

CONSIDERACIONES SOBRE INSUMOS UTILIZADOS EN LOS ALIMENTOS PARA ORGANISMOS ACUATICOS BAJO CULTIVO. INFORMACION BASICA.

L. Luchini y G. Wicki

Introducción: la producción de acuicultura se sustenta en 4 pilares básicos: ingeniería, tecnología, economía y biología, siendo una base compleja debido a la cantidad de información científico-tecnológica requerida en este ámbito para el éxito de la actividad. Dentro de los temas biológicos, la alimentación de las diversas especies de cultivo es fundamental y ello permitirá lograr el óptimo crecimiento y una alta supervivencia de los animales, así como calidad de producto; tratándose de los conocimientos primordiales a la hora de formular alimentos con adecuada cantidad y calidad de nutrientes, de acuerdo a los requerimientos de cada especie. (Toledo, P., 2012).

Los nutrientes que son requeridos por los peces y otros organismos acuáticos para su reproducción, crecimiento, renovación de tejidos, síntesis de hormonas, enzimas y otras funciones fisiológicas, son similares a los de los animales terrestres; dado que ellos necesitan proteínas, minerales, vitaminas, factores de crecimiento y fuentes energéticas. Dichos nutrientes se suministran a través del alimento natural o bien, el artificial formulado. Cuando se cultivan organismos acuáticos en cautiverio, en ausencia del alimento natural, es necesario proporcionar una dieta artificial que reúna las necesidades nutricionales, según las características fisiológicas de las especies en cuestión y la fase de desarrollo correspondiente al ciclo de vida de cada una. En acuicultura semi-intensiva, el alimento complementa al natural existente en los estanques, tanques, piletas; mientras que en los sistemas intensivos, las raciones alimentarias deben ser de tipo completo (Lopez Macías, 1999).



Estas raciones alimentarias, destinadas a los organismos acuáticos bajo cultivo, se preparan con mezclas de series de insumos (subproductos) de carácter vegetal y animal (harinas, granos, residuos de pescado, etc.) que se balancean entre sí, según las necesidades específicas. Ellos deben proporcionar aquellos nutrientes necesarios para cada especie bajo cultivo, en su fase de desarrollo y condiciones en las que la producción es manejada. Tales raciones pueden ser preparadas a nivel comercial o bien, en el caso de bajas producciones de tipo “rural o familiar” pueden, inclusive, ser preparadas por el mismo productor. De todas formas, al formular raciones y proceder a su elaboración (sea su origen artesanal o comercial), los insumos a incluir se seleccionarán según diversos factores: su precio y calidad, su facilidad de obtención (lejos o en cercanías del establecimiento), tipo de procesamiento (peletizado o extrusado), conservantes a utilizar, etc. Evidentemente, cuando se trata de una ración de tipo comercial, ésta deberá explicitar los porcentajes correspondientes a proteínas, grasas, hidratos de carbono, minerales, etc. En la mayoría de los casos y en nuestro país, estas raciones son presentadas en forma peletizada o extrusada; mientras que cuando se elaboran “caseramente”, serán siempre de tipo paletizado (alimentos hundibles).

Debido a la disponibilidad cada vez más restringida de la harina de pescado, así como también por su alto valor de mercado, ha ido sustituyéndose por harinas vegetales y otras de origen animal de menores costos. Los subproductos originados en los vegetales, muchas veces muestran deficiencias en proteínas o en alguno de los 10 aminoácidos esenciales para los peces y otras veces inclusive, pueden ser deficientes en minerales o contienen compuestos tóxicos (ej. el gossipol en el algodón) o factores antinutricionales tales como lectinas, saponinas, taninos, factor antitripsico, ácido fítico, entre otros (ej., la soja, el girasol, maíz y otros granos). Además, poseen en general, una energía digestible menor que otros subproductos de origen animal que contribuyen a la nutrición de los peces.



La harina de pescado, así como la harina de carne y hueso, son los dos subproductos de origen animal más empleados en la elaboración de raciones para peces; aunque el último desarrollo de tecnologías, permite el empleo de los llamados “ensilados” (de carácter ácido o biológico), que aprovechan los desechos del pescado de mar, de río o de las mismas producciones de otros animales. También existen otros subproductos de origen animal, como la harina de sangre, la de vísceras de varios animales y la harina de pluma hidrolizada, disponibles todos en nuestro país; presentando variados precios de venta y a veces, diferente disponibilidad geográfica (lejos o cerca de los emprendimientos acuícolas).

