el aporte de

estiércol o alimentos. Otra investigación realizada en los sitios en Uganda se concentró en la gestión de los estanques, en especial el enriquecimiento de nutrientes utilizando una fábrica de estiércol de pollo y plantas de materiales locales (papiros, carrizo, bambú y rafia) así como un sustrato de perifiton.

La gente en las comunidades ha expresado sus dudas sobre el tamaño de los peces en los estanques. Parece que esperaban peces grandes, como los que ven desembarcar para el mercado de exportación desde el Lago Victoria. Cuando se informan de que es muy difícil producir peces de ese tamaño en los *fingerponds*, expresan su decepción. Por otro lado, mucha gente tiene que acostumbrarse a comer peces más pequeños pescados de forma ocasional en los humedales. Para obtener una cosecha de más envergadura en estos estanques, la investigación tecnológica debería concentrarse en dos aspectos principales: (1) las estrategias de fertilización del estanque, utilizando los recursos disponibles a nivel local para incrementar la productividad del estanque y (2) estrategias de la recolección de peces, que optimicen la densidad y el crecimiento de los peces. En relación a este último punto, los resultados iniciales de la repoblación natural muestran que las diferencias en abundancia de peces tras la decrecida entre estanques vecinos pueden ser sustanciales. Se hace necesaria entonces una redistribución de los peces. Las densidades iniciales pueden ser muy altas. Puede hacerse necesario eliminar el exceso de peces de los estanques. No está claro si existe un mercado para estos peces (en general pequeños), o si la implementación de *fingerponds* a gran escala constituye una amenaza para el repoblamiento de los peces en el lago.

### **Opciones para un ulterior desarrollo y necesidades de investigación**

En este punto, es todavía prematuro extraer conclusiones firmes sobre la viabilidad técnica y económica de los *fingerponds*<sup>1</sup>. Los resultados iniciales muestran que es posible inundar estanques de forma natural y conseguir el auto-poblamiento con peces. Se establecerán rendimientos de referencia de los peces basados en el repoblamiento natural de los estanques sin aportaciones adicionales, mientras que no

<sup>1</sup> Entre la presentación de este trabajo y la publicación de este volumen, se han publicado informes adicionales sobre el proyecto de los *fingerponds* (por ej., Bailey *et al.*, 2005; Kaggwa *et al.*, 2005; Pokorný *et al.*, 2005).

parecen existir grandes limitaciones para el cultivo de peces procedentes de la calidad de las tierras o del agua. Existe un amplio abanico de materiales orgánicos disponibles para fertilizar los estanques, que va desde diferentes tipos de estiércol a gramíneas de los humedales y desechos de los cultivos. Técnicamente, las posibilidades de gestión varían desde extensiva a semi-intensiva. Existe una demanda de pescado por parte de la población, ya que la mayor parte de la producción pesquera de captura del Lago Victoria se destina a la exportación o la fabricación de harina de pescado (Okeyo-Owuor, 1999).

Un punto que necesita ser investigado más a fondo es el contexto para el desarrollo de la acuicultura en la cuenca del Lago Victoria. Además de la pesca, las comunidades en la zona se dedican principalmente a la recolección y procesamiento de productos naturales de los humedales, como el papiro. La agricultura es practicada de forma estacional, desbrozando una parte del humedal y cultivando con la humedad residual, sin el aporte de muchos fertilizantes. En Kusa el desbroce de las tierras se lleva a cabo de forma comunal, pero la posterior gestión de las parcelas se hace en forma individual (J. Kipkemboi, comunicación personal, 2003). No está clara la forma en que los estanques piscícolas encajan en el sistema (por ej. en lo referido a la propiedad). La inversión inicial para la construcción del estanque es considerable, y no está tampoco claro cuánto mantenimiento necesitan los estanques tras un año de sufrir inundaciones y haberse desecado. La adopción de este sistema dependerá probablemente en gran medida en la disyuntiva entre los beneficios de los *fingerponds* y de otras actividades en los humedales o fuera de las fincas. Esta cuestión será abordada en nuestra investigación a través del modelo bio-económico del sistema agrícola de los humedales.

Los socios en el proyecto *fingerpond* están considerando continuar con la colaboración en este área después de que el presente proyecto finalice en 2005. Existen ideas sobre la integración de diversas tecnologías de uso prudente de los humedales, implementar ensayos de campo participativos con las comunidades en la cuenca del Lago Victoria e investigar los enlaces entre desarrollo de la tecnología, adopción y las políticas y toma de decisiones sobre la gestión de los humedales. Se detallan ejemplos de estas otras tecnologías, como las referidas al tratamiento de aguas residuales en los humedales naturales (Kansiime and Nalubega, 1999; Okurut, 2000) y las técnicas de saneamiento seco.

## Agradecimientos

El proyecto sobre los *fingerponds* aquí descrito ha sido financiado por el programa EU INCO-DEV, contrato no. ICA4-CT-2001-10037. Los proyectos de doctorado de Julius Kipkemboi y Rose Kaggwa están apoyados parcialmente por donaciones del Programa de Becas de los Países Bajos. Agradecemos a Patrick Denny sus comentarios y sugerencias. El proyecto sobre los *fingerponds* colabora con varios otros proyectos, organizaciones e instituciones en la región del Lago Victoria. Queremos mencionar aquí el apoyo de la Corporación Nacional de Aguas y Alcantarillado, Uganda (National Water and Sewerage Corporation) y del proyecto RELMA-SIDA, Kenya.

## Referencias

- Bailey, R., Kaggwa, R., Kipkemboi, J. & Lamtane, H.** 2005. *Fingerponds: an agrofish polyculture experiment in East Africa*. *Aquaculture News* 32, 9–10. Stirling, Institute of Aquaculture.
- Bugenyi, F.W.B.** 1991. Ecotones in a changing environment: management of adjacent wetlands for fisheries production in the tropics. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24, 2547–2551.
- Denny, pp.** 1989. Wetlands. Dans: Strategic resources planning in Uganda. UNEP Report IX. Nairobi, UNEP, 103 pp.
- Denny, pp.** 1991. African wetlands. En M. Finlayson and M. Moser, eds. *Wetlands*. Oxford, Facts on File Publishers, pp. 115–148.
- Kaggwa, R.C., Kansiime, F., Denny, pp. & van Dam, A.A.** 2005. A preliminary assessment of the aquaculture potential of two wetlands located in the northern shores of Lake Victoria, Uganda. En J. Vymazal, ed. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 350–368. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Kaggwa, R.C., Mulalelo, C.I., Denny, pp. & Okurut, T.** 2001. The impact of alum discharges on a natural tropical wetland in Uganda. *Water Research* 35(3): 795–807.
- Kansiime, F. & Nalubega, M.** 1999. *Wastewater treatment by a natural wetland: the Nakivubo swamp, Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands, 300 pp. (PhD thesis).
- Kipkemboi, J.** 2003. *Fingerponds in East African wetlands; preliminary results on biophysical suitability and agro-piscicultural potential*. Paper presented at the First national Postgraduate Students Conference, 5th-8th August 2003, Kenyatta University, Nairobi.
- Okeo-Owuor, J.B.** 1999. *A review of biodiversity and socio-economics research in relation to fisheries in Lake Victoria*. Nairobi, IUCN Eastern Africa Programme, 77 pp.
- Okurut, T.O.** 2000. *A pilot study on municipal wastewater treatment using a constructed wetland in Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands. 171 pp. (PhD thesis).
- Pokorny, J., Prikryl, J., Faina, R., Kansiime, F., Kaggwa, R.C., Kipkemboi, J., Kitaka, N., Denny, pp., Bailey, R., Lamtane, H. and Mgaya, Y.D.** 2005. Will fish pond management principles from the temperate zone work in tropical fish ponds? En J. Vymazal, ed. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 382–399. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Salafsky, N. and Wollenberg, E.** 2000. Linking livelihoods and conservation: a conceptual framework and scale for assessing the integration of human needs and biodiversity. *World Development* 28(8): 1421–1438.

