



## LOS CAMINOS PARA UNA ACUICULTURA SUSTENTABLE

(Extractado y adaptado del artículo de F. Kubitzka, publicado en Panorama da Acuicultura, mayo-junio, 2010).

### *¿Qué es un emprendimiento sustentable?*

Para que una actividad sea sustentable, deben atenderse los aspectos ambientales, económicos y sociales. La acuicultura necesita ser rentable, desde le punto de vista de un retorno adecuado de las inversiones, del desarrollo económico local o regional, de la generación de divisas por medio de exportación, e inclusive,



desde la estrategia de seguridad alimentaria y alivio de la pobreza, en un determinado país. De todas formas, es preciso promover el “bienestar social”, a través de la oferta de empleo y rentabilidad, de la creación de un ambiente agradable de trabajo, así como de la creación de oportunidades de desarrollo social en el entorno. Finalmente, debe contribuir a la preservación de los recursos naturales, tanto de aquellos existentes en el entorno y directamente utilizados por los emprendimientos individuales o polos de producción acuícola; como de aquellos empleados por otros emprendimientos de los que se dependa.

En un horizonte a corto plazo, existe una valoración desequilibrada de los aspectos económicos en detrimento de los sociales y ambientales. El objetivo está puesto en maximizar la producción dentro de las limitadas condiciones de espacio, del recurso hídrico y de la capacidad biológica de los animales que se producen en cada emprendimiento. No se debe olvidar, que los emprendimientos acuícolas son altamente dependientes de la calidad ambiental, por ello, su operación al límite de su capacidad de sustentación, comprometen los resultados a mediano y largo plazo, al volverse más competitivo el sector, debido a reducciones en los precios o menores márgenes para errores e ineficiencias.

La excesiva intensificación de los cultivos demanda una alta inversión, genera mayor dependencia de la energía y aumenta la incidencia de las enfermedades, entre otros aspectos negativos. En consecuencia, se producen significativas pérdidas de los peces bajo cultivo (dinero perdido que solo se percibe en el

balance final, o cuando el emprendimiento ya quiebra); así como una disminución en los índices de crecimiento y conversión alimentaria. Además, se genera una alta dependencia del uso de medicamentos, bioremediadores, productos químicos, probióticos y toda una gama de productos y soluciones que son ofrecidos y adquiridos cuando los productores se enfrentan a una enfermedad terminal. Los costos se elevan, las ganancias se desmoronan y el emprendimiento se vuelve deficitario o bien alcanza la quiebra.

Así, bajo una perspectiva a largo plazo, el concepto de sustentabilidad es aquel que consigue atender las necesidades humanas (alimento, renta, servicios o bienestar general), manejando de manera integrada y eficiente los recursos naturales, de tal forma, que se pueda mantener y, hasta mejorar la calidad ambiental, conservando los recursos naturales para futuras generaciones.

### ***Crisis para no olvidar y ejemplos para orientar el futuro:***

En el inicio de la década, los productores de camarón marino en Brasil (aún conociendo los colapsos sufridos por la producción de la camaronería en Ecuador y en el sudeste asiático, por causa de enfermedades como la “mancha blanca”), se entusiasmaron con los altos índices de productividad obtenidos en tan poco tiempo y con los buenos precios presentes a nivel internacional. Entonces, buscaron cada vez más, alcanzar las mayores productividades de camarón por área de cultivo, aún a costa de pesadas inversiones en aireación y al ofrecimiento cada vez más intenso de raciones. El proverbio de que “estas desgracias ocurren a otros y no a nosotros” no se cumplió en el caso de Brasil. Los mismos problemas sanitarios acontecidos por el sector en los otros países, se repitieron en Brasil, debido a la adopción de un modelo de producción equivocado, que no respetó los fundamentos y los límites biológicos de la acuicultura y que sucumbió frente a una visión inmediata de los resultados y las ganancias; implantado un descontrolado patrón de ocupación de las áreas costeras, sin que hubiese una adecuada zonificación para la expansión de la actividad.

Debido a esta postura, el sector fue criticado fuertemente por los ambientalistas y presionado por las agencias ambientales. La disminución en la producción y los aumentos en los costos debido a las enfermedades producidas, junto a un escenario económico desfavorable en el mercado internacional; resultó en el cerramiento de un gran número de emprendimientos en el país, sumando un enorme desempleo y al incumplimiento del sector. Esto, exigió un cambio drástico en la estrategia de producción para los emprendimientos que sobrevivieron que, solo recientemente, y a través de la consolidación del mercado interno, consiguieron una recuperación.

Un drama similar fue el de la salmonicultura chilena, después de haber alcanzado un estatus de segundo mayor productor mundial del salmón, sufrió los rigores de una enfermedad viral, atribuida a una creciente intensificación y a una inadecuada zonificación de sus cultivos. A pesar de la rápida reacción de la industria aplicando medidas de control sanitario y re-estructuración de cultivos, Chile experimentó una significativa quiebra de su producción y, consecuentemente, una reducción de sus exportaciones del orden del 30% en el 2009 y niveles bajos en el

2010 y esperando recuperarse completamente hacia fines del 2011. Este escenario produjo desempleo y también el cierre de un gran número de emprendimientos productivos y servicios ligados al sector.

Tanto la camaronicultura brasileña como la salmonicultura chilena, sufrieron y aún sufren severas críticas por parte de los ambientalistas. Ambas tuvieron que volver a evaluar sus estrategias de producción, de mercado y, principalmente de interacción con los recursos naturales donde están insertadas, luego de sufrir el impacto de problemas debido a las enfermedades. Son, por lo tanto, importantes ejemplos para los sectores emergentes de la acuicultura que desea crecer en Brasil, con la producción de tilapia y de peces redondos que se encuentra en expansión en gran parte del territorio, y que no puede repetir las mismas equivocaciones e ignorar la importancia de consolidarse como actividad sustentable.

### ***Pre-requisitos y tendencias para una acuicultura sustentable:***

El concepto de actividad/emprendimiento sustentable, es algo bastante complejo de prever y abarca la atención sobre diferentes aspectos que rigen los emprendimientos. El camino a seguir para alcanzar la sustentabilidad, debe tener en consideración las limitaciones biológicas de cada sistema de producción, el uso integrado de los recursos, la preservación y, hasta asimismo, la restauración de la calidad ambiental, además de otros aspectos. A continuación se discuten algunos de los pre-requisitos y tendencias de los emprendimientos acuícolas rumbo a la sustentabilidad.

***Observación y respeto por los límites de producción:*** un determinado ambiente (mar, estuario, embalse, río, tajamar, estanque excavado, jaula o cualquier otro recurso natural), tiene una capacidad máxima para asimilar residuos orgánicos y nutrientes generados a partir de una producción, o sea que posee un límite de sustentabilidad de biomasa (materia viva). Este límite se denomina técnicamente “capacidad de soporte o capacidad de carga”. Operando por encima de la capacidad de carga, los emprendimientos corren grandes riesgos de mortalidad de peces debido a problemas de calidad de agua y por enfermedades. Por ello, los modelos de producción deben estar estructurados para operar dentro del concepto de “biomasa económica” y de “biomasa ambientalmente sustentable”, dos valores de biomasa bien por debajo de la capacidad de carga que haya sido determinada.

***Aprovechamiento eficiente de la productividad primaria (fitoplancton) y detritus orgánico, generados por los sistemas de producción:*** en el cultivo de peces realizado en estanques con baja renovación de agua, existe un gran aumento de la productividad primaria debido al aporte de los nutrientes, vía la ración ofrecida a los animales, la fertilización y las excreciones de los mismos animales. Así, dentro de una gran diversidad de especies potencialmente cultivables, y aceptadas en mercado, debe optarse por el cultivo de especies capaces de aprovechar eficientemente los alimentos naturales y el detrito orgánico generado en el ambiente de cultivo, reduciendo la carga orgánica en estos y en los efluentes. Las especies que consumen fitoplancton (alimento natural masivamente abundante en los estanques de cultivo), son las más indicadas. El “policultivo” con especies de peces detritívoros y planctófagos, también es una buena opción.

***Mínimo uso de agua y aporte de efluentes:*** en un futuro muy próximo, deberá existir una reglamentación aún más estricta sobre el uso de agua y la calidad de los efluentes en acuicultura. Por lo tanto, los sistemas de producción basados en un uso mínimo de agua, tendrán cada vez más importancia. Un ejemplo de ello, es evidenciado en la industria productiva del “catfish americano” de Estados Unidos, donde los estanques de producción (una vez llenos), no reciben prácticamente, más aporte de agua en forma voluntaria (apenas les llega agua de lluvia directamente) y en el caso de los embalses o represas, el agua proviene de captación de la cuenca de alrededor de los estanques. El nivel de agua es mantenido, posibilitando el almacenamiento por lluvias sin que desborde, minimizando así, la descarga en los efluentes. Los estanques de producción de este catfish, se drenan totalmente solo cada 3 a 8 años. A lo largo de este período se realizan pescas selectivas parciales, retirando los peces de talla de mercado y sembrando seguidamente más juveniles, reponiendo los retirados. El modelo de producción del catfish americano puede ser aplicado perfectamente a la producción de los peces redondos, que no se reproducen durante el cultivo y son fácilmente capturados con redes de arrastre. Así, sería posible utilizar la estrategia de varias pescas selectivas y siembras posteriores para reponer lo extraído, sin necesidad de drenar totalmente los estanques. En el caso de la tilapia, que es un pez de pesca selectiva más difícil, y que podría presentar una abundante reproducción durante su engorde, se necesitará un drenaje completo de los estanques al final de cada ciclo de cultivo. Aún así, el agua drenada puede utilizarse, aprovechándola para el próximo ciclo de producción o para otros estanques con una economía significativa, con correctivos y fertilizantes, y posibilitando así, el inicio de un próximo ciclo de cultivo con buena cantidad de alimento natural (plancton) presente en los cerramientos.

Además del menor consumo de agua y el mínimo aporte en los efluentes, la reducción de las pescas selectivas con bombeo (en pisciculturas abastecidas con bombeo), y del menor costo por uso de correctivos como la cal y los fertilizantes; los sistemas con renovación cero y reaprovechamiento del agua, minimizan o hasta eliminan, los escapes de peces hacia el ambiente.

***Menor dependencia del uso de energía:*** se sabe que la demanda de energía (originada en combustibles fósiles u otras fuentes) no dejará de crecer en el planeta. De esta forma, es necesario optimizar el uso de energía por tonelada de pescado producida. Esto puede lograrse con la adopción de sistemas de producción menos intensivos, poco dependientes del uso energético para aireación o bombeo de agua. También, se logra a través del mejoramiento tecnológico con nuevos sistemas intensivos de producción, como los realizados en unidades de recirculación y tratamiento de agua, o en sistemas basados en formación de “bioflocos” que, a pesar de una gran dependencia de energía, posibilitan producir grandes volúmenes de peces con limitado uso de agua y espacio; minimizando los efluentes.

***Uso de raciones de alta calidad basadas en ingredientes vegetales:*** las raciones de alta calidad y digestibilidad, maximizan el crecimiento y la eficiencia alimentaria, preservando más tiempo la calidad del agua en los sistemas de cultivo, y fortaleciendo la sanidad y el sistema inmunológico de los peces por

reducción de la incidencia de enfermedades y mortalidades durante el cultivo. Así, se contribuye también a la reducción de los costos de producción y a la reducción del aporte de nutrientes por unidad de pescado producido. Las deficiencias nutricionales contribuyen a la incidencia de enfermedades en los sistemas, particularmente en aquellos más intensivos. Por lo tanto, un adecuado balance nutricional y un enriquecimiento vitamínico y mineral de las raciones empleadas en acuicultura intensiva, son fundamentales para la salud y sobrevivencia de los animales bajo cultivo.

Otro punto importante, es la tendencia a la reducción de la dependencia del uso de harinas y aceites de pescado en las raciones. Actualmente, se capturan cerca de 30 a 35 millones de toneladas anuales de peces, exclusivamente para elaboración de harinas y aceites de pescado. Con el aumento de la población mundial (7.000 millones a octubre 2011), buena parte de este pescado, deberá servir directamente al consumo humano. Así, la producción de harinas y aceites para uso en raciones de peces, deberá ser con preferencia obtenida de los residuos de la industria del pescado e inclusive, del proveniente de las pisciculturas. Por lo tanto, el uso de raciones formuladas en base a ingredientes vegetales y en subproductos de la industria animal en sustitución de la harina de pescado (que ya es común en el cultivo de muchas especies de peces), disminuirá el uso de los recursos pesqueros y contribuirá a la sustentabilidad de la acuicultura y de otras producciones animales.

***Opción por el cultivo de especies de bajo nivel trófico, eficientes en el aprovechamiento de raciones formuladas:*** conforme a lo ya comentado, los emprendimientos acuícolas deben optar por especies capaces de aprovechar alimentos naturales y/o convertir eficientemente las raciones formuladas a base de ingredientes vegetales, con mínima dependencia de la harina de pescado. Bajo este aspecto, el cultivo del surubí u otros peces que tienen un hábito alimentario originalmente carnívoro, con raciones a base de granos, será más sustentable que el producir tilapias o amur, con raciones que contengan alta inclusión de harina de pescado. El concepto que muchos sostienen respecto de que el cultivo de estos peces carnívoros es una actividad no sustentable desde el punto de vista ambiental, o poco eficiente en términos de producción de carne; generalmente se derrumba cuando estas especies son producidas con raciones basadas en granos y harinas de subproductos de la industria animal, como sucede en Brasil.

***Uso de recursos en forma compartida con otras actividades:*** Brasil posee una gran ventaja en relación a la mayoría de otros países, frente a este requisito. El modelo brasileño de generación de energía (a través de hidroeléctricas instaladas en casi todo el territorio) y la inversión en represas para aliviar los efectos de las sequías (en particular en la Región del Nordeste) ofrece una gran área con embalses y un acumulo de agua, que puede ser de uso compartido para diversas actividades (generación de energía, abastecimiento urbano y rural, irrigación, recreación, acuicultura, etc.).

Esto posibilita un gran avance en la producción de peces en jaulas suspendidas en cuerpos de agua, en varias regiones el país. Usando exclusivamente el potencial hídrico ya instalado en los embalses, Brasil podrá convertirse en uno de los

mayores productores mundiales de pescado en forma sustentable. Además de este potencial, existe también un gran volumen de agua represada en propiedades particulares, usada con fines de riego, consumo animal, o combate de incendios. El cultivo de peces posibilita, por lo tanto, el uso más eficiente de estos recursos y crea mejores perspectivas de retorno del capital invertido en estas represas, sea a través de un retorno financiero directo en emprendimientos particulares, o por la generación de oportunidades de trabajo, renta, ascenso económico, bienestar social, producción de alimento de calidad y de valores económicos, a través del establecimiento de polos acuícolas de producción.

***Aumento del número de emprendimientos de menor porte con objetivo de comercio local/regional de pescado:*** aún a pesar de que actualmente se observa la formación de grandes conglomerados industriales en el sector de producción animal, con grandes grupos incorporando emprendimientos de menor porte en todo el mundo, existe un entendimiento de que, con el aumento de los costos del combustible y el transporte, existirá en el futuro, una tendencia a la regionalización de los emprendimientos de producción de alimentos e insumos. Un ejemplo de esto, es la descentralización de la producción de raciones para peces y otros animales, observado en Brasil. Al inicio de la década del '90, las principales empresas de raciones se concentraban particularmente en el Sudeste y Sur del país. Con la expansión de la acuicultura en los estados del Nordeste, Centro-Oeste y Norte, diversos fabricantes establecieron fábricas para producción local de raciones, reduciendo los costos de flete y llevando a una mayor competitividad los precios de los productores y, en algunos casos, aprovechando nichos o mercados locales y regionales, con mejor logística y menor costo de distribución de los productos. En un panorama macro, también ocurrió lo mismo con el cultivo de camarón que se enfocaba 100% a la exportación. Al enfrentarse al desfavorable cambio, con aumento de costos y enfermedades, sumado a una tasa "antidumping" impuesta y la disminución de los precios internacionales del camarón; el mercado nacional se salvó, a merced de menores costos de distribución y precios más favorables a los de exportación.

Otro punto a considerarse, es el hecho de que año a año aumenta el número de consumidores alertas a cuestiones ambientales y que optan por productos locales o producidos a una distancia mínima de donde viven, contribuyendo así con el desarrollo local y el menor uso de los recursos naturales y la emisión de gases contaminantes. Para disminuir el uso de los recursos naturales en el mundo (y el dinero en el propio bolsillo) tiene realmente más sentido, que un ciudadano que habita en una región donde se produce pescado lo compre allí, y no en otros estados, o bien, adquiera otros peces originados en otros países. Así por ejemplo, pueden optar por la compra de filetes de tilapia, costillas de tambaquí (símil pacú), camarones y otros pescados producidos en Brasil, sustituyendo al salmón proveniente de Chile.

***Sistema de producción integrado y compatible con otras actividades de producción, conservando o mejorando el ambiente del entorno:*** desde el momento de la planificación para implantar un emprendimiento acuícola, deben evitarse los conflictos con otras actividades. Durante la selección del sitio para ubicar el proyecto, debe optarse por áreas que no sean empleadas por otras actividades de producción de alimentos. En la planificación y operación de un

emprendimiento acuícola, debe primar el uso racional y el manejo adecuado de los recursos hídricos y del área, emprendiendo acciones de recomposición forestal y otros. Como ya se resaltó, debe adoptarse por estrategias de producción para una descarga mínima de efluentes. Siempre que sea posible, los emprendimientos, deberán aprovechar los beneficios de la integración con otras actividades, con el fin de alcanzar beneficios mutuos en el uso de recursos, insumos y subproductos. Un ejemplo, es la integración de la acuicultura con otros cultivos agrícolas, a través del riego con agua de descarte de los estanques de cultivo, o almacenada en los reservorios empleados para producción de peces libres o cautivos en jaulas. También pueden establecerse cultivos agrícolas en los propios estanques de producción de peces, aprovechando el incremento en fertilidad de los suelos de sus fondos, luego de un ciclo de producción, procediendo así, a rotar los cultivos (un año arroz/ un año peces; arroz-soja-peces, alternadamente). Los restos de los cultivos y de los subproductos agrícolas también pueden utilizarse como alimento suplementario para los peces en sistemas menos intensivos, combinados con la fertilización de los estanques.

La integración de la piscicultura con la producción de cerdos o aves, suele producir beneficios mutuos para ambas actividades. El estiércol de los animales que, sin mejor opción, acabaría siendo depositado en el ambiente, puede ser utilizado para estimular la producción primaria y, con ello, la producción de peces planctófagos y detritívoros con un uso mínimo de raciones externas. En Santa Catalina, por ejemplo, existe un gran polo de producción de peces, basado en la integración de la cría de cerdos, que ha contribuido con un significativo volumen a la producción de pescado, otorgando una renta apreciable a un enorme número de pequeños productores rurales. También en el futuro, se podrá emplear en piscicultura, el agua proveniente de plantas de tratamiento de las grandes ciudades, reciclando así, los nutrientes existentes en ellas y generando la proteína necesaria y de alta calidad y de bajo costo; reduciendo también el uso de agua limpia, la contaminación de los recursos acuáticos y apoyando a la sustentabilidad del planeta.

**Satisfacción social:** para ser sustentable, un emprendimiento debe mantener un adecuado ambiente de trabajo, una remuneración justa para sus empleados y un programa de estímulo de capacitación y crecimiento dentro de cada empresa, evitando la alta rotación de personal en mano de obra, que son comunes en los emprendimientos agropecuarios o los de acuicultura. Además de contribuir con el desarrollo económico local, a través de la demanda de insumos y servicios, los emprendimientos acuícolas deben apoyar las acciones institucionales y comunitarias que promuevan el bienestar, la salud y el desarrollo social y cultural de la comunidad.

**Señales que indican que un emprendimiento está en camino inverso a la sustentabilidad:** en el territorio brasileño se aprecian emprendimientos de todos los portes que, por desconocimiento o no consideración de los principios básicos de la acuicultura, enfrentan actualmente problemas crónicos en sus producciones que, si no se solucionan, comprometerán su continuidad a corto o mediano plazo porque no llegan a ser sustentables, incluso en sustentabilidad financiera. Es muy común en estos emprendimientos, la búsqueda incesante por maximizar producciones dentro de un espacio limitado o bien, condicionado los recursos

naturales. Así, operando por encima de una biomasa segura (dentro de las unidades de producción o dentro del ambiente donde está insertado el emprendimiento), alcanzan los límites de su capacidad de carga o soporte, con muy alto riesgo de mortalidad de los peces, resultado de la degradación de la calidad del agua y de enfermedades, o asimismo, por el propio riesgo de colapso de emprendimientos vecinos, que comparten el mismo ambiente. Algunas de las señales que preanuncian la ausencia de sustentabilidad de un emprendimiento acuícola, son las siguientes:

- Ausencia de registros y controles de producción y de costos;
- Ausencia de monitoreos de calidad del agua;
- Irregularidades en la oferta y calidad de insumos básicos, como por ejemplo, alevinos;
- Mortalidades crónicas a lo largo del cultivo;
- Episodios agudos de mortalidades decurrentes por deterioro de la calidad de agua;
- Uso continuo de medicamentos, bioremediadores, probióticos u otros productos para luchar contra las enfermedades de los animales;
- Falta de percepción de los propietarios sobre la importancia de generación de Buenas Prácticas de Manejo Productivas y de re-estructuración de la producción dentro de la capacidad de las instalaciones y del medio ambiente en que el emprendimiento se desarrolla;
- Insatisfacción de los empleados frente a la empresa y alta rotación de los mismos;

***Responsabilidad para alcanzar la sustentabilidad en acuicultura:*** la discusión acerca de la sustentabilidad, abarca las más diversas actividades dentro de las producciones y esto no ocurre solamente en el caso de la acuicultura. De un modo general, en el sector productivo, aún se maneja una visión basada en los resultados económicos inmediatos. Esta visión debe ser corregida rápidamente y orientada por los caminos que llevan a la sustentabilidad del sector acuícola a largo plazo. Debido al carácter multidisciplinario de la acuicultura, diversos grupos actúan y contribuyen a su desarrollo. Es preciso entonces, comprender los pre-requisitos y tendencias para el desarrollo sustentable de la acuicultura, de tal modo que se abarquen las acciones de capacitación, investigación, soporte técnico, producción, y el establecimiento de políticas públicas y reglamentaciones adecuadas para el ordenamiento y crecimiento del sector. Por lo tanto, cabe aquí una distribución de las responsabilidades en pro del desarrollo de la acuicultura sustentable, que por sus atributos naturales, tendrá la obligación de generar alimento para una gran parte de la población del planeta, como ya ocurre desde hace años y deberá producirse con mayor intensidad en un futuro próximo.

***A los inversores, empresarios y productores:*** es a quienes les cabe la responsabilidad de operar los emprendimientos de producción, en forma compatible con la conservación o el mejoramiento del ambiente y del estatus social y económico de su entorno. Del uso de las estrategias de producción que respeten la capacidad biológica (capacidad de carga) de las unidades de producción y del emprendimiento. La opción del uso de raciones de alta calidad

que posibiliten una alta eficiencia alimentaría (índices de conversión alimentaría lo más próximo posible de 1:1). De realizar un manejo sanitario eficiente, con implementación de las Buenas Prácticas de Producción, reduciendo el uso de los medicamentos. De promover una eficiente gestión de los emprendimientos. De formalizar sus producciones, atendiendo a los requisitos de los trabajadores, a los físicos y los ambientales.

***A las empresas de raciones:*** les cabe la comprensión de la importancia de las raciones para el éxito económico y la armonización ambiental de los emprendimientos acuícolas. Por lo tanto, cabe al sector de la nutrición la responsabilidad en el uso de los conocimientos tecnológicos disponibles para la producción de raciones de alta calidad compatibles con las especies, sus etapas de desarrollo y los sistemas de cultivo predominantes en cada país. También deben intensificar su actuación en la concientización de sus clientes y del sector productivo en general, sobre la importancia del uso de raciones de alta calidad para optimización del desempeño productivo, asegurando las buenas condiciones de salud de los animales y minimizando el aporte de nutrientes en las unidades de cultivo y el ambiente. Cabe también la estimulación al mejoramiento tecnológico en las áreas de nutrición y manejo alimentario, focalizando hacia el aumento de la eficiencia en el uso de las raciones, con un mínimo impacto sobre el ambiente.

***A las instituciones de investigación:*** les cabe el desarrollo y la difusión de las tecnologías en áreas estratégicas, destacando ***a) el mejoramiento genético***, con focalización en la optimización de los índices de crecimiento y la conversión alimentaría, el aumento de la resistencia hacia las enfermedades y un mayor rendimiento de carne; contribuyendo así con el aumento en la eficiencia de los cultivos, minimizando al mismo tiempo el volumen de residuos generados por el sector (tanto durante el cultivo como el procesamiento); ***b) nutrición***, con investigaciones enfocadas en los muy diversos aspectos del uso de ingredientes vegetales (granos, aceites, harinas y subproductos diversos, etc.), así como los subproductos animales abundantes en cada país. También, el desarrollo y evaluación de los productos palatables y estimulantes del consumo de raciones a base de ingredientes vegetales para las especies carnívoras y marinas con potencial de cultivo y mercado, de tal forma que se reduzca la dependencia de la acuicultura del uso de la harina de pescado; ***c) manejo sanitario y control de enfermedades***, a través de la selección de material genético resistente, del desarrollo de vacunas, y de la evaluación de estrategias eficaces que minimicen la aparición de enfermedades; contribuyendo así a la reducción de las mortalidades durante los cultivos y a una menor dependencia en el uso de medicamentos y varios terapéuticos. A pesar de la importancia de la investigación básica, gran parte del desarrollo tecnológico surge a través de la interacción entre los investigadores y los productores, los que desafían a los primeros con problemas prácticos relevantes para la sustentabilidad de los emprendimientos y del sector; ***d) la transformación y aprovechamiento de los subproductos y residuos:*** con el desarrollo de la tecnología para el aprovechamiento de residuos y subproductos generados durante el cultivo y el procesamiento. Como ejemplo, existen estrategias de integración con otros cultivos (moluscos, algas, plantas acuáticas, cultivos agrícolas, entre otras posibilidades); extracción y concentración de biomasa fitoplanctónica para producción de biodiesel o de ingredientes para

raciones de animales y, desarrollo y difusión de la tecnologías para el aprovechamiento integral del pescado.

***A los profesionales de capacitación en acuicultura y áreas afines:*** cabe entender que, además de los tópicos específicos de importancia para el sector (limnología y calidad de agua, fisiología y anatomía, microbiología, bioquímica, química, nutrición, tecnología de reproducción, sanidad, mejoramiento genético, sistemas de cultivos, instalaciones y equipamiento para acuicultura, gestión económica y ambiental de emprendimientos acuícolas, metodología de investigación científica y todo los demás que pueda abarcar un curriculum de curso específico de formación para profesionales en acuicultura), deberá resaltarse también la importancia del compromiso de los profesionales del futuro, de aplicar los principios fundamentales que rigen la producción de los organismos acuáticos y que son fundamentales para la sustentabilidad de los emprendimientos productivos.

***A los profesionales especializados que actúan como soporte técnico en los emprendimientos de producción:*** deben tener bien arraigados los conceptos y fundamentos de producción acuícola. Deben tener conciencia de la necesidad de una continua actualización tecnológica, hoy fácilmente accesible a través de la web y de numerosas publicaciones específicas del sector; y deben además, tener la responsabilidad de proporcionar el soporte técnico necesario para la implantación y operación de los emprendimientos, aplicando conceptos y estrategias para una producción sustentable.

***A los responsables de la coordinación para el desarrollo de la acuicultura en cada país:*** les cabe la definición de las políticas públicas y reglamentaciones ambientales con base en criterios técnicos y científicos y en las reales potencialidades regionales. Deben también colocar los intereses de desarrollo del país por encima de los intereses políticos, económicos y fundamentalistas de individuos y organizaciones, de forma que se empleen de manera responsable y eficiente los recursos financieros e intelectuales disponibles para la planificación y ejecución de programas, acciones y reglamentaciones para una real contribución al desarrollo sustentable del sector.