Alimentos artificiales: según sea su contenido en agua, estos alimentos se clasifican en: húmedos (más del 50% de agua), semi-húmedos (de 20 al 50% de agua) y secos (menos del 20% de agua). Los húmedos deben almacenarse a -18°C durante varios meses y a -3 o -4°C si se mantienen durante varios días, puesto que superando estas temperaturas pueden desarrollarse bacterias. En general, este tipo de raciones suelen prepararse para investigaciones en larvicultura y alevinos de especies cuyas tecnologías de cultivo estén en desarrollo; dado que tales alimentos presentan inconvenientes, como ocurre con la pérdida de nutrientes y la alteración posterior de la calidad de agua durante los cultivos.

En el caso de los semi-húmedos (como la dieta de Oregon), se presentan como una masa pastosa o en forma de granulado. Esta masa consiste en una mezcla de harinas y aceites, junto a otros ingredientes húmedos y almidón (este último le aporta consistencia). Requieren refrigeración al igual que los húmedos y son poco utilizados actualmente, salvo cuando se trata de una investigación primaria o en emprendimientos de baja escala, con producción artesanal de una dieta.



Finalmente, las raciones secas, están constituidas por materia prima sólida y seca, de diferentes clases (granos de cereales, tortas de oleaginosas y levaduras, pudiendo incluir restos de procesamiento de pescado, aceites, etc.) que presentan diversos tamaños y densidades. Las mezclas son homogéneas, tratándose en la actualidad de harinas, lo que permite que en cada ración se encuentren prácticamente todos los componentes en la proporción adecuada. Si las moliendas son apropiadamente elaboradas, se facilitará la uniformidad de las partículas. El mezclado de los ingredientes debe efectuarse cuidadosamente, de forma tal, que la ración cumpla con los requerimientos de la especie a la cual será destinada. Los gránulos o pellets, se obtienen a través de una peletizadora que trabaja mediante prensas. La extrusión, por su lado, se caracteriza por utilizar mayor temperatura ($130-180^{\circ}\text{C}$ por pocos segundos) versus el peletizado tradicional, que se realiza por compresión. El pellet al salir al exterior, presionado a través de un tornillo sinfín, es recubierto en su superficie por un baño de aceite. Al entrar en contacto con el ambiente frío, se produce un proceso de expansión de los pellets, que posteriormente, son cortados a necesidad y secados. El proceso de expansión, permite incorporar a las dietas mayor cantidad de carbohidratos gelatinizados por efecto de la alta temperatura. Este último

proceso, contribuye a mejorar la condición de densidad y flotabilidad del pellet. La extrusión presenta entonces varias ventajas con respecto a la peletización.

La mayoría de las especies de organismos acuáticos de aguas continentales, son capaces de consumir raciones paletizadas (microgranulados) a partir de sus primeros estadios de vida a diferencia de los peces marinos. Según Lovell (1986), el nivel de proteína en las raciones balanceadas para especies de peces de clima cálido, varía de acuerdo a los siguientes factores:

- **edad:** ya que los peces requieren mayores porcentajes de proteína en sus dietas durante las diferentes etapas de su desarrollo;
- **fase fisiológica:** se requiere menos energía en las dietas de mantenimiento que en aquellas destinadas al crecimiento;
- **calidad de la proteína:** una proteína que sea deficiente en alguno de los 10 aminoácidos esenciales para los peces, producirá una menor ganancia en peso con respecto a una proteína balanceada. O sea, se requerirá mayor cantidad de una proteína de baja calidad para un máximo crecimiento, en comparación con una proteína de alta calidad;
- **fuentes de energía diferentes a la proteína:** si la dieta es deficiente en energía, los animales destinarán parte de la proteína ingerida a cumplir con sus necesidades energéticas, reduciendo así, la cantidad de proteína disponible para su crecimiento;
- **nivel de alimentación:** los peces alimentados con un porcentaje inferior a la saciedad, aprovecharán mejor las dietas que contengan altos porcentajes de proteína.



Insumos de origen animal:

- a) **Harina de pescado:** se trata de un subproducto obtenido a través del cocimiento, deshidratación y desintegración de los desechos de pescado, incluyendo también peces de descarte de las pesquerías, restos de fileteado, cabezas, vísceras y escamas. Para reducir el desarrollo de microorganismos durante este proceso y durante su almacenamiento, se incorporan ácidos orgánicos e inorgánicos, aunque una excesiva adición de estos últimos, puede disminuir la palatabilidad en el caso de las raciones para peces.

Una buena harina de pescado no debe ser demasiado grasa (menos del 3%) ni excesivamente rica en hueso (menos del 30% de fosfato cálcico). Si las harinas no responden a estas condiciones y son de baja calidad nutricional, pueden ocasionar enfermedades de tipo nutricional e inflamaciones intestinales.

Si no fuera por su elevado costo y su menor disponibilidad a través de la disminución actual de las pesquerías mundiales y mayor aprovechamiento de especies pesqueras para consumo humano; estas harinas son las que presentan los mejores perfiles, puesto que poseen el equilibrio de aminoácidos necesarios para los organismos acuáticos, sobre todo cuando se elaboran raciones para peces, además de que poseen una alta digestibilidad en relación a otras fuentes proteicas. Las de mejor calidad contienen entre 62 a 70 % de proteína, menos un 10% de extracto etéreo y un 13 % de materia mineral. Además, poseen un equilibrio ideal en referencia a los aminoácidos esenciales para los peces y son fuente de otros macrominerales, como el Zinc, Manganeso, Selenio, Cobre y Hierro (necesarios según las especies a cultivar). En la fracción de lípidos (constituida por aceites y grasas), predominan los ácidos grasos poliinsaturados que son fácilmente oxidados y dan como resultado la rancidez de las harinas, con la consecuente baja en su palatabilidad, y también pueden ser causa de toxicidad en los

peces. La excesiva oxidación de estos ácidos se disminuye por medio de inclusión de antioxidantes, que mejoran el tiempo de conservación de este subproducto animal.

En general, las harinas obtenidas en nuestro país, poseen alrededor de 60 a 64% de proteína bruta y como en su procesamiento se incluyen estructuras óseas, también aportan Calcio. No se las considera como harinas “prime”, ya que en el proceso se incluye todo tipo de residuos de pescado (las mejores harinas son las exportadas). Cuando se emplean productos de origen vegetal en las raciones, la inclusión de un 4 a 6 % de harina de pescado suele mejorar la palatabilidad, aportando además minerales y aminoácidos esenciales (principalmente metionina y lisina), deficitarios en los insumos de origen vegetal. En el caso de raciones destinadas a larvicultura o en las primeras fases del cultivo de organismos acuáticos, es necesario proceder previamente a cernirlas, debido a la existencia de un gran contenido de restos óseos. Su acondicionamiento (al adquirirlas embolsadas), deberá hacerse en lugares secos y sobre-elevados del piso. A nivel mundial se producen anualmente entre 5 y 6 millones de toneladas de este insumo y el techo productivo actual, ha ocasionado que el costo de la misma se encuentre por encima de los 1000U\$ /TM desde mediados de la década del 2000 hasta la actualidad (U\$ 1600 en Octubre 2013).

- b) **Harina de carne y hueso:** son harinas que incluyen tejidos cárneos, vísceras rojas y blancas y huesos de animales, obtenidas bajo procesamiento de cocción y presión. Generalmente, se trata de harinas originadas en ganado bovino y porcino. Debido a la calidad de la materia prima utilizada y a su variabilidad, no se posee un conocimiento acabado de su contenido y composición, aunque su proporción varía entre 45y 60% de proteína. Se trata del insumo mayormente empleado generalmente en la elaboración de raciones para peces. La materia prima deberá estar exenta de pelos, heces, sangre u otros contenidos y no estar excesivamente deteriorada (a veces, para el proceso de extrusión es necesario utilizar el tipo “prime”). En algunos casos, puede tener un alto contenido de calcio y fósforo debido a la inclusión de una cantidad excesiva de hueso, lo que origina a su vez, altos contenidos de ceniza. La harina “prime”, de mejor calidad y a mayor precio también es producida en nuestro país.
- c) **Harina de sangre:** es un subproducto resultado del proceso de deshidratación y molienda obtenido, fundamentalmente, en los frigoríficos de bovinos y porcinos. En general, redondea un 70-75% en contenido proteico, aunque es deficiente en metionina e isoleucina, presentando además, inadecuados niveles de lisina. Como durante el proceso de la materia prima se utilizan diferentes tecnologías, es necesario conocer el porcentaje de proteína existente del subproducto original, así como su calidad; ya que ambos intervendrán posteriormente en la digestibilidad de los animales. Asimismo, es necesario considerar con atención la formulación de las dietas, para mantener el equilibrio en referencia a los aminoácidos y al nivel de proteína necesario; según los requerimientos nutricionales de la especie bajo cultivo, ya que la harina de sangre contendrá un nivel de proteína determinado según su proceso de elaboración. Esta harina presenta baja palatabilidad y como contiene hierro en exceso, no deberá sobrepasarse un nivel de alrededor de un 10% del contenido dentro de la fórmula a implementar.
- d) **Harina de vísceras diversas:** el más conocido y disponible comercialmente en nuestro país es la originada en criaderos avícolas. La materia prima introducida en este subproducto está constituida por cabezas, carcasas, sangre y vísceras propiamente dichas, así como con animales que hayan muerto durante su transporte. El procesamiento al que es sometido el material, abarca un cocido bajo presión, el retiro de las grasas, el secado y el molido de todo lo incluido en el proceso. El tenor de proteína del subproducto varía en alrededor del 55-65% y es deficiente en algunos aminoácidos, como la treonina y la fenilalanina, además de ser deficiente en lisina. También, si el proceso es de naturaleza térmica, puede terminar siendo deficiente en triptófano, aminoácido muy sensible al calor. Posee un contenido de grasas

cercano al 16% y dependiendo del equipo extrusor, este puede limitar el porcentaje de su inclusión. En muchos casos y para disminución de los costos de producción acuícola, se puede utilizar entre otros insumos, como reemplazo en parte de la harina de pescado.

- e) **Harina de pluma hidrolizada:** es un subproducto elaborado en nuestro país, obtenido por medio de una digestión y trituración de las plumas de aves, originadas en las producciones avícolas. La harina de pluma local (provincia de Entre Ríos), contiene hasta un 80% de proteína e inclusive, puede contener por encima de este tenor. Su digestibilidad supera al 80%, aunque suele ser muy rica en cistina, pero es deficiente en un cierto número de aminoácidos, como triptófano, lisina, histidina, metionina, imprescindibles a la hora de formular raciones para peces. Debido a eso y a su baja palatabilidad, su inclusión en las dietas debe ser realizada con cuidado. En experiencias de engorde con pacú (Wicki y Luchini, 2004), se obtuvieron resultados exitosos con la incorporación del 10 % de este subproducto en la dieta; mientras que en especies de aguas frías (salmónidos) su inclusión no suele superar un 7%.
- f) **Ensilados ácidos:** alrededor de la mitad de los desechos originados en el procesamiento de la pesca mundial (cabeza, piel, vísceras, esqueletos, etc.), puede constituirse en materia prima útil para la producción de los llamados “ensilados”. Todos estos residuos (originados tanto en la pesca marítima como fluvial) muestran un contenido proteico importante que permite ser empleado en raciones para organismos acuáticos y han sido desarrollados y probados en el país en el Centro Nacional de desarrollo Acuícola – CENADAC-, con muy buen éxito, tanto en raciones peletizadas como extrusadas.



En la elaboración de los ensilados se requiere una tecnología simple, que se ajusta fácilmente a una producción artesanal de pequeña a mediana escala. Técnicamente, el ensilado de tipo ácido, consiste en la hidrólisis de la proteína, con acidificación de la materia prima (por medio de ácidos orgánicos o inorgánicos), obteniéndose un producto de alto valor nutricional, debido al aporte proteico y que es microbiológicamente estable a temperatura ambiente; lo que facilita su almacenamiento en forma sencilla (Wicki, G. y otros, 2007). Si se desarrollan

ensilados biológicos, la metodología emplea a las bacterias acidolácticas, adjuntando una fuente de hidratos de carbono (melaza, miel u otros), siendo el tiempo de obtención (maduración) mayor en estos casos (Wicki y otros, 2006).

Cualquiera de las dos metodologías empleadas ofrece finalmente, un producto que actúa como excelente sustituto de la harina de pescado (de alto costo y escasez), no necesitando refrigeración, pudiendo mezclarse con el resto de los insumos utilizados en las raciones de alimentos para peces y otros organismos acuáticos, sin contaminación del ambiente circundante. En el caso de los ensilados biológicos, el producto actúa además como un probiótico (Romano, 2007), mejorando la fauna intestinal de los animales. Los dos productos obtenidos (químico o biológico) poseen similares características físico-químicas, pudiendo definírseles como productos líquidos o semilíquidos, a partir tanto de pescado entero, como de residuos. Dichos estados, se alcanzan a través de la acción de las enzimas proteolíticas contenidas en los tubos digestivos de los peces, por lo que es imprescindible contar con

vísceras dentro de los residuos. Estas enzimas presentan mayor actividad a pH 4 y la disminución se logra al acidificar la materia prima.