## ECONOMÍA DE LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y ACUICULTURA

Cécile Brugère  
Departamento de Pesca y Acuicultura  
FAO, Roma, Italia

**Brugère, C.** 2010. Economía de la integración de sistemas de irrigación y acuicultura. En M. Halwart & A.A. van Dam (eds). *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: conceptos, prácticas y potencial*. Roma, FAO. pp. 139-154.

### Resumen

El trabajo destaca la importancia del análisis económico en el desarrollo tecnológico. Se presentan los principios y métodos de la «economía de primeros auxilios» para permitir a los profanos en la materia controlar el rendimiento económico de los sistemas de integración de sistemas de irrigación y acuicultura. Se hace énfasis en la diferencia entre los puntos de vista de los agricultores y de los economistas, explicando la relevancia y los cálculos de los indicadores económicos. También se describen los métodos de recolección y análisis de datos y en el apéndice se presenta un estudio de caso del cultivo combinado de arroz y peces que constituye un ejemplo ilustrativo de evaluación económica aplicada.

### Introducción

El análisis económico es una parte importante de las actividades agrícolas. Permite a los administradores de las explotaciones evaluar el rendimiento y a los directores de proyectos analizar los impactos de los programas de desarrollo o de las intervenciones en la producción alimentaria, la seguridad alimentaria de las familias y la economía. Salvo contadas excepciones, las experiencias pasadas de desarrollo de la acuicultura en África –incluyendo la integración de sistemas de irrigación y acuicultura (IIA)–, no han aprovechado todo su potencial. Aunque las razones para este fracaso pueden ser complejas y atribuibles a una combinación de factores, dar plena importancia a la evaluación del rendimiento económico de la acuicultura con la participación conjunta de campesinos y directores de proyectos, puede garantizar la adopción a largo plazo de la actividad. Dado que la acuicultura es la actividad a integrar en los sistemas ya existentes, medir su rendimiento económico podría ayudar a responder las preguntas relacionadas con sus posibilidades de ser económicamente viable y atractiva como estrategia para mejorar los medios de vida. El trabajo debería considerarse como una «guía económica de primeros auxilios» cuyo objetivo es presentar una visión general de enfoques simples que pueden ser utilizados por los profanos en la materia para abordar estas preguntas. Se

anima a los lectores a consultar las referencias bibliográficas para obtener información más detallada y ejemplos ilustrativos de los métodos presentados. La primera sección describe las principales herramientas e indicadores utilizados en el análisis económico. Una segunda sección especifica los métodos de recolección y análisis de datos, con referencia al ejemplo del cultivo combinado de peces y arroz en Madagascar (detallado en el Apéndice 1). En una tercera sección se resumen las conclusiones.

### Tipos de análisis económicos e indicadores de rendimiento

Aunque habitualmente se utiliza el término «económico», es necesario diferenciar entre análisis financiero y análisis económico. El análisis financiero estudia la rentabilidad de una actividad, basándose en sus características técnicas, costes y beneficios. Este tipo de análisis es el que incumbe directamente al agricultor. Por otro lado, un análisis económico examina los flujos de recursos reales y evalúa la viabilidad e impacto de un programa en la economía local o en la sociedad en general. Es más preciso y compete directamente a los directores de proyectos y a los economistas. Ambos dependen de los datos financieros y su recopilación es objeto de estudio en una sección posterior.

**Cuadro 1.** Indicadores económicos del rendimiento de una explotación agrícola, desde la perspectiva de un agricultor y de un economista

GESTIÓN DE LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA  
(PERSPECTIVA DE LOS AGRICULTORES)

RENDIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA  
(PERSPECTIVA DE LOS ECONOMISTAS)

Concepto	Definición e interpretación
<b>Economía básica</b>	
I. Ingresos brutos (IB)	= Cantidad cosechada x importe recibido (precio de mercado).
II. Costes variables (CV), también llamados costes de explotación	= Suma de los costes de todos los insumos necesarios para la producción. Por ej.: - alevines/semillas - alimentos para peces, fertilizantes para cultivos, etc. - mano de obra asalariada <sup>1</sup> - (coste de oportunidad de los costes variables) <sup>2</sup>
III. Margen bruto (MB), también llamado ingresos por encima de los costes variables o beneficio de explotación.	= Ingresos brutos descontando los costes variables = IB- CV
IV. Costes fijos (CF)	= Suma de gastos independientemente de los niveles de producción. Por ej.: - Depreciación del equipamiento y las infraestructuras (estanques, jaulas, etc.) - Interés del capital prestado (coste de oportunidad del capital) - etc.
VI. Beneficios netos de la tierra, mano de obra y gestión (BNTMG)	= Beneficios netos descontando los costes fijos y variables: IB - (CF + CV)
Datos adicionales necesarios:	- coste de oportunidad de la tierra = $X_1$ - coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada = $X_2$ - coste de oportunidad de la gestión no asalariada = $X_3$ - tipos de interés - costes de oportunidad de los costes variables <sup>2</sup> (si no están ya incluidos en los costes variables).
Vii. Costes totales	= Suma de todos los costes y los costes de oportunidad = CF + CV + $X_1$ + $X_2$ + $X_3$
Viii1. Beneficios netos de la tierra y la gestión (BNTG)	= BNTMG - $X_2$
Viii2. Beneficios netos de la gestión (BNG)	= BNTG - $X_1$
Viii3. Beneficios netos (BN)	= BNTG - $X_3$ o = BNTMG - ( $X_1$ + $X_2$ + $X_3$ )
VI. Ratio beneficio ordinario/coste (B/C) <sup>4</sup>	Ratio que da la proporción relativa de los beneficios en relación a los costes. = BN/(CV+CF) [incluyendo los costes de oportunidad] o = BNTMG/(CV+CF) [sin incluir los costes de oportunidad] A mayor ratio, mayor rentabilidad.
VII. Période d'amortissement <sup>3</sup>	Tiempo (en años o ciclos de producción) que tarda una actividad o un proyecto en recuperar su coste inicial, calculado como el ratio entre el coste inicial de inversión y los flujos anuales de fondos, antes de la depreciación. Es igual a: $\frac{\sum_0^N MB}{CF}$ , siendo N el número de periodos (o años)
<b>Economía avanzada</b>	
VIII. Valor presente neto (VPN)	Refleja el hecho de que una inversión tiene un valor mayor en el presente que en el futuro debido al riesgo y la incertidumbre sobre las futuras ganancias. Su fórmula de cálculo es: $V_0 = \frac{V_N}{(1+r)^N}$ en donde $V_0$ = valor presente, $V_N$ = valor futuro, $r$ = tipo de interés (tipo de descuento), $N$ = número de periodos o años de operación. Si $V_0 > 0$ , la inversión será rentable. Si $V_0 < 0$ , la inversión no será rentable. Si $V_0 = 0$ , la inversión no generará ningún beneficio (situación de equilibrio).
IX. Tasa de rentabilidad interna (TRI)	El tipo de interés (o tipo de descuento), $r$ , para el cual el VPN es igual a cero. Representa la rentabilidad media del dinero invertido en un proyecto durante toda su vida. Se obtiene resolviendo, mediante tanteo, la siguiente ecuación: $\sum \frac{A_N}{(1+r)^N} = 0$ en donde $A_N$ = beneficios netos en cada periodo individual N (diferencia entre los beneficios o ingresos totales y los costes totales), $r$ = tipo de interés (tipo de descuento). Si la TRI es mayor que el coste de oportunidad adecuado del capital, la inversión es viable y merece la pena.
X. Ratio beneficio descontado/coste	= BN descontados / (CF + CV descontados). Se incluyen los costes de oportunidad de la tierra, la mano de obra y el capital.

<sup>1</sup>Si fuera conveniente, se debería incluir el tiempo de comercialización. <sup>2</sup>La inclusión de este tipo de coste en los costes variables podría no incumbir a los agricultores. Sin embargo, es importante desde el punto de vista de los economistas y se debería incluir en análisis posteriores. <sup>3</sup>Este indicador es relevante en operaciones a escala comercial, pero tiene poca utilidad en el contexto de operaciones a pequeña escala basadas en la subsistencia. <sup>4</sup>Al ser un ratio adimensional, B/C también puede calcularse [(CV+CF)/BN]. En este caso, a menor ratio, mayor rentabilidad.

## ***Tipos de análisis económicos***

Definir la escala temporal así como la escala de la operación (subsistencia-extensiva, comercial-semi-intensiva a pequeña escala, comercial o industrial-intensiva), es de vital importancia para decidir qué tipo de análisis realizar. Los enfoques microeconómicos de la gestión de las explotaciones agrícolas tienen mucha relevancia para el desarrollo de la IIA, en particular a niveles comerciales a pequeña escala y de subsistencia.

En ocasiones la denominación y definición de los enfoques y métodos puede coincidir y variar de una fuente a otra. Para solucionar esta posible confusión, podría ser más sencillo considerar el problema de la economía de las explotaciones agrícolas desde dos perspectivas: la de los agricultores y la de los economistas (o directores de proyectos).

Desde el punto de vista del agricultor, la gestión de las explotaciones agrícolas basada en el cumplimiento de sus presupuestos le ayuda a analizar los insumos y producción de las operaciones agrícolas. Excluye variables como los costes de la mano de obra y los costes de oportunidad de los recursos, y tiende a subestimar la importancia de la amortización.

Desde la perspectiva del economista, la gestión de las explotaciones agrícolas puede ampliarse para incluir la economía de la producción (economía de la transformación de los recursos, su asignación y productividad en las explotaciones) y la economía familiar (impacto de las actividades agrícolas en la economía doméstica). Otros enfoques con un alcance más amplio serían los macroeconómicos, que abordan los flujos de recursos a nivel regional, nacional o mundial; así como los relacionados con la economía medioambiental, que se centran en valorar los impactos originados por una actividad en el medio ambiente y en las comunidades que dependen de él. El análisis de costes-beneficios (ACB) es un método utilizado para considerar ambos enfoques. Para reflejar la realidad de forma precisa, estos análisis incluyen información relacionada con los costes de oportunidad de los recursos (mano de obra, tierra, capital, etc.) y tienen en cuenta las distorsiones del mercado.

La siguiente sección ofrece detalles sobre el cálculo de los indicadores utilizados para medir la eficiencia económica de las explotaciones agrícolas, tanto desde el punto de vista de los economistas como de los campesinos. Los indicadores se presentan de forma similar a como se haría en un análisis «real».

## ***Indicadores y ratios***

Para la evaluación del rendimiento de las actividades de IIA a escala piloto, un enfoque basado en las explotaciones agrícolas podría ser suficiente inicialmente para analizar la rentabilidad inmediata del proyecto. Sin embargo, para prever su viabilidad a largo plazo, se necesitan indicadores adicionales, basados en una serie de suposiciones. El Cuadro 1 describe la información necesaria para el cálculo e interpretación de los ratios e indicadores pertinentes utilizados en análisis económicos. También ilustra el progreso desde el análisis de la gestión de explotaciones agrícolas a análisis económicos más complejos.

El cálculo del valor presente neto (VPN) es necesario para comparar costes e ingresos, mientras se corrige el tiempo transcurrido entre la fecha de la inversión inicial y la de los primeros ingresos. Conlleva un proceso llamado actualización. Los valores actualizados (o valores presentes) se obtienen dividiendo los ingresos futuros estimados en el año  $N$  por  $(1+r)^N$ , que es el interés que se generaría durante el periodo  $N$  ( $r$  es el tipo de interés o descuento).

A diferencia de los métodos ordinarios, la actualización limita los ingresos inflados y los costes futuros y permite una mejor comparación entre varios proyectos o escenarios previstos en diferentes periodos de tiempo (Hishamunda y Manning, 2002).

## **Recolección y análisis de datos**

### ***Requisitos de datos***

Si bien todos los indicadores descritos anteriormente son importantes para un análisis y control precisos, a menudo los recursos son limitados e impiden la obtención de datos detallados.

En el Cuadro 2 se muestran los datos (mínimos) esenciales a compilar para obtener una visión general del rendimiento de un sistema de IIA. Datos adicionales: para una perspectiva económica del rendimiento de la explotación agrícola, a menudo se necesitan suposiciones en relación al valor de los recursos que no se comercializan directamente. El Cuadro 3 sugiere «variables sustitutivas» adecuadas, obtenidas de los precios de mercado de bienes y recursos empleados en usos alternativos. Para que sean válidas, dependen de la suposición crítica de que los precios de mercado son eficientes (economía competitiva).

Además de lo anterior, la información sobre los tipos de interés vigentes, el tiempo de vida

**Cuadro 2:** Recolección de datos esenciales para una evaluación básica del rendimiento de un sistema de IIA

<b>COSTES</b>	
Costes fijos	Excavación del estanque Construcción de jaulas Diseño del arrozal para albergar la producción pesquera Precio del riego (si es fijo, independientemente de la cantidad de agua empleada)
Costes variables (relacionados con las cantidades empleadas)	Siembra de huevos/alevines Alimento para los peces Fertilizantes Cosecha
Costes de mano de obra	Mano de obra asalariada (producción y postcosecha) Mano de obra familiar no asalariada <sup>1</sup>
<b>INGRESOS</b>	
Márgenes	Cantidades de producción (vendidas y consumidas en los hogares) Precio a la salida de la explotación agrícola o precio de mercado del producto básico vendido

<sup>1</sup>La mano de obra asalariada y no asalariada (expresada en persona-día u hora por día) se debería cuantificar de forma separada. Para la no asalariada, se debería incluir el papel desempeñado por las mujeres y los niños en las actividades diarias de gestión.

económica previsto, la depreciación y los valores residuales, será valiosa para las evaluaciones de viabilidad económica. El análisis de los costes de oportunidad de los recursos consumidos por la acuicultura y las compensaciones de factores a nivel familiar, requiere una compilación detallada de información relacionada con las actividades, toma de decisiones y uso de recursos a nivel familiar. Debido a que los datos a obtener son muy diversos y específicos de cada contexto, no se han enumerado en este documento. En la próxima sección se sugieren enfoques adecuados para la recolección de estos datos.

### **Recolección de datos**

La recolección de datos puede ser un proceso largo, ya que requiere emplear mucho tiempo para cada una de las partes implicadas. Por tanto, para evitar malgastar recursos, es importante planificar; decidir qué tiene prioridad en la recolección de datos y cómo analizar éstos; y entonces ajustarse a lo planeado. Una lista de comprobación de las preguntas QUÉ, DÓNDE, CUÁNDO, QUIÉN y CÓMO, puede ayudar a evitar la omisión de datos. Se proporcionan ejemplos en el Cuadro 4.

A menudo se utilizan cuestionarios estructurados para la recolección de datos económicos, ya que permiten la obtención sistemática de información y son útiles para grandes muestras. Sin embargo, tienen limitaciones en cuanto a la calidad de los datos obtenidos de los agricultores. Los estudios preliminares, una cuidadosa preparación y los ensayos sobre el terreno antes de la implementación, así como la formación de los encuestadores o agricultores implicados en la compilación, son de vital importancia para

garantizar la calidad y limitar la parcialidad. Por ejemplo, con respecto a la información de la mano de obra, suele ser más fácil para los encuestados estimar la cantidad de mano de obra utilizada si las actividades de gestión están separadas, pero sólo los ensayos previos de los cuestionarios pueden poner de manifiesto este tipo de puntos débiles del proceso de compilación. Sobre una base *ad hoc*, las entrevistas cara a cara, en profundidad y semi-estructuradas, son útiles para los controles de calidad. También, la información cualitativa obtenida de las valoraciones participativas puede ser útil para entender mejor la situación antes de su valoración cuantitativa, además de dar una idea sobre las cuestiones domésticas internas, incluyendo las relaciones de género, decisiones y responsabilidades. Si bien no sustituye a los datos cuantitativos, este tipo de información puede arrojar luz sobre los resultados obtenidos.

### **Análisis de datos**

No se necesita un software complejo para el análisis de datos: una hoja de cálculo de MS Excel es suficiente e incluye cálculos de ratios pre-programados.

Como ya se destacó anteriormente, la inclusión o exclusión de la mano de obra familiar es crítica para la interpretación de los resultados. Generalmente se realizan dos análisis en paralelo: uno excluyendo a la mano de obra familiar de los cálculos y otro incluyendo estimaciones del coste no monetario para el ejercicio de una actividad.

A la hora de planificar el desarrollo de una nueva actividad o estimar su potencial, realizar análisis de sensibilidad con cifras diversas (por ejemplo, tipos de interés, precio de los insumos), puede mostrar los umbrales por debajo de los cuales una actividad puede no ser económicamente viable.

**Cuadro 3:** Ejemplo de precios económicos y los correspondientes precios financieros, suponiendo la eficiencia del mercado, en el caso de la acuicultura

Precios económicos		Precios financieros (utilizados como variables sustitutivas)
Coste de la mano de obra (valoración de la mano de obra familiar)	→	Valor del producto marginal de la mano de obra agrícola
Coste de la tierra	→	Precio de mercado de la tierra
Coste de la maquinaria	→	Precio de mercado de alquilar una máquina
Coste de los materiales de construcción	→	Precio de mercado de estos materiales
Coste de las semillas-alevines	→	Precio de mercado de semillas-alevines
Coste de los alimentos y fertilizante (estanque)	→	Precio de mercado para el siguiente mejor uso alternativo (alimento para ganado o aves de corral, fertilizante para cultivos, etc.)
Coste de los peces en la cosecha	→	Precio de mercado de los peces
Coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada	→	Salario mínimo legal o salario de reserva o valor estimado de la mano de obra pagada en especie <sup>1</sup>
Coste de oportunidad del capital	→	Tipo de interés básico de los ahorros (pagado por los bancos)
Coste de oportunidad de la tierra	→	Beneficio neto (por unidad de tierra) del siguiente uso alternativo de la tierra.

<sup>1</sup>El salario de reserva se refiere a salarios que están por debajo del salario mínimo legal. La mano de obra pagada en especie puede ser tasada al precio de mercado de la producción apartada.

**Cuadro 4:** Planificar la recolección de datos. Ejemplo de una lista de comprobación

QUÉ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de operación (escala) investigada</li> <li>- Tamaño de la muestra (muy importante: estratificada, aleatoria, etc.) y su justificación</li> <li>- Qué necesitamos saber/qué queremos saber/qué necesitamos demostrar</li> <li>- Qué se hará con los datos compilados (es decir, planificar el análisis)</li> </ul>
DÓNDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitación de la zona de estudio</li> </ul>
CUÁNDO	Escala temporal del estudio: <ul style="list-style-type: none"> <li>- si es a lo largo del tiempo: frecuencia y duración total de la recolección de datos</li> <li>- si es instantáneo: periodo de recolección de datos (retroceder en el tiempo), periodo del año (puede influir en los resultados, especialmente en zonas con importantes variaciones estacionales)</li> </ul>
QUIÉN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupos investigados.</li> <li>- Recolección de datos (agricultores, agentes de extensión agraria, consultores, etc.).</li> <li>- Análisis de datos</li> </ul>
CÓMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos de recolección de datos (cuestionario estructurado, valoración participativa).</li> <li>- Métodos de análisis y de realización de informes.</li> </ul>

De forma similar, un análisis de la estructura de los costes –según el cual cada coste variable se estima como un porcentaje de los costes variables totales y los costes totales–, puede sugerir dónde reducir los costes y estimar los impactos de esta modificación de la asignación de recursos en otras actividades.

En este estudio se hace referencia a la gestión de las explotaciones agrícolas desde el punto de vista de los agricultores: se presentan los ratios y su interpretación permite determinar las ventajas y desventajas comparativas de cada tipo de actividad.

### **Estudio de caso – Madagascar**

Para un estudio de caso ilustrativo de los métodos de recolección y análisis de datos descritos anteriormente, se anima a los lectores a consultar el «análisis económico comparativo del cultivo de arroz, peces y el cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar» (Apéndice 1).

### **Conclusión**

Este trabajo ha destacado qué puede conseguirse a través de un análisis económico básico aplicado a las actividades acuícolas y de la IIA y demostrado lo eficaces que pueden resultar unos pocos indicadores estratégicamente elegidos para evaluar el rendimiento y la viabilidad a

largo plazo de estas operaciones. A nivel de los agricultores, evaluaciones simples y regulares pueden permitir detectar las dificultades al comienzo del desarrollo de una nueva actividad, permitiendo así su redireccionamiento o reajuste. El enfoque de los economistas puede, además, permitir considerar la viabilidad a largo plazo de un proyecto y prever su potencial para la adopción y los impactos sobre la mitigación de la pobreza y la diversificación de los medios de vida. Sin embargo, las dos perspectivas discrepan radicalmente en la estimación de la mano de obra familiar no asalariada: los agricultores raramente la contabilizan, pero debería ser adecuadamente valorada e incluida por los economistas en el análisis junto a restantes costes no comerciales. A pesar de la naturaleza cuantitativa de los datos empleados, continuar siendo sensibles a las prácticas y conocimientos locales y adoptar principios participativos durante la recolección de datos, puede ayudar a compilar información de calidad y lograr análisis económicos con sentido.

### Agradecimientos

Se agradecen los comentarios del Dr. Hishamunda sobre un primer borrador.

### Referencias

**Hishamunda, N. & Manning, pp.** 2002. Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Volume 2: Investment and economic feasibility. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 408/2. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/005/y4206e/y4206e00.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y4206e/y4206e00.htm)).

### Lecturas complementarias

- Jolly, C.M. & Clonts, H.A.** 1993. *Economics of aquaculture*. Binghamton, Food Products Press.
- PESA.** 2003. Handbook on monitoring and evaluation. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Roma, FAO
- Shang, Y.C.** 1981. *Aquaculture economics: Basic concepts and methods of analysis*. Boulder, Westview Press.
- Stomal, B. & Weigel, J-Y.** 1997. Aquaculture economics in Africa and the Middle East. En A.T. Charles, R.F. Agbayani, E.C. Agbayani, M. Agüero, E.F. Belleza, E. Gonzáles, B. Stomal & J-Y Weigel, eds. *Aquaculture economics in developing countries. Regional assessments and an annotated bibliography. Fisheries Circular* No. 932. Roma, FAO (disponible en [www.fao.org/docrep/w7387e/w7387e00.htm](http://www.fao.org/docrep/w7387e/w7387e00.htm))
- Wijkström, U. & Vincke, M.M.J.** 1991. Ghana – Technical assistance and investment framework for aquaculture in Ghana. Field Technical Report 3: Review of the economics of fish farming and culture-based fisheries in Ghana. Roma, FAO.

## Apéndice 1. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DEL CULTIVO DE ARROZ, PECES Y EL CULTIVO COMBINADO DE ARROZ Y PECES EN MADAGASCAR<sup>1</sup>

### Introducción

Con su largo litoral de 4 500 km y una plataforma continental de 117 000 km<sup>2</sup>, Madagascar tiene un potencial excelente para el desarrollo de la pesca y la acuicultura. Según el Instituto Nacional de Estadística, el sector pesquero contribuyó a más del 7 por ciento del PIB en los últimos años. Se espera un incremento adicional hasta el 9 por ciento en los próximos años. La población total de Madagascar asciende a 16,4 millones de habitantes (2001) y está creciendo a un ritmo del 3 por ciento anual. Alrededor de un 5 por ciento de la población activa depende de los ingresos de las actividades del sector pesquero y acuícola

Aunque el pescado y los productos de animales acuáticos son una fuente nutricional potencialmente importante para los malgaches, las cifras actuales de consumo son bajas, estimadas en 7,6 kg/año en 1999. Se espera que el consumo de pescado y productos de animales acuáticos aumente, ya que se trata de alimentos saludables.

Dentro del sector pesquero, la acuicultura es importante y se está desarrollando rápidamente en las zonas rurales de Madagascar. En particular, la acuicultura de camarones ha demostrado su potencial económico en los últimos años, atrayendo

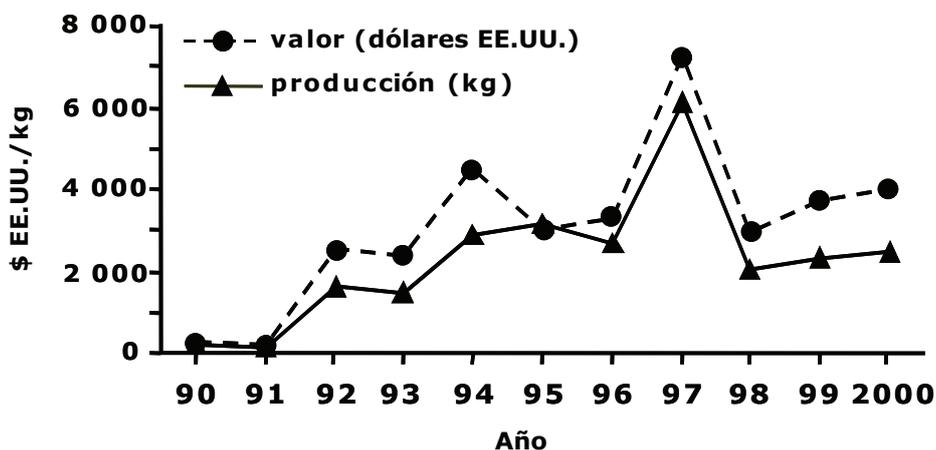


Figura 1. Producción acuícola de carpas en Madagascar, 1990–2000 (FAO, 2002a)

(Razafitseheno, 2001). El subsector de la pesca de captura registró un rápido crecimiento en la producción, de 107 590 toneladas en 1990 a 143 859 toneladas en 2000 (FAO, 2002a), experimentando un aumento del 4 por ciento entre 1999 y 2000. Sin embargo, el potencial de la pesca de captura es limitado y recientemente se registró una disminución en las capturas de diversas especies. Los ingresos totales por exportación de la pesca ascendieron a unos 101 millones de dólares EE.UU. en 1999; con un aumento del 5,5 por ciento en 1998 (FAO, 2002b).

a numerosos inversores. Como resultado, su producción ha aumentado de 790 toneladas en 1993 a más de 4 800 toneladas en 2000. Por otro lado, las cifras de la producción nacional de piscicultura continental (fundamentalmente carpas) presentan grandes fluctuaciones en el mismo periodo.

Tras alcanzarse una producción récord de carpas (6 105 toneladas) en 1997, ésta experimentó un acusado descenso al año siguiente. Las cifras más recientes de la FAO corresponden al año 2000 y muestran una producción de carpas procedentes de

<sup>1</sup> El Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura de la FAO encargó el trabajo en el que se basa esta comparación de sistemas productivos al Sr. Etienne Randimbiharimanana, que compiló los datos de las explotaciones agrícolas y demás información relevante. El análisis económico comparativo de los tres sistemas de cultivo y su interpretación fue realizado por los Sres. Van Anrooy e Hishamunda, del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.

**Cuadro 1.** Datos biofísicos de los sistemas de cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar (medias calculadas por año). 2001

Concepto	Arroz	Peces	Arroz y peces
Zonas cultivadas (ha) [desviación típica] <sup>a</sup>	0,21 [0,2]	0,086 [0,15]	0,45 [0,6]
Rendimiento del arroz (kg/ha/año)	3 769	–	4 604
Rendimiento de los peces (kg/ha/año)	–	676	393
Ciclos de producción (nº/año)	1	1	1
Duración del ciclo de producción del arroz (días)	144	–	159
Duración del ciclo de producción de los peces (días)	–	240	171
Insumo de cal (kg/ha)	34	778	5
Insumos de fertilizante orgánico (kg/ha)	5 906	7 217	17 060
Insumos de fertilizante inorgánico (kg/ha)	87	10	277
Cantidad de semillas de arroz (kg/ha)	474	–	106
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	–	1,16	0,44
Peso de los peces en la siembra (g)	–	5,3	9,7
Ratio peso de los peces en la cosecha/en la siembra	–	34,53	26,60
Insumos de alimentos para los peces (kg/ha)	–	1 271	396
Mano de obra contratada (persona-días/ha)	276	28	340
Mano de obra familiar (persona-días/ha)	95	48	60
Tiempo de gestión (persona-días/ha) <sup>b</sup>	5	3	3

<sup>a</sup> Para el cultivo de arroz y el cultivo combinado de arroz y peces: superficie de los arrozales. Para el cultivo de peces: solamente superficie del estanque.

<sup>b</sup> Estimado en un 5 por ciento del total de la mano de obra familiar (no hay datos disponibles)

acuicultura de 2 480 toneladas (Figura 1). Una de las principales razones para este acusado descenso de la producción de carpas en 1998 fue el ciclón tropical *Gretelle*, que asoló al país en 1997, dejando a su paso 200 muertos y unas 570 000 personas afectadas. El primer ciclón en 40 años destrozó gran parte de los cultivos comerciales, incluyendo los acuícolas. Debido a los daños causados en los criaderos de peces, al año siguiente la oferta de alevines fue limitada.

Alrededor del 71 por ciento de la producción acuícola en agua dulce en Madagascar procede del cultivo combinado de arroz y peces (Remanevy, 1999). El resto (29 por ciento) se produce en estanques. Aunque la carpa ha sido la especie más utilizada en el cultivo combinado de arroz y peces, la tilapia goza también de una creciente aceptación. El cultivo de arroz y peces en Madagascar es una práctica sencilla, de bajo coste y escasa tecnología. Fue fomentada por varios proyectos con financiación nacional e internacional, como por ejemplo, el proyecto MAG/92/004 «Programme de développement de la pêche et de l'aquaculture» de la FAO/PNUD y el proyecto «Initiatives Genre et Développement: Le projet rizipisciculture (Sud et Nord) a Madagascar», financiado por la Unión Europea. Sin embargo, la economía del cultivo de arroz, peces y del cultivo combinado de arroz y peces, no es bien entendida.

## Metodología

Se recopilaron los datos económicos de diez explotaciones agrícolas arroceras, diez explotaciones piscícolas (cultivo de carpa) y otras diez con cultivo combinado de arroz y peces (cultivo de tilapia/carpa) en la zona de Vakinankaratra en 2001. Los datos se analizaron utilizando la «técnica de presupuesto empresarial». Los tamaños medios de las explotaciones agrícolas de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces eran de 0,21, 0,09 y 0,45 hectáreas respectivamente. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de las muestras, las desviaciones típicas fueron elevadas: respectivamente de 0,20, 0,15 y 0,60 hectáreas. Las tasas de depreciación utilizadas para los costes de inversión en los estanques y en los terrenos para el cultivo de arroz y peces se basaron en estudios similares de otros países de África subsahariana. Fueron de 20 años para los estanques piscícolas y de 10 años para los terrenos para el cultivo combinado de arroz y peces. La mayoría de los agricultores entrevistados formaban parte del grupo más desfavorecido de la población rural, ya que el estudio tenía como objetivo identificar las oportunidades y limitaciones de la piscicultura para la población rural pobre en Madagascar. En el Apéndice 2 se incluyen fotografías de los tres sistemas productivos.

**Cuadro 2.** Datos económicos de los sistemas de cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar, 2001 (medias calculadas por año). FMG = Franco Malgache (1 dólar EE.UU. = 5 970 FMG, 2001)

Concepto	Arroz	Peces	Arroz y peces
Precio medio de mercado del arroz (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Precio de las semillas de arroz (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Precio medio de mercado de los peces (FMG/kg)	–	13 825	11 950
Precio del fertilizante orgánico (FMG/kg)	55,30	57,50	86,25
Precio del fertilizante químico (FMG/kg)	3 300	3 000	3 225
Precio de la cal (FMG/kg)	2 700	800	750
Precio de los alevines (FMG/kg)	–	40 566	18 556,7
Precio de los alimentos para peces (FMG/kg)	–	1 292	825
Coste de construcción del estanque (FMG/ha)	–	10 450 000	14 080 000
Coste de la mano de obra contratada (FMG/ha)	970 284	123 913	1 558 719
Coste de la mano de obra familiar (FMG/ha)	332 500	168 000	210 000
Coste de la gestión (FMG/ha)	50 000	30 000	30 000
Impuesto sobre la tierra (FMG/ha/año)	117 453	112 319	64 732

## Resultados

El Cuadro 1 muestra los datos biofísicos de los tres sistemas productivos. Aunque en todos los sistemas sólo se practica un ciclo productivo al año, la duración del ciclo es diferente y varía desde los 144 días para el cultivo de arroz hasta los 240 para el cultivo de peces. La cal y los abonos orgánicos e inorgánicos se usan en los tres sistemas, aunque en cantidades diferentes. Por ejemplo, los piscicultores utilizan más cal para la preparación de sus estanques, mientras que los campesinos que cultivan arroz y peces añaden más fertilizantes orgánicos a sus terrenos en comparación con los agricultores de los otros dos sistemas productivos. Los campesinos que cultivan arroz y peces utilizan en torno a un 22 por ciento de las semillas de arroz que usan los agricultores arroceros y alrededor de un 38 por ciento de los alevines que utilizan los piscicultores por hectárea. El peso medio de los alevines sembrados en el cultivo combinado de arroz y peces es mayor que en el monocultivo de peces ( $\pm 10$  g vs 5 g). La cantidad de alimento que utilizan los piscicultores es aproximadamente el doble de la que emplean los campesinos que cultivan arroz y peces. Este último cultivo parece tener el coeficiente de mano de obra más elevado. Los agricultores que cultivan arroz y peces contratan relativamente más mano de obra. De los tres sistemas, la piscicultura tiene el menor coeficiente de mano de obra. Los rendimientos de estos tres sistemas también pueden variar mucho. Los rendimientos de arroz de un cultivo combinado de arroz y peces son un 22 por ciento más altos que los obtenidos en un arrozal convencional. Esto podría indicar que la integración de la acuicultura en los arrozales tiene un impacto positivo en los rendimientos del arroz. De media, el cultivo combinado de arroz y peces

utiliza el triple de fertilizantes por unidad de tierra que el monocultivo de arroz. Probablemente, ésta sea otra razón importante que explica que el rendimiento del arroz en los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces de este estudio sea mayor.

Los datos económicos y los resultados del análisis de costes-beneficios se presentan en las Cuadros 2 y 3. Los costes variables totales son menores para el cultivo de arroz, que también genera menos ingresos brutos y beneficios netos en comparación con los otros sistemas productivos. Los costes totales asociados al cultivo combinado de arroz y peces y al cultivo de peces son casi similares (en torno a 1 175 dólares EE.UU./año). Sin embargo los beneficios netos del cultivo de arroz y peces son 182 dólares EE.UU./año mayores que los del cultivo de peces. Esto significa que, si bien la inversión inicial necesaria para la preparación del arrozal en el cultivo de arroz y peces es mayor que para la construcción de estanques piscícolas, los gastos de la inversión se recuperan antes, ya que los ingresos brutos son mayores.

El ratio beneficio/coste para el cultivo de arroz, peces y arroz y peces fue de 0,75, 0,34 y 0,51 respectivamente, sin contabilizar los costes de la tierra, mano de obra y gestión. Esto indica que los aumentos en los costes asociados a los sistemas de cultivo combinado de arroz y peces y de cultivo de peces no dan lugar automáticamente a mayores beneficios proporcionales.

Los puntos de equilibrio calculados para los rendimientos con los costes y precios actuales se presentan en el Cuadro 4. Los agricultores arroceros deberían producir al menos 2 317 kg de arroz/ha/año, los piscicultores 516 kg de peces/ha/año y los agricultores que cultivan arroz y peces 594 kg de peces y 2 766 kg de arroz/ha/año, para recuperar sus costes totales de producción.

**Cuadro 3.** Análisis de costes y beneficios (por hectárea al año) para el cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar, 2001

Concepto	Arroz <sup>a</sup> (dólares EE.UU./ ha)	Peces (dólares EE.UU./ ha)	Arroz y peces <sup>a</sup> (dólares EE.UU./ ha)
I. Ingresos brutos (IB)	858,63	1 565,66	1 746,90
II. Costes variables (CV)			
Cal	15,58	104,36	0,67
Fertilizante orgánico	54,77	104,19	164,32
Fertilizante inorgánico	47,91	5,03	149,58
Alevines	–	415,91	133,33
Semillas de arroz	108,04	–	22,11
Alimentos para peces	–	275,04	54,77
Mano de obra contratada	162,48	20,77	267,83
Coste de oportunidad del capital <sup>b</sup>	46,65	111,04	95,11
CV Totales	435,43	1036,34	887,72
III. Margen Bruto (MB)	423,20	529,32	859,18
IV. Costes fijos (CF)			
Depreciación	0	87,60	235,85
Impuesto sobre la tierra	19,60	18,76	10,72
CF Totales	19,60	106,36	246,57
Coste de oportunidad de la tierra	ND	ND <sup>d</sup>	ND
Coste de oportunidad de la mano de obra no asalariada	55,70	28,14	35,18
Coste de oportunidad de la gestión no asalariada <sup>c</sup>	8,38	5,03	5,03
COSTES TOTALES	519,10	1 175,86	1 174,49
Vi. BNTMA	403,60	422,96	612,61
Vii. BNTA	347,90	394,82	577,43
Viii. BNA	ND	ND	ND
Viv. BNT	339,53	389,80	572,41
VI. B/C contabilizando los costes de oportunidad de la tierra, mano de obra y gestión	0,89	0,37	0,54
VI. B/C sin contabilizar los costes de oportunidad de la tierra, mano de obra y gestión	0,75	0,34	0,51

<sup>a</sup>Tipo de cambio: 1 dólar EE.UU. = 5 970 FMG (Franco Malgache, 2001)

<sup>b</sup>Calculado en base a un tipo de interés del 12 por ciento.

<sup>c</sup>Calculado en base a un salario mensual del administrador de 300 000 FMG.

<sup>d</sup>ND = datos no disponibles.

## Discusión y conclusiones

### **Rendimientos financieros**

De los tres sistemas productivos analizados, el cultivo combinado de arroz y peces es el que ofrece mayores beneficios netos por hectárea al año. A los agricultores arroceros que están interesados en la piscicultura se les debería aconsejar comenzar con el cultivo de arroz y peces en lugar de construir estanques piscícolas. La rentabilidad de la inversión es mayor para el cultivo de arroz que para el cultivo combinado de arroz y peces, indicando que el coste de inversión adicional genera relativamente menores beneficios. Sin

embargo, se debe señalar que, en la mayoría de los casos, los agricultores arroceros apenas tienen oportunidad de obtener rentabilidades de inversión similares a las del cultivo combinado de arroz y peces aumentando la inversión en el cultivo de arroz.

### **Inversiones en tierra, capital y mano de obra**

Generalmente, los agricultores que pusieron en marcha el cultivo combinado de arroz y peces son los más prósperos y tienen acceso a más tierra (0,4 ha vs 0,2 ha para los agricultores arroceros). Sin embargo, el análisis muestra que

**Cuadro 4.** Análisis del punto de equilibrio para el cultivo de arroz, peces y cultivo combinado de arroz y peces en Madagascar (2001)

	Arroz	Peces	Arroz y peces
Rendimiento de equilibrio (kg/ha/año)	2316,6	516,2	ND <sup>a</sup>
Precio de equilibrio (FMG/kg)	835,9	10 557,5	ND <sup>a</sup>

<sup>a</sup> ND – Imposibilidad de realizar cálculos con los datos disponibles

los beneficios netos por m<sup>2</sup> de las explotaciones agrícolas más pequeñas (300–400 m<sup>2</sup> de terreno para el cultivo de arroz y peces) son mayores que los de las más grandes. La insuficiente siembra de alevines en las explotaciones agrícolas mayores puede ser una razón importante para estos beneficios menores en términos relativos.

Los problemas actuales relacionados con la propiedad de la tierra también afectan negativamente a las inversiones de los agricultores en arrozales e insumos. Gran parte de la tierra no es de propiedad privada; los procesos hereditarios son complicados y a menudo sólo se llegan a acuerdos orales sobre el uso de la tierra. Una visión limitada y una menor preocupación por los beneficios medioambientales a largo plazo son otras consecuencias de esta situación.

La inversión de capital inicial necesaria para iniciar el cultivo combinado de arroz y peces es relativamente elevada para los cultivadores pobres; la inversión equivale a los beneficios netos medios de 6 años de cultivo de arroz. Esto puede ser un obstáculo importante para adentrarse en esta actividad. Dado que no se compiló información sobre el acceso a créditos, avales, tipos de interés y detalles de reembolso, se desconoce qué oportunidades y limitaciones financieras existen para la obtención de préstamos para el cultivo combinado de arroz y peces o la piscicultura.

Debido a que el cultivo combinado de arroz y peces necesita bastante más mano de obra que la piscicultura en estanques y el cultivo de arroz, parece más atractivo para las grandes familias/hogares que para las pequeñas. Para las familias agrícolas pobres con escasa mano de obra que ya están cultivando arroz, yuca, batata, frutas, maíz y soja, la piscicultura en arrozales es otra oportunidad para obtener ingresos. Se espera que los agricultores que todavía dependen en gran medida de la mano de obra contratada para el cultivo de arroz, estén más dispuestos a introducir peces en sus arrozales, ya que el aumento adicional en los costes será menor.

### Producción

Los rendimientos del arroz son mayores en el cultivo combinado de arroz y peces que en el de arroz, indicando que la piscicultura en un

arrozal puede aumentar la producción por hectárea<sup>2</sup>. Por tanto, el cultivo de arroz y peces puede proporcionar una contribución adicional a la seguridad alimentaria a nivel doméstico y también ayudará a los ingresos familiares con la venta de parte de los peces producidos. La reducción de las plagas de insectos y de malezas es un beneficio indirecto importante derivado de la piscicultura en los arrozales y podría ser una de las razones para esta mayor producción arrocería. El reciclaje de los nutrientes que llevan a cabo los peces podría ser otro motivo.

Debido a la existencia de mejores condiciones de cría, las tasas de crecimiento individual de los peces son mayores en el cultivo combinado que en la piscicultura en estanques. Las malas experiencias al ensayar otras prácticas de cultivo están provocando una elevada tasa de rechazo por parte de los agricultores a nuevas técnicas/prácticas, influyendo negativamente en la introducción y difusión del cultivo combinado de arroz y peces.

### Riesgo

Parece que el cultivo combinado de arroz y peces es una actividad menos arriesgada que el cultivo separado de arroz y/o peces, ya que ninguno de los agricultores entrevistados registró pérdidas, a diferencia del 30 por ciento de piscicultores y el 20 por ciento de agricultores arroceros (Apéndice 3). Sin embargo, tal y como demostró el ciclón *Grethe* en 1997, las sequías e inundaciones pueden provocar desastres financieros, especialmente para los campesinos más pobres que cultivan arroz y peces y para aquéllos que acaban de iniciarse en la actividad y han invertido una parte considerable de sus ingresos en la misma.

<sup>2</sup> Nota del editor: A menudo se observa un aumento de los rendimientos del arroz en las explotaciones agrícolas de cultivo combinado de arroz y peces en comparación con las de monocultivo de arroz, y el incremento experimentado está dentro del margen de los aumentos registrados en otras partes del mundo. Sin embargo, la densidad de siembra registrada en el cultivo de arroz y peces (un 80 por ciento menor) parece anormalmente baja, mientras que las tasas de fertilizante –tanto orgánico como inorgánico– tres veces mayores que las del monocultivo de arroz, parecen inusualmente elevadas. Desafortunadamente, no se pudo estudiar estas contradicciones aparentes con más detalle.

Sembrar de peces un arrozal que no esté situado junto a la explotación agrícola es arriesgado, ya que la pobreza rural empuja al robo de peces (especialmente en fechas próximas a la época de cosecha) y a actividades de sabotaje motivadas por los celos. Además, las estructuras culturales y sociales tradicionales de las comunidades agrícolas y las familias individuales provocan que se oculten los beneficios y ello reduce las oportunidades para invertir, por ejemplo, en el cultivo combinado de arroz y peces.

Los precios de mercado de los peces fluctúan de forma considerable a lo largo del año. La entrada casi simultánea en el mercado de las cosechas de diferentes explotaciones agrícolas que cultivan arroz y peces probablemente influirá de forma negativa en el precio. Los agricultores generalmente no pueden posponer la venta de los peces una vez que ha comenzado la estación seca, o que los campos necesitan ser preparados para la próxima temporada. Por ello deben aceptar el precio de mercado vigente en ese momento. Los piscicultores son menos sensibles a las sequías y por tanto un poco más flexibles para los plazos de recolección y comercialización de sus peces.

## Referencias

- FAO.** 2002a. *FAO Fishstat Plus database: Producción pesquera total 1950–2000* [NT: base de datos consultada en 2002] (disponible en [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es)).
- FAO.** 2002b. *FAO Fishstat Plus database: Producción y comercio de productos pesqueros 1976–1999*. [NT: base de datos consultada en 2002] (disponible en [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es)).
- Razafitseheno, G.** 2001. *Aquaculture commerciale de crevettes à Madagascar. Dans Promotion of sustainable commercial aquaculture in Sub-Sahara Africa: experiences of selected developing countries. FAO Fisheries Circular 971*. Roma, FAO.
- Remanevy, E.M.** 1999. *Situation des Pêches à Madagascar: les besoins et mesures d'aménagement préconisés*. ACP-EU Training, Country Report Madagascar (disponible en [www.fishbase.org/training/countryreports/dakar/madagascar.hm](http://www.fishbase.org/training/countryreports/dakar/madagascar.hm)).

## Apéndice 2

Fotografías de los tres sistemas productivos en Madagascar: a) cultivo de arroz; b) cultivo combinado de arroz y peces; y c) cultivo de peces en estanques (todas las fotografías han sido realizadas por E. Randimbiharimanana).



a) Cultivo de arroz



b) Cultivo combinado de arroz y peces



c) Cultivo de peces en estanques

## Apéndice 3

### A. Datos bioeconómicos de diez explotaciones arroceras en Madagascar, 2001

Explotación agrícola no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del terreno (m <sup>2</sup> )	1100	3000	1600	1000	3200	7000	2500	400	400	1000	2120
Semillas <sup>1</sup>	0,02	0,05	0,01	0,08	0,10	0,15	0,13	0,13	0,13	0,12	0,09
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	-	-	0,05	0,04	-	-	-	-	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	-	0,08	1,78	1,40	1,46	0,14	0,60	0,63	0,25	0,50	0,68
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
Rendimiento bruto <sup>1</sup>	0,27	0,17	1,03	0,30	0,59	0,21	0,30	0,50	0,75	0,60	0,47
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes</b>											
Coste de las semillas <sup>3</sup>	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	-	-	0,03	0,02	-	-	-	-	-	0,01
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	-	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	-	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,08	0,04	0,01	0,03
Otros costes <sup>3</sup>	0,00	0,01	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,07	0,04	0,03	0,03
Costes totales <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,06	0,19	0,10	0,06	0,05	0,18	0,11	0,06	0,09
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,09	0,06	0,22	0,04	0,10	0,05	0,07	0,11	0,16	0,12	0,10
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,08	0,02	0,14	-0,15	0,00	-0,01	0,02	-0,07	0,05	0,06	0,01

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup>.

Apéndice 3 (continuación)

**B. Datos bioeconómicos de diez explotaciones de cultivo de peces en Madagascar, 2001**

<b>Explotaciones agrícolas:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Media</b>
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del estanque (m <sup>2</sup> )	1000	200	4500	100	100	800	100	100	150	168	722
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	1	1	1,5	0,3	2,4	2	1	0,5	0,66	1,19	1,16
Peso en la siembra (g/alevín)	3	3	8	4	4	5	6	6	7	7	5
Ca <sup>1</sup>	-	-	0,03	-	-	0,50	-	0,02	-	-	0,06
Pienso <sup>1</sup>	-	0,4	0,03	0,07	1	0,63	0,2	0,1	0,1	0,15	0,27
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	0,75	1,25	0,6	-	-	0,63	0,3	0,5	2,67	1,79	0,85
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	10	9	7	6	9	8	8	6	8	9	8
Rendimiento bruto <sup>1</sup>	0,133	0,152	0,018	0,036	0,378	0,094	0,090	0,080	0,117	0,161	0,126
Peso en la cosecha (g/pez)	190	190	100	180	250	110	180	200	250	180	183
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes Variables</b>											
Coste de los alevines <sup>3</sup>	0,04	0,03	0,06	0,01	0,10	0,08	0,03	0,01	0,02	0,04	0,04
Coste del alimento <sup>3</sup>	-	0,03	0,00	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,01	-	0,00
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,01	-	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Otros costes <sup>3</sup>	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>Costes fijos</b>											
Coste de la construcción del estanque <sup>4</sup>	0,01	0,07	0,00	0,15	0,27	0,04	0,12	0,09	0,10	0,15	0,10
Costes totales <sup>4</sup>	0,05	0,07	0,08	0,05	0,24	0,43	0,09	0,09	0,11	0,12	0,13
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,33	0,38	0,04	0,06	0,82	0,20	0,23	0,20	0,29	0,33	0,29
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,28	0,31	-0,04	0,01	0,58	-0,23	0,14	0,11	0,18	0,21	0,16

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> (nota: dado que el coste de preparación del terreno se reparte en diez años, en este caso el efecto sobre el coste total es mínimo).

Apéndice 3 (continuación)

C. Datos bio-económicos de diez explotaciones de cultivo de arroz y peces en Madagascar, 2001

Explotaciones agrícolas:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
<b>Principales parámetros biológicos</b>											
Tamaño del terreno (m <sup>2</sup> )	4000	9000	20000	4000	2000	400	1500	1200	2400	300	4480
Densidad de siembra (alevines/m <sup>2</sup> )	0,70	0,50	0,40	0,50	0,15	0,50	0,27	0,40	-	1,00	0,44
Semillas <sup>1</sup>	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Peso en la siembra (g/alevin)	5	3	5	5	5	5	20	20	10	20	10
Alimento <sup>1</sup>	0,13	0,07	-	0,14	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05
Fertilizante inorgánico <sup>1</sup>	-	0,05	0,03	0,04	-	-	-	0,02	-	-	0,01
Fertilizante orgánico <sup>1</sup>	2,50	1,40	2,10	1,46	1,25	1,25	0,67	0,42	0,63	-	1,17
Duración del ciclo de crecimiento <sup>2</sup>	5	4	6	6	5	5	5	5	5	6	5
Rendimiento bruto del arroz <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,60	0,59	0,34	0,38	0,30	0,42	0,15	0,83	0,42
Rendimiento bruto de los peces <sup>1</sup>	0,125	0,081	0,061	0,086	0,020	0,113	0,033	0,063	-	0,133	0,07
Peso en la cosecha (g/pez)	330	250	125	375	300	300	250	200	250	200	258
<b>Principales parámetros económicos</b>											
<b>Costes variables</b>											
Coste de los alevines <sup>3</sup>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	-	0,03	0,01
Coste del alimento <sup>3</sup>	0,03	0,01	-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coste del fertilizante inorgánico <sup>3</sup>	-	0,03	0,02	0,02	-	-	-	0,01	-	-	0,01
Coste del fertilizante orgánico <sup>3</sup>	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	-	0,01
Coste de la mano de obra contratada <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Otros costes <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
<b>Costes fijos</b>											
Coste de preparación del terreno <sup>4</sup>	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,00	-	-	-	-	0,01
Costes totales <sup>3</sup>	0,15	0,13	0,11	0,14	0,09	0,04	0,05	0,10	0,04	0,08	0,09
<b>Beneficios</b>											
Ingresos brutos <sup>3</sup>	0,38	0,24	0,19	0,24	0,11	0,38	0,12	0,20	0,05	0,40	0,23
Ingresos netos <sup>3</sup>	0,23	0,11	0,08	0,10	0,02	0,34	0,07	0,10	0,01	0,32	0,14

<sup>1</sup>kg por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>2</sup>Meses;

<sup>3</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> y por ciclo productivo;

<sup>4</sup>Dólares EE.UU. por m<sup>2</sup> (nota: dado que el coste de preparación del terreno se reparte en diez años, en este caso el efecto sobre el coste total es mínimo).