

## Capítulo XIX. **PISCICULTURA INTEGRADA A OTRAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS**

María Claudia Merino Archila<sup>1</sup>

### **INTRODUCCIÓN**

La piscicultura integrada a otros cultivos es una forma organizada y diversificada de la producción agropecuaria, en donde el producto principal son los peces y los diferentes productos de la finca pueden ser usados como fuente de alimentos, de fertilizantes y de ingresos económicos.

El uso de fertilizantes en acuicultura tiene como objeto principal el aumentar la producción de peces en los estanques a partir de la producción de alimento natural (fitoplancton y zooplancton) mediante el aporte de material orgánico o inorgánico. El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia para los peces, el cual se produce gracias a la radiación solar y a elementos esenciales como el agua, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, aportados por los fertilizantes, los cuales se integran al ciclo biológico después de su descomposición. La cadena alimenticia se inicia a partir de la formación del fitoplancton que es consumido por los peces y por los organismos que conforman el zooplancton (pequeños crustáceos, larvas de moluscos e insectos y otros microorganismos), que a su vez sirven de alimento también a los peces.

Una adecuada integración entre las diferentes actividades agropecuarias en una granja permite una mejor utilización de la tierra y del agua, mejor distribución de la mano de obra y del equipo, el reciclaje de basuras y subproductos, disminuye los gastos de operación en alimentos y fertilizantes y mantiene balanceado el ecosistema.

El desarrollo de una economía diversificada depende de la interacción armoniosa entre las condiciones socioeconómicas, la producción agrícola y las condiciones medioambientales de la región.

En el sistema integrado las plantas son los productores, los animales de campo y los peces son los consumidores y los microorganismos acuáticos, incluyendo los del fondo, son los descomponedores, constituyendo un ecosistema completo (Fig. 1) (Naca, 1989).

La mayor parte de la producción agrícola en los países en vías de desarrollo la ejercen los pequeños agricultores. Para ellos en especial, la piscicultura integrada es muy beneficiosa, pues les mejora las condiciones de vida debido al incremento de sus ingresos y les permite cultivar peces a bajo costo para su familia, diversificando así la producción de alimentos y repartiendo el riesgo de una mala cosecha.

Más de un cuarto de la proteína animal que es consumida por los seres humanos mundialmente es de origen acuático; en el caso de Suramérica, menos del 10% de la proteína animal proviene de esa fuente, pero en Asia sólo los peces constituyen más del 25% de dicha proteína y la mayor parte de ellos es producida en sistemas integrados (Dorado y Salazar, 1993).

### **1. VENTAJAS DE LA PISCICULTURA INTEGRADA**

La principal característica de la integración de cultivos de peces con animales de campo y productos agrícolas, es la de ser un modelo que puede ser utilizado tanto en pequeña escala (a nivel de pequeño productor) como en gran escala (con carácter industrial-comercial).

---

<sup>1</sup> INPA, Regional Oriental, Villavicencio (Meta). E-mail: maclamerino@hotmail.com

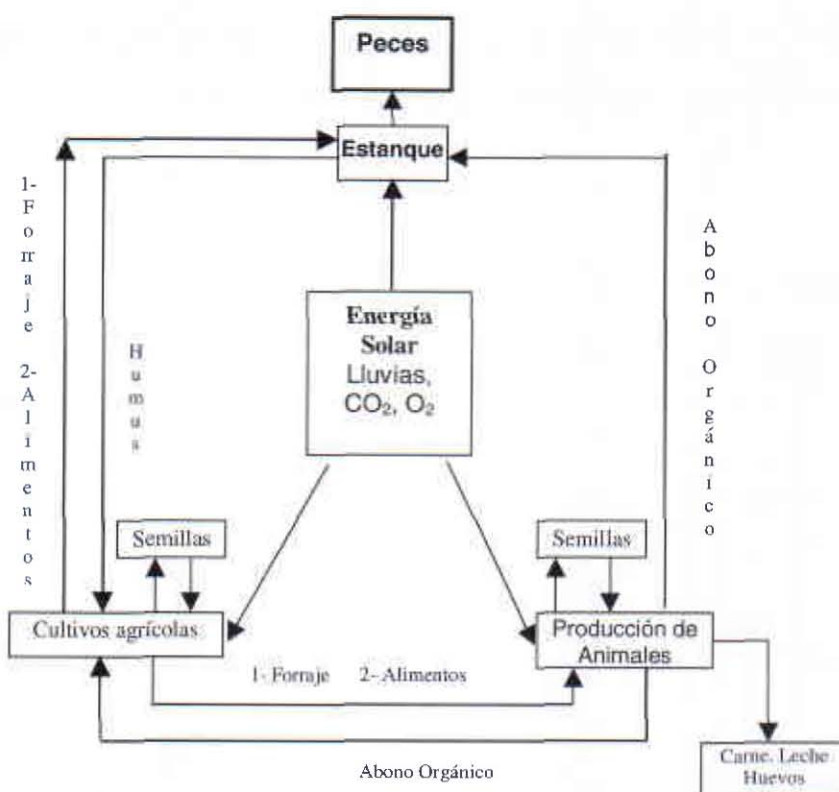


FIGURA 1. Reciclaje de materiales en una granja de piscicultura integrada bien manejada.

Llevar a cabo dicha integración tiene las siguientes ventajas:

- Ecosistema artificial sin desperdicios.** Cuando se cultivan animales de campo, los desperdicios restantes de la alimentación y el estiércol de los mismos se pierden y polucionan el ambiente; si dichos cultivos se integran con la piscicultura, los desperdicios originados pueden ser usados para abonar los estanques y a su vez el fango de los estanques puede ser usado como fertilizante para cultivo de plantas con las que se pueden alimentar los animales como pollos, patos, cerdos e inclusive los mismos peces; así es creado el reciclaje en el ecosistema.
- Incremento de la oferta de alimento a bajo costo.** Para levantar peces, el alimento concentrado peletizado es muy costoso, así como también lo es el suministro de cualquier clase de proteína animal. Alimentar con organismos naturales cultivados en estanques mediante el uso de abono orgánico puede reemplazar, si no completamente, por lo menos en buena parte el alimento concentrado y resulta mucho menos costoso; la fertilización de los estanques con abono animal no cambiará la calidad de los peces.

En una piscicultura integrada con animales de campo y plantas se pueden cultivar patos en los estanques, los diques pueden ser usados para cultivar árboles frutales de poca altura o para cultivar cerdos y las laderas de los diques para el cultivo de plantas para alimentar los cerdos o a los mismos peces. Así la granja producirá no sólo peces sino también carne, huevos, frutas, vegetales, etc.

La piscicultura integrada puede utilizar completamente el cuerpo de agua, la superficie del agua, la tierra y el fango para incrementar el alimento disponible para consumo humano y a un costo menor que si se cultivaran independientemente.

- Generación de empleo.** Por la naturaleza variada de la piscicultura integrada se puede incrementar el empleo disponible comparado con el que se requiere en una granja piscícola solamente.

d) **Incremento de la producción y beneficio económico.** La integración de cultivos incrementa la producción de proteínas, tanto animal como vegetal, en un espacio que de otra forma sería sólo usado para producir un monocultivo. El aporte del estiércol producido por los animales de campo a los estanques y el consumo del alimento desperdiciado por ellos incrementa la productividad en dichos estanques y por consiguiente beneficia el crecimiento de los peces, disminuyendo los costos en insumos (principalmente alimento y fertilizantes) al presentarse una optimización en el uso de los recursos y un reciclaje de nutrientes.

## 2. FERTILIZANTES ORGÁNICOS

El estiércol de los animales y los desechos de las plantas son los principales abonos orgánicos. El estiércol de gallinas, cabras, ovejas, patos, cerdos, conejos, ganado bovino y caballar es excelente para utilizarlo en los estanques. El sedimento de los biodigestores de gas, la melaza de los ingenios de azúcar, el compost vegetal, los desperdicios de cocina y el agua utilizada en los mataderos de animales son fertilizantes orgánicos que también pueden utilizarse en los estanques de peces.

En cambio la cáscara de arroz, el bagazo de la caña y el aserrín no es conveniente utilizarlos como abono, debido a que se demoran mucho tiempo en descomponerse.

La composición y cantidad de estiércol diario producido por los diferentes animales de una granja (cerdos, patos, pollos, gansos, ovejas y ganado, entre otros), varía dependiendo del peso del animal, edad, características alimenticias, clima y manejo. La tasa de producción de estiércol húmedo total (heces + orina), por día y su composición promedio en animales de granja se muestran en la tabla 1.

**TABLA 1. Tasa de producción de estiércol húmedo (heces + orina) por día, en animales de granja (Tomado de Dorado y Salazar, 1993).**

| ITEM   | CERDOS<br>ENGORDE (%) | POLLOS<br>(%) | VACA<br>LECHERA (%) |
|--|-----------------------|---------------|---------------------|
| Como porcentaje del peso total por día                                 | 5.10                  | 6.60          | 9.40                |
| Sólidos totales como porcentaje del peso húmedo                        | 13.50                 | 25.30         | 9.30                |
| Sólidos orgánicos volátiles totales como porcentaje de sólidos totales | 82.40                 | 72.80         | 80.30               |
| Contenido de nitrógeno total como porcentaje de sólidos totales        | 5.60                  | 5.90          | 4.00                |
| Contenido de fósforo total como porcentaje de sólidos totales          | 1.10                  | 2.00          | 0.50                |
| Contenido de potasio total como porcentaje de sólidos totales          | 1.20                  | 1.70          | 1.40                |

Igualmente, la calidad del estiércol producido por los animales depende del alimento que consuman. En el caso de los pollos y los cerdos que se alimentan con concentrado comercial, el estiércol es de mayor calidad que el del ganado y caballos, cuya alimentación es, en su mayor parte, pasto natural y forraje. Por esta razón la cantidad de estiércol de aves y cerdos que se debe adicionar a los estanques es menor que si se utiliza estiércol de ganado vacuno o caballos.

En la tabla 2 se pueden observar los contenidos nutritivos de los excrementos de los principales animales utilizados en la integración peces-animales de campo (Dorado y Salazar, 1993 y Naca, 1989).

**TABLA 2. Contenido físico químico en porcentaje del estiércol producido por algunos animales ( Tomado de Dorado y Salazar, 1993 y Naca, 1989).**

| Animal            | Humedad % | Materia orgánica % | Nitrógeno (N) % | Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) % | Potasio (K <sub>2</sub> O) % |
|-------------------|-----------|--------------------|-----------------|--|------------------------------|
| Cerdos de engorde | 71        | 15.0               | 0.50-0.60       | 0.20-0.60                                  | 0.35-0.60                    |
| Patos             | 57        | 26.00              | 1.00            | 1.40                                       | 0.60                         |
| Pollos            | 76        | 26.00              | 1.60            | 1.50                                       | -                            |
| Vaca lechera      | 79        | 14.6               | 0.30-0.45       | 0.15-0.25                                  | 0.05-0.15                    |

La producción promedio de estiércol húmedo al día en cerdos de engorde es de 6.5 a 7.4 kg; en patos de 150 a 205 g; en pollos de 40 a 68 g y en vacas lecheras de 20 a 40 kg (Dorado y Salazar, 1993).

### 3. SISTEMAS INTEGRADOS CON PISCICULTURA

De acuerdo con los organismos que se pretendan producir, tres son los principales sistemas de integración con piscicultura:

- ◆ Manejo integrado con cultivos agrícolas
- ◆ Manejo integrado con animales de campo
- ◆ Manejo integrado con animales de campo y cultivos agrícolas

En cada uno de estos sistemas los desperdicios orgánicos pueden ser utilizados en diversas vías. Por ejemplo, el estiércol fresco puede ser aplicado directamente a los estanques evitando la pérdida de energía resultante de su procesamiento y transporte; el alimento de los animales de campo que no es totalmente digerido puede ser usado directamente por los peces; los residuos de la fermentación anaeróbica al producir biogás pueden usarse para fertilizar los estanques, así como también el compost que resulta de esta fermentación.

El abono animal puede ser usado indirectamente a través de uno o dos niveles tróficos de la cadena alimenticia; por ejemplo, puede utilizarse para cultivar plantas para alimentar peces u otros animales y también puede usarse para producir lombrices para alimentar peces o como componente para el alimento concentrado. La gallinaza, luego de un procesamiento adecuado, sirve para alimentar cerdos y a su vez la porquinaza sirve para fertilizar los estanques de los peces.

#### 3.1 MANEJO INTEGRADO DE PECES Y PLANTAS

La integración de la piscicultura con el cultivo de plantas está dirigida a abastecer la demanda de alimento para los peces y para otros animales a la vez que se elimina el exceso de fango de los estanques; la abundancia de fango en los estanques deteriora el agua del cultivo, pero, por el contrario, es un abono de alta calidad para cultivar plantas terrestres. El ciclo completo utiliza la luz solar, la tierra, el fango y el agua fertilizada de los estanques mejorando las condiciones ecológicas del estanque.

El fango se forma como resultado de las grandes cantidades de alimento y abono que son aplicados a los estanques, adicionado al estiércol de los peces y de otros animales acuáticos. El material orgánico descompuesto por las bacterias forma un considerable volumen de humus, el cual, combinado con el lodo del fondo forma el fango.

Una cantidad apropiada de fango es benéfica para el estanque como fertilizante, pero en demasiada cantidad va en detrimento de la calidad del agua puesto que el pH del agua descende, la demanda biológica de oxígeno (DBO) se incrementa y los compuestos nitrogenados (nitritos, nitratos, amoníaco) y gases tales como amoníaco (NH<sub>3</sub>), ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) y metano (CH<sub>4</sub>) se acumulan y causan daño a los peces, lo cual se refleja directamente en la

pérdida de apetito, disminución del crecimiento, susceptibilidad a enfermedades y adicionalmente, dicho exceso hace que los estanques pierdan profundidad.

La capa promedio del fango que se forma en un estanque en tierra con una producción de 7500 kg/ha es de 10 a 20 cm, lo que quiere decir que anualmente se pueden acumular entre 750 y 1425 m<sup>3</sup>. El ingrediente activo del fango es equivalente 1785 kg/ha de fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En la tabla 3 se presentan las cantidades de fertilizantes que puede contener el fango de un estanque de cultivo de peces el cual, usado como abono para plantas terrestres, incrementa la capa de suelo para cultivo, mejora la estructura de las partículas del suelo, refuerza su habilidad para absorber N, P y K y mejora la capacidad para retener el agua (Naca, 1989).

**TABLA 3. Peso equivalente de fertilizantes (kg) en el fango de estanques piscícolas (Tomado de Naca, 1989)**

| FERTILIZANTE   | NPK TOTAL               |                                       | NPK ACTIVO              |                                       |
|--|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|  | En 100 kg de fango seco | En el fango seco producido por ha/año | En 100 kg de fango seco | En el fango seco producido por ha/año |
| Sulfato de amonio (21% N)  | 0.962                   | 7215                                  | 0.134                   | 1005                                  |
| Úrea (46% N)   | 0.435                   | 3255                                  | 0.061                   | 465                                   |
| Superfosfato de calcio (16% P como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 1.00                    | 7500                                  | 0.061                   | 465                                   |
| Óxido de potasio (60% K como K <sub>2</sub> O)                     | 1.67                    | 12510                                 | 0.041                   | 315                                   |

El fango puede mezclarse con plantas para hacer compost que, luego de fermentarse, se convierte en un fertilizante más efectivo. Este compost se prepara haciendo un hueco en la tierra de 5 x 5 m y una profundidad de 1 m el cual se llena con el fango y las plantas, luego de lo cual se tapa el hueco con lodo. Luego de un tiempo, el abono ya fermentado se puede usar como fertilizante para los cultivos agrícolas aplicando entre 75 y 225 kg/ha.

El uso de este compost puede reducir los costos del cultivo integrado por cuanto no es necesario comprar y transportar el abono para las plantas y, a su vez, se produce alimento para los peces y otros animales.

Por su parte, en muchas partes del mundo, se utilizan plantas terrestres (especialmente algunos pastos como el rabo de zorro) para abonar directamente los estanques de alevinaje, aplicando entre 6 y 10 ton/ha antes de la siembra de alevinos y, posterior a ella, 3 ton/ha cada 3-4 días, en dos aplicaciones. Algunas plantas acuáticas (como el buchón), previamente molidas, pueden también utilizarse para fertilizar estanques; la cantidad a aplicar debe ser 2 ton/ha antes de la siembra de alevinos y luego entre 0.9 y 1.2 ton/ha dos veces por día durante el período de alevinaje para mantener la biomasa de plancton (IFFC, 1998). Luego de su descomposición, los restos de las plantas deben ser retirados de los estanques.

La integración peces-cultivos agrícolas puede ser aplicada de otra forma, mediante la rotación del cultivo de peces y plantas de rápido crecimiento como los pastos de corte, en los estanques; luego de la cosecha de los peces y el correspondiente drenado de los pozos, las plantas se siembran en el fondo y en las laderas. Una vez los productos agrícolas son cosechados, parte de las plantas es dejada para que, junto con abono adicional, se fermenten, cuidando de no dejar más de 4-5 kg/m<sup>2</sup> de material vegetal, luego de lo cual se llena el estanque; ésta práctica mejora la calidad del agua e incrementa la fertilidad del suelo. Durante el proceso de llenado y por unos días más, es necesario monitorear la calidad del agua y, si el nivel de oxígeno se baja, se debe adicionar agua al estanque. Los alevinos de peces pueden ser sembrados 11 a 15 días después.

### 3.2 MANEJO INTEGRADO DE PECES CON ANIMALES DE CAMPO

La integración del cultivo de peces con animales como aves, ganado vacuno y cerdos, produce un beneficio no sólo para el cultivo de los peces en sí, sino principalmente para incrementar la producción total de las fincas, mejorando el retorno económico y disminuyendo las pérdidas de energía por compra o desperdicio de productos externos.

Desde el punto de vista de la relación ingresos-producción, la integración peces-patos es el mejor modelo de integración. Desde el punto de vista económico, la eficiencia de peces-cerdos no es tan buena y la ganancia es baja pues los cerdos excretan buena parte del alimento consumido sin digerir, razón por la cual debe suministrárseles mucho alimento. La integración peces-pollos carece de una relación simbiótica y en la relación peces-gansos, aun cuando existe una relación simbiótica, la cantidad de huevos puestos por ganso y su demanda en el mercado es mucho más baja.

La inversión en proteína para la producción integrada peces-patos y peces-vacas es similar; sin embargo, es mucho más fácil el levante de patos que el levante de vacas y por consiguiente la eficiencia económica y los ingresos generados con patos son superiores que con la integración con vacas (Naca, 1989).

Es importante tener en cuenta que una eficiente integración peces-animales depende de la utilización completa de los organismos que sirven de alimento a los peces en el estanque abonado con el estiércol. Lo mejor es utilizar especies filtradoras y omnívoras, pues ellas son capaces de consumir el plancton y el detritus producido. Tal es el caso de especies como las tilapias, las carpas, los bocachicos y, en menor proporción, las cachamas.

La cantidad de peces y animales de campo a utilizar en la integración debe ser balanceada teniendo en cuenta que la utilización de abonos orgánicos produce una disminución del oxígeno disuelto en el agua de los estanques, al ser el mismo consumido por los distintos organismos que habitan en ellos y por los diferentes procesos biológicos que allí se suceden.

Se recomienda colocar cerca de los estanques las instalaciones para la producción de los animales o de los vegetales que se vayan a integrar a la actividad acuícola de la granja, de manera que se aproveche de la forma más eficiente el alimento no consumido y que se tenga un menor gasto en la mano de obra empleada en la recolección y transporte de los subproductos que se integran al cultivo.

Por ejemplo, se pueden tener las instalaciones de los cerdos y de los pollos ubicadas en un mismo lugar y cerca del estanque, para que el alimento no consumido por estos y el estiércol caigan directamente o mediante lavado (Fig. 2).

En la Tabla 4 se presenta el porcentaje aproximado de consumo de oxígeno en el agua en un estanque piscícola, según Naca (1989).



FIGURA 2. Integración de la producción pollos-cerdos al estanque (Tomado de Dorado y Salazar, 1993).

TABLA 4. Consumo de oxígeno disuelto en el agua (Tomado de Naca, 1989)

| FACTOR CONSUMIDOR   | % APROXIMADO DE CONSUMO DE OXÍGENO |
|---|------------------------------------|
| Respiración de los peces                                  | 5-15                               |
| Respiración de organismos naturales                       | 4.5                                |
| Consumo del bentos  | 0.2                                |
| Descomposición de abono y sedimento en estanques          | 8                                  |
| Descomposición de alimento artificial y de heces de peces | 32                                 |
| Consumo de las microbacterias (incluido el fitoplancton)  | 50                                 |

#### 4.2.1 Integración peces - patos

Un estanque de peces es un sistema biológico semi-cerrado en donde hay muchos animales acuáticos y plantas, la mayoría de los cuales son alimento natural para los peces y algunos que los afectan o compiten bien sea por espacio, oxígeno o alimento, pueden ser aprovechados por los patos. Los patos consumen renacuajos, sapos jóvenes e insectos como las larvas de la libélula, erradicando de paso muchos predadores de larvas y alevinos de peces. El contenido de proteína de esos organismos, que son alimento natural para los patos, es alto; por esto, levantar patos en estanques de peces reduce la demanda de proteína en la comida a suministrar a los patos; el contenido de proteína digerible para patos levantados en confinamiento debe ser de 16-20%, mientras que para patos levantados en estanques puede reducirse al 13-14%. Esto puede ahorrar entre 200 y 300 g de proteína por cada pato cultivado, lo cual incrementa el retorno económico del cultivo integrado (IFFC, 1998).

Además, el alimento concentrado para los patos es completamente utilizado en esta integración peces-patos, pues los patos desperdician entre el 10 y el 20% del alimento, el cual es consumido por los peces y el excremento de los patos va directamente a los estanques suministrando nutrientes (principalmente C, N y P) y estimulando de esta manera el crecimiento de microorganismos. Esta fertilización directa tiene dos ventajas: primero, no se desperdicia abono y segundo, la fertilización es más homogénea y evita cualquier acumulación de heces. Esta integración también beneficia el reciclaje de nutrientes en el ecosistema del estanque, pues en áreas poco profundas los patos sumergen su cabeza al fondo del estanque en busca de alimento y mueven el fango con lo cual se liberan elementos nutricionales depositados en este. Por estas razones, el levante de patos en estanques promueve el crecimiento de los peces, incrementa el rendimiento y elimina los problemas de polución que pueden ser causados por los excrementos de los patos en confinamiento.

En Naca (1989) se reporta un ensayo de cultivo de carpa común, tilapia, carpa plateada y carpa herbívora en estanques de 400 m<sup>2</sup> con patos a los que se les suministró alimento concentrado balanceado. Entre los días 21 y 30 se suministró 194 g/pato/día, durante los 10 días siguientes se suministró 227 g/pato/día y durante los últimos 10 días se suministró 248 g/pato/día, observándose que los patos desperdiciaban en promedio, el 15% del alimento concentrado durante todo el ensayo. Al principio del ensayo se calculó la aplicación de estiércol de patos a una tasa de 85 kg/ha (peso seco) y al final se calculó en 95 kg/ha. No hubo otros abonos o alimentos aparte de la excreta de los patos y del alimento concentrado desperdiciado por los patos (Tabla 5).

TABLA 5. Cantidades diarias (g) de excreta de patos y de alimento desperdiciado por ellos en un estanque de 400 m<sup>2</sup>

| TIEMPO<br>(Días) | ALIMENTO CONCENTRADO<br>POR CADA PATO |               | CANTIDAD DE EXCRETA<br>POR PATO |           |
|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------|
|                  | Aplicado                              | Desperdiciado | Peso húmedo                     | Peso seco |
| 21-30            | 194                                   | 29 (15)       | 127                             | 68        |
| 31-40            | 227                                   | 34 (15)       | 248                             | 74        |
| 41-50            | 248                                   | 37 (15)       | 420                             | 73        |

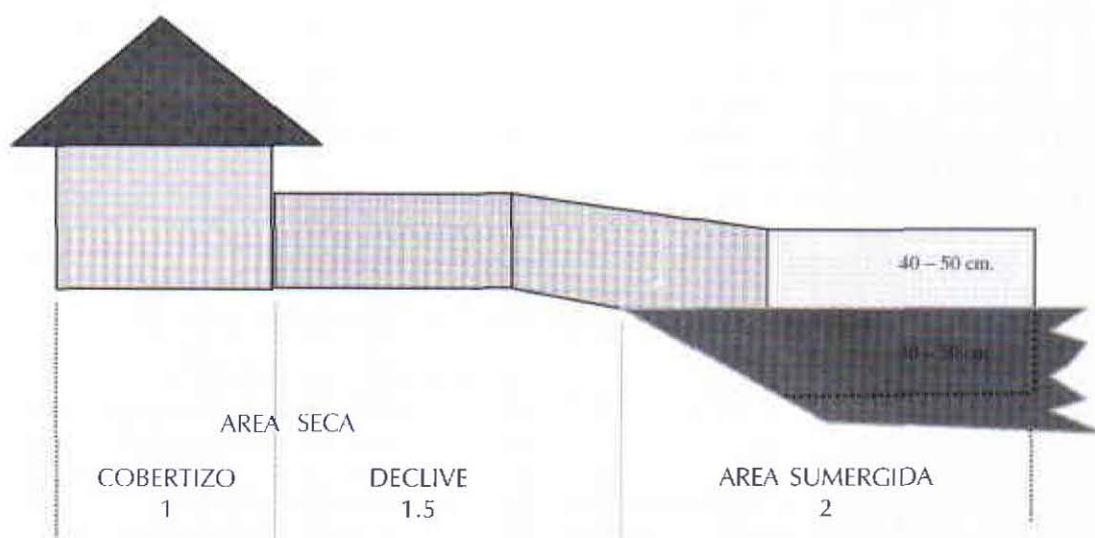
Los valores entre paréntesis son los porcentajes de alimento desperdiciado.

Como resultado del ensayo se determinó que el rendimiento de los peces alcanzó 36,5 kg/ha/día sin aplicación de comida adicional. La conversión alimenticia en la integración peces-patos fue reducida de 3.84 (sólo en patos) a 2.64 en la integración.

Con respecto a los patos se observó que, comparado con el levante en corrales, la tasa de crecimiento, la eficiencia del alimento, la vitalidad y la limpieza de las plumas y de la piel de los levantados en estanques fue mejor; igualmente la eficiencia del alimento y el peso de cada pato fue mejor y la tasa de sobrevivencia se incrementó en 3.5% por cuanto el estanque provee un ambiente limpio para los patos.

Anteriormente se creía que los patos podrían comerse los peces si todos eran cultivados en el mismo estanque, pero luego de muchos años de experiencia en granjas piscícolas en China se determinó que los patos pueden consumir peces de menos de 4 g (5.5 cm en promedio), pero los de más de 5 g pueden escapar de ser comidos.

Según IFFC (1998) el método más usado para el mantenimiento de los patos en el cultivo integrado es practicado en estanques entre 3500 m<sup>2</sup> y 7000 m<sup>2</sup>; para construir la patera, parte de los diques y una parte sumergida de los estanques de engorde son encerradas con una red metálica para formar un área seca (cobertizo y declive) y un área húmeda (sumergida); dicha red se instala 40-50 cm por arriba y 40-50 cm por debajo de la superficie del agua, de tal manera que los peces puedan entrar en el área húmeda por alimento, pero los patos no puedan escapar por debajo de la red. La proporción de las áreas de construcción del cobertizo, del declive y del área húmeda debe ser 1:1.5:2. (Figs. 2 y 3). En la patera se debe tener un número no mayor de 4.5 patos/m<sup>2</sup> en el área seca y 3-4 individuos/m<sup>2</sup> en el área húmeda.



**FIGURA 3. Posición proporcional de adecuaciones para cultivo de patos en estanques.**

La cantidad de patos a cultivar debe estar entre 1200 y 2250 animales/ha, dependiendo de la calidad del agua, la cual debe tener las siguientes características:

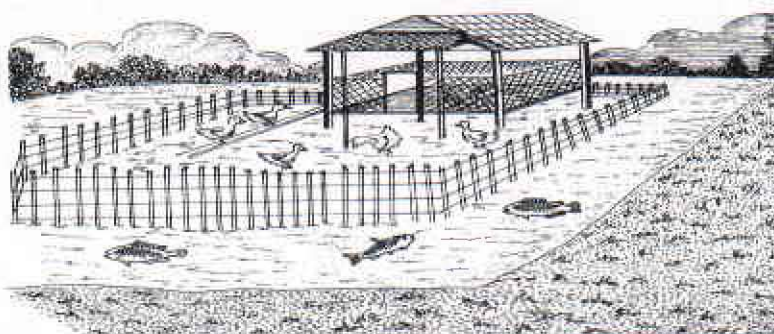
|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| pH                  | 6-8             |
| Biomasa de plancton | 100 mg/l        |
| Transparencia       | 25 - 40 cm      |
| BOD                 | 20 - 40 mg/l    |
| Amonio              | 0.05 - 0.5 mg/l |

En estas condiciones, y alimentando solamente los patos de acuerdo con sus requerimientos nutricionales, es posible producir individuos de 2 kg y cada uno de ellos a su vez puede producir entre 2 y 2.5 kg de peces omnívoros en 10 meses y obteniéndose además 200 huevos por año por unidad, en el caso de patos ponedores. Según experiencias logradas en China, el crecimiento de los peces puede incrementarse en cerca del 17% en estanques de cultivo integrado peces-patos (Fig. 4).



**FIGURA 4. Cultivo integrado peces-patos donde se observa la patera sobre los diques y el estanque.**

Otro sistema utilizado para integrar el cultivo patos-peces consiste en ubicar el corral dentro del estanque para que el alimento no consumido por los patos, al igual que el estiércol, caigan al agua directamente o mediante los lavados de limpieza periódicos (Fig. 5) (Dorado y Salazar, 1993).



**FIGURA 5. Cultivo integrado patos-peces en donde se observa al corral y la patera dentro del estanque.**

### 3.2.2 Integración peces-cerdos

La integración peces-cerdos se da mediante la utilización de los desperdicios y residuos de las cocinas, de plantas acuáticas y de productos y desperdicios de la agricultura como alimento para los cerdos, pues estos tienen una alta tolerancia a toda clase de alimentos (hasta la gallinaza, incluyendo la "cama", si se le hace un proceso de descontaminación). La excreta de los cerdos es usada a su vez como abono orgánico para los estanques de peces, el cual se caracteriza por ser un abono de alta calidad.

Para utilizar efectivamente el abono de los cerdos, el método de aplicación debe ser apropiado. Las marraneras pueden ser construidas en los diques de los estanques, siendo entonces el número a construir dependiente del tamaño de la piscicultura, o puede ser una marranera centralizada. La primera es ventajosa por su bajo costo y por

la facilidad de su manejo por cuanto los excrementos pueden caer automáticamente en los estanques, lo que ahorra trabajo, pero se recomienda que sea levantada en estanques de menos de media hectárea y con menos de 30 cerdos por marranera pues de lo contrario, el abono se acumula en el fondo del estanque, causando un deterioro parcial de la calidad del agua. (Fig. 4, Dorado, 1993). La marranera centralizada es ventajosa por cuanto se puede controlar la aplicación del estiércol en los estanques, pero es más costosa su construcción.

Según IFFC, 1998, un cerdo, hasta la talla de mercadeo (8 meses de engorde) produce en promedio 950 kg de estiércol seco y 1200 kg de orina (80-85% de agua). La porquinaza tiene entre 0.5 y 0.6% de N, entre 0.2 y 0.6% de  $P_2O_5$  y entre 0.35 y 0.6% de  $K_2O$ , y material indigerible (por los cerdos), suministrado al agua puede producir 217 mg/lit de partículas en suspensión, en la siguiente relación:

|                          |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| Fitoplancton             | ..... | 19.3% |
| Zooplancton              | ..... | 3.2%  |
| Partículas en suspensión | ..... | 77.6% |



**FIGURA 6. Cultivo integrado peces-cerdos. Porqueriza instalada sobre el dique con tubo de desagüe directo sobre el estanque (Estación Piscícola de Lorica, CVS, Córdoba) (Tomado de Dorado y Salazar, 1993).**

El número recomendado de cerdos a engordar es entre 15 y 75 animales/ ha, si la fuente del abonamiento es sólo por estos animales y no más de 15/ha si además de ellos se tienen otras fuentes de abono, pero el número exacto depende de la cantidad de abono requerido, de las condiciones medio ambientales y de las técnicas de manejo. Lo recomendado es aplicar entre 300 y 600 kg/ha/día de porquinaza fresca, esparcida sobre todo el estanque. Una aplicación descontrolada de la porquinaza puede producir sobreproducción (blooms) de algas verdes, que causan la desaparición de algunas especies del zooplancton. El tamaño de la marranera debe ser el adecuado para mantener 1 cerdo/ m<sup>2</sup>, pero en ningún caso debe exceder los 30 m<sup>2</sup>.

En un monocultivo de carpa común, 50 kg de porquinaza pueden ser convertidos en 1.25-1.5 kg de pescado; en un policultivo de carpa común como especie principal, 50 kg de porquinaza pueden ser convertidos en 1.75 a 2.0 kg de pescado. Por la variedad de hábitos alimenticios de la tilapia, ésta especie sirve como limpiador en los estanques abonados con estiércol de cerdo.

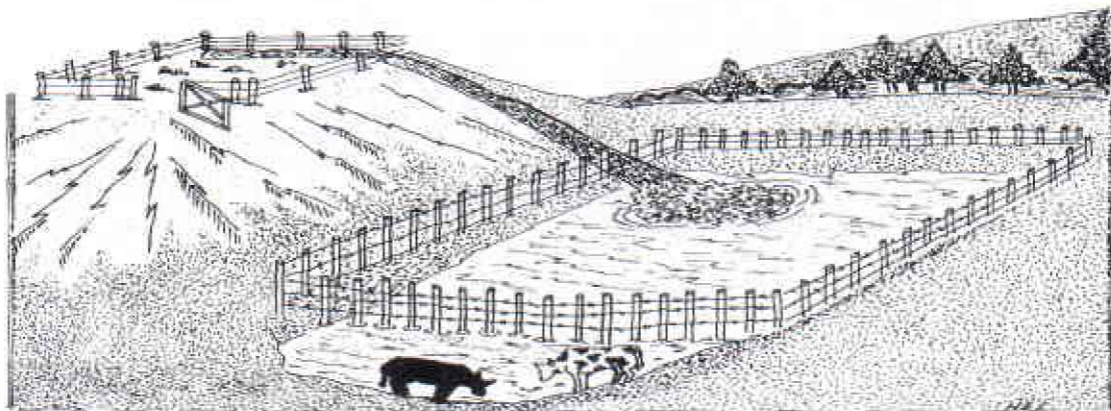
### 3.2.3 Integración peces-ganado vacuno

La integración de peces con ganado vacuno reduce la necesidad de compra de fertilizantes y de alimento concentrado para los peces y por consiguiente se incrementan los ingresos de la piscicultura. De todos los excrementos de los animales de campo, el estiércol de los vacunos es el más abundante, en términos de disponibilidad.

Aun cuando el contenido nutritivo de este excremento es un poco menor que el del estiércol de cerdo, si se aplican 0.024 kg de abono fresco a 1 m<sup>3</sup> de agua cada día, la cantidad promedio de fitoplancton en un estanque alcanza 19.2 ± 6.5 mg/l y la biomasa promedio de zooplancton es de 5,61 mg/l, según las experiencias obtenidas China, con lo cual se logran mejores resultados que al abonar con porquinaza (Naca, 1989).

Debido al molido repetido y a la digestión catalizada por los muchos microorganismos del rumen de los vacunos, las partículas del estiércol de las vacas son muy finas, por lo que tienen un período de hundimiento en el agua del estanque de 2.6 cm/minuto, a diferencia de la porquinaza, cuyas partículas se hunden a una velocidad de 4.3 cm/min, es decir, que las partículas del estiércol de vacas permanecen más tiempo suspendidas en el agua. Esta característica permite que haya más alimento para los peces, a la vez que se reduce el consumo de oxígeno causado por la acumulación de materia orgánica en el fondo y se evita la formación de gases tóxicos. Además el DBO del estiércol de vacunos es menor que el de la porquinaza puesto que el alimento es descompuesto previamente por los microorganismos del rumen, y por lo tanto su uso es más seguro que el abono de otros animales.

Los cobertizos para las vacas deben ser construidos cerca de los estanques para simplificar el manejo del abono, pero lo recomendado es regar el estiércol y la orina por la superficie de los estanques (Fig. 7). La cantidad de ganado a levantar varía mucho dependiendo de la cantidad de estiércol producido por animal, de la calidad y cantidad de comida suministrada y desperdiciada por ellos, de la calidad y cantidad de humus del estanque, etc.; sin embargo, una cantidad apropiada es 8 vacas/ha, las cuales pueden producir 3750 kg de peces herbívoros (10% del total), omnívoros y filtradores (90% del total). El estiércol puede ser aplicado en pequeñas cantidades una vez todos los días, haciendo ajustes de acuerdo con el estado del tiempo, el color del agua y el crecimiento de los peces.



**FIGURA 7. Integración de un establo con ganado al cultivo de peces. La cerca se coloca para evitar la entrada de ganado al estanque (Tomado de Dorado y Salazar, 1993).**

Algunas densidades recomendadas de animales y peces-camarones por unidad de área del estanque se dan en la tabla 6.

### 3.3 MANEJO INTEGRADO DE PECES CON ANIMALES DE CAMPO Y CULTIVOS AGRÍCOLAS

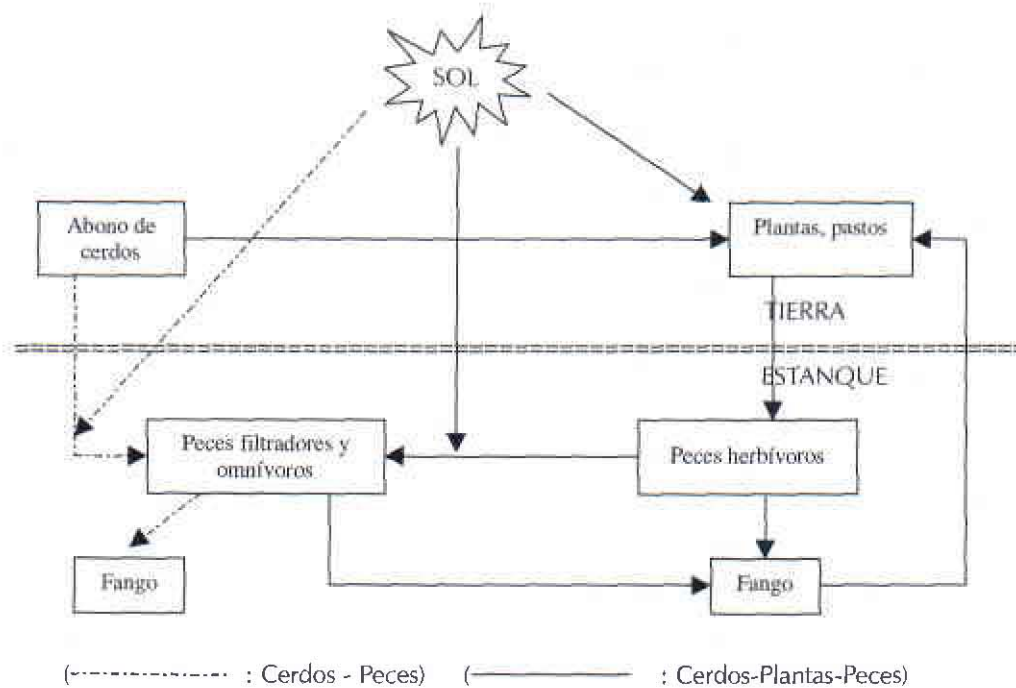
La integración peces-animales de campo y agricultura es una combinación de los modelos peces-animales y peces-cultivos agrícolas; por ejemplo, el abono animal y el fango de la integración peces-animales son usados como fertilizante y los productos agrícolas de la integración peces-cultivos agrícolas son usados como ingredientes para la alimentación de peces y animales de campo.

En la integración peces-cerdos, el excremento de los cerdos es utilizado para fertilizar los estanques con peces planctófagos (filtradores) cuando estas son las especies principales. Mientras que en la integración cerdos-peces herbívoros, una parte del excremento se utiliza para fertilizar los cultivos de plantas terrestres y acuáticas. Las

**TABLA 6. Producción y densidades de siembra de animales y peces- camarones recomendados por unidad y área del estanque (Tomado de Dorado y Salazar, 1993)**

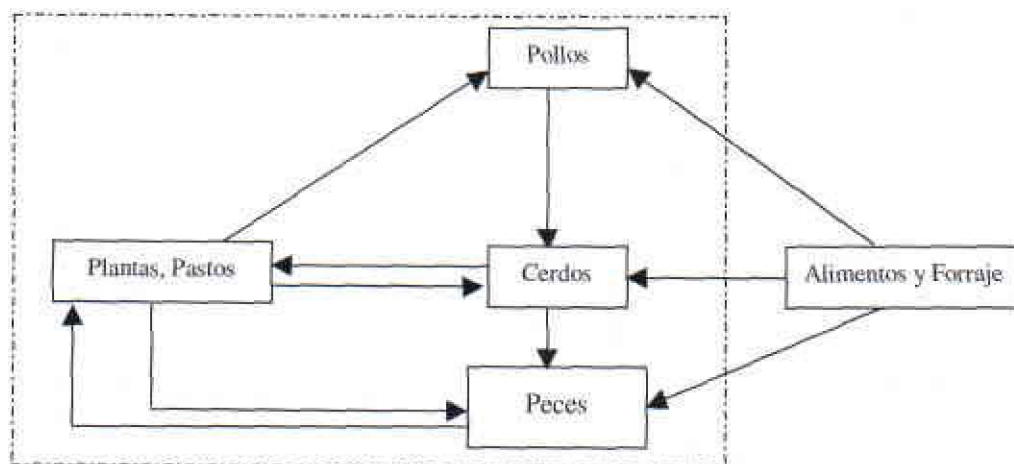
| Especie          | Rango reportado y producción               | Policultivo peces-camarones  | Referencias   |
|------------------|--|--|---|
| Cerdo de engorde | 50-80/ha<br>10.95 ton/ha/año               | 10000 peces/ha: 20% catla ( <i>Catla catla</i> ), rohu ( <i>Labeo rohita</i> ), 20% mrigal ( <i>Cirrhina mrigala</i> ). 15% carpa plateada ( <i>H. molitrix</i> ), 20% carpa herbívora ( <i>C. idella</i> ) y 5% carpa común ( <i>C. carpio</i> ).<br>Producción: 7.30 ton/ha/año. | India: Jhingran <i>et al.</i> , 1977  |
|                  | 40-60/ha<br>8.38-12.22 ton/ha/año          | 10000-20000 peces/ha: 85% de mojarra lora, 14% carpa común y 1% <i>Ophicephalus striatus</i> .<br>Producción: 6.78-7.90 ton/ha/año.  | Filipinas: Cruz y Shehadeh, 1990  |
|                  | 100/ha<br>9.0 ton/ha/año                   | 20000 peces/ha: mojarra plateada. Producción: 8.0 ton/ha/año.  | África: Vincke, 1985  |
|                  | 50-100/ha<br>57-61/ha<br>100/ha            |  | África: Viveen <i>et al.</i> , 1985<br>USA: Malecha <i>et al.</i> , 1981.<br>Panamá: Mida, 1985a. |
|                  | 60/ha<br>8.4 ton/ha/año                    | 13000 peces/ha: 77% mojarra plateada, 7.6% cachama negra, 7.6% cachama blanca y 7.6% bocachico. Producción: 4.5 ton/ha/año   | Colombia: Fadul y Dorado, 1992  |
|                  | 250/ha                                     | 10000 peces/ha: tilapia híbrido macho. Producción: 4.2 ton/ha/año  | Taiwan: Chen y Li, 1990   |
| Patos            | 750-1250/ha                                | Mayor producción de pescado obtenida con 750 patos/ha y policultivo de 20000 peces/ha: 85% mojarra plateada, 14% carpa común y 1% <i>O. striatus</i> .<br>Producción: 6.85 ton/ha/año.   | Filipinas: Cruz y Shehadeh, 1980  |
|                  | 100-150/ha<br>1000-1500/ha<br>2000-2400/ha | Producción de peces: 4.3 ton/ha/año<br>Producción de peces: 3.5 ton/ha/año<br>Producción de peces: 2.7-5.6 ton/ha/año  | India: Sharma <i>et al.</i> , 1979.<br>Taiwan: Woynarovich, 1979,<br>Hong Kong: Woynarovich, 1979 |
|                  | 100/ha<br>0.25 ton/ha/año                  | 10000 peces/ha: 10% Catla. 18% Rohu. 28%; Minjal, 15% carpa plateada, 19% carpa común.<br>Producción: 4.3 ton/ha/año.  | India: Jhingran y Sharma, 1972.   |
|                  | 2200/ha                                    | 10000 peces/ha: carpa herbívora, carpa plateada, carpa del lodo, percha marina, carpa común, anguila, mojarra híbrido.<br>Producción: 5.6 ton/ha/año   | Taiwan: Chen y Li, 1980   |
|                  | 573/ha 6.85 ton/ha/año                     | Policultivo 12000 peces/ha - 100000 camarones/ha; 83% mojarra plateada revésada, 8.3% cachama negra, 8.3% bocachico - 50% camarón marino, 50% camarón de agua dulce. Producción: 6.26 ton/ha/año.  | Colombia: Valencia y Dorado, 1990   |

plantas son utilizadas para alimentar los peces herbívoros. Parte del excremento se utiliza para fertilizar el estanque y de esta manera se incrementa la productividad primaria y por consiguiente la oferta de alimento para el levante de peces filtradores. Finalmente, el fango acumulado en el estanque regresa a la tierra como fertilizante para los cultivos agrícolas (Fig. 8).



**Figura 8.** Esquema de los modelos de integración cerdos-plantas-peces y cerdos-peces.

Para elevar la eficiencia en la utilización de energía, disminuir los costos e incrementar la producción y los ingresos, varios sistemas pueden interactuar para crear una integración entrelazada a través de ciclos de nutrientes longitudinales y transversales y de flujo de energía (Fig. 9).



**Figura 9.** Modelo de piscicultura integrada con pollos-cerdos-peces.



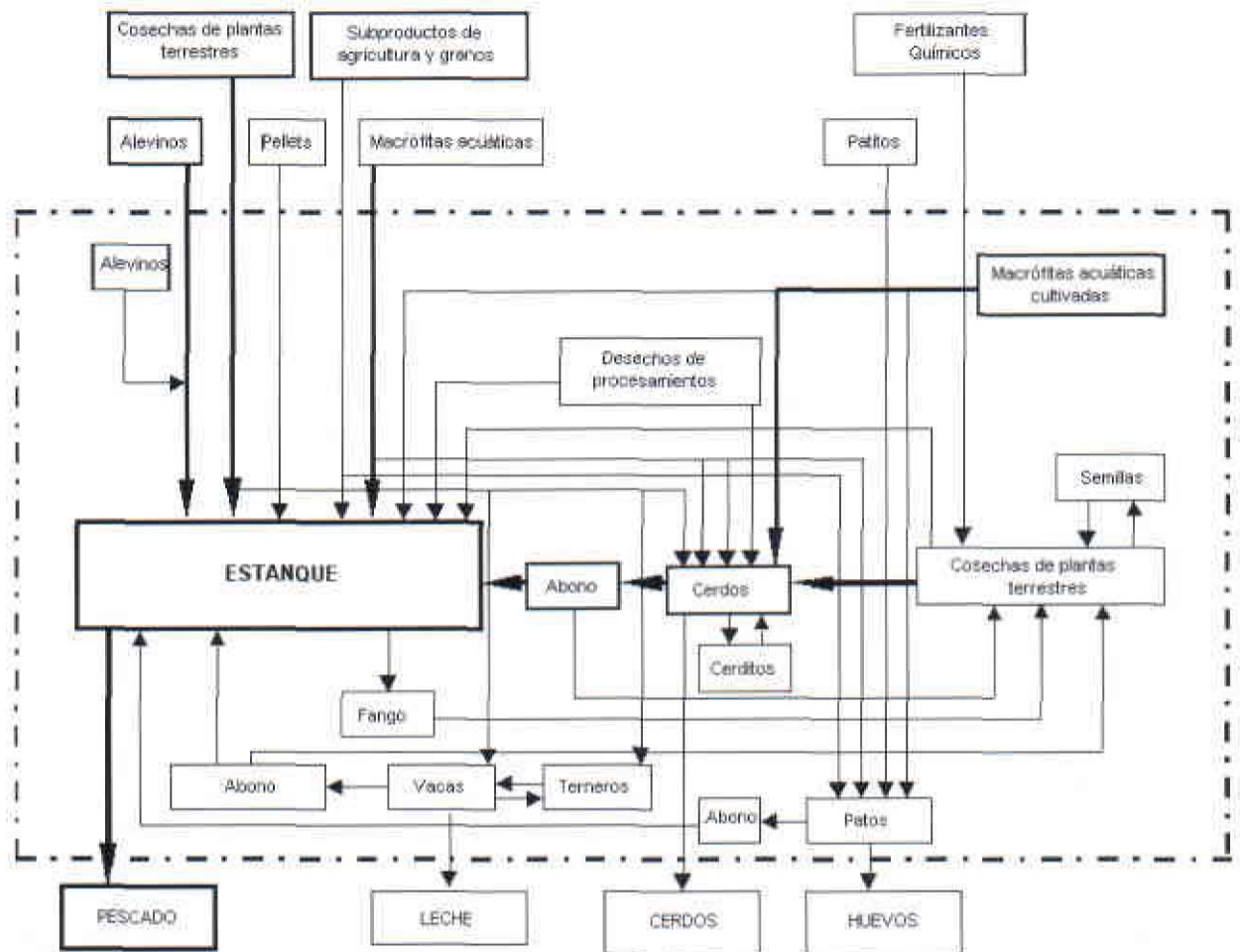


Figura 11. Esquematzación de un manejo integrado de peces con animales de campo y cultivos agrícolas.

## BIBLIOGRAFÍA

- DORADO, M. y G. SALAZAR. 1993. Cultivos integrados a otras actividades agropecuarias. 251-262 p. En: Rodríguez, H., G. Polo y G. Salazar (Eds.), Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, Bogotá, 286 p.
- IFFC, 1998. ASIAN-PACIFIC REGIONAL RESEARCH AND TRAINING CENTRE FOR INTEGRATED FISH FARMING, Wuxi, Jiangsu Province, China. 18<sup>th</sup> International Training Course on Integrated Fish Farming. Participación personal.
- NACA. 1989. Integrated Fish Farming in China. NACA Technical Manual 7. A World Food Day Publication of the Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. 278 p.