Los ensilados ácidos, se emplean actualmente en el CENADAC en forma usual en las dietas desarrolladas para especies como el pacú, randiá, langosta australiana, amur, tilapia y últimamente boga, con resultados destacables. Al producir ensilados químicos, de más fácil y rápida preparación, es necesario manipular ácidos, por lo cual la reparación debe hacerse cuidadosamente. Para nuestro país, se recomienda el empleo de ácido fórmico debido a varias de sus características: se trata de un ácido orgánico, por lo que el producto obtenido será del mismo carácter; es de venta libre en comercios del ramo (no se necesita permiso del Sedronar), es menos peligroso para su manipulación que los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico, etc), y tiene alto poder antifúngico y bactericida (su costo es algo mayor que el de los ácidos inorgánicos). La elaboración de las raciones para peces, una vez mezclados todos los ingredientes (incluido el ensilado) y obtenida la pasta final, se puede maquinar artesanalmente, en una picadora de carne con disco de diámetro de orificios de 2-4 mm o más (según la fase productiva) o bien, a través de una peletizadora o extrusora comercial para mayores cantidades.

Insumos de Origen Vegetal:

- a) ***Harina de soja:*** esta harina es el resultante de la extracción del aceite de los granos de soja, mediante presión mecánica o bien por solvente, seguido de su tostado y molido. Actualmente, se considera a la harina de soja como una de las fuentes más importantes de carácter proteico a ser incorporada en los alimentos para peces u otros organismos acuáticos, especialmente para aquellos de carácter omnívoro. En muchas ocasiones, llega a sustituir parcial o totalmente (según la especie bajo cultivo) a la harina de pescado. El tenor de la proteína bruta de este subproducto en nuestro país, varía entre 40 a 44% (generalmente 41% y 44% en la de alta concentración), tratándose de una proteína equilibrada en aminoácidos esenciales, a excepción de bajos niveles de metionina que es necesaria, especialmente, en el caso de los peces. La digestibilidad aparente es de alrededor del 83 al 95% y la única restricción para su empleo, es la ausencia de palatabilidad cuando es destinada a algunas especies carnívoras. Ello es más relevante en las especies como trucha arco-iris y otros salmónidos, por lo que puede sustituirse hasta un 50 % de la harina de pescado en sus raciones; mientras que en peces omnívoros (como el pacú, tilapia, randiá u otros), llega a sustituir completamente a la harina de pescado, especialmente durante su fase de engorde final a mercado.

Es importante conocer cuál ha sido el procesamiento al que fue sometida la soja en su fase original, ya que si el tratamiento térmico ha sido inadecuado, la harina contendrá “antinutrientes” que destruyen la tripsina, una enzima digestiva secretada en el intestino de los peces y otros organismos acuáticos monogástricos; de importancia para su vida normal, así como también las lectinas que impiden la absorción de la proteína y el ácido fólico, entre otros. Es recomendable conocer algunos valores de referencia que indican la calidad del producto, por ejemplo el valor de solubilidad de la proteína que debe estar situado entre 73 y 85% y los inhibidores de tripsina por debajo de 4 mg/g de harina.

- b) ***Poroto de soja:*** este es un producto de amplia distribución y de uso común en las dietas artesanales. Su contenido de proteína se sitúa en alrededor del 24% y el tenor graso alrededor del 17%. Usualmente, se lo hierva con el objeto de desactivar algunos factores antinutricionales, aunque otros quedan activos tales como el factor antitripsico y el ácido fólico.
- c) ***Harina de algodón:*** la semilla de algodón y las tortas del vegetal, constituyen suplementos alimenticios de uso frecuente en las dietas balanceadas para el ganado bovino. Esta harina es obtenida como subproducto de las semillas de algodón por prensado y molienda. Su tenor en proteína suele variar entre 36 y 38%. Es deficiente en los aminoácidos metionina, lisina y

treonina, conteniendo además, una sustancia tóxica albergada en las glándulas de pigmentación, tratándose de un polifenol denominado “gossipol” que causa pérdida de apetito, reduce el crecimiento y aumenta el depósito de grasas en el hígado. Perjudica además, la reproducción en el caso de los peces, por lo cual este insumo se restringe en las formulaciones alimentarias a un 10 o 20% como máximo, dependiendo de su contenido en la semilla (ya que difiere según las distintas variedades del vegetal utilizado), las temperaturas de cultivo y las lluvias acontecidas durante su crecimiento, junto al método de extracción de los aceites. No existe información sobre el contenido en gossipol de las variedades de algodón utilizadas en la Argentina (Stahringer, 2003), aunque a nivel global puede alcanzar hasta el 2% del peso de la semilla. Su digestibilidad varía entre 83-93%. Este subproducto puede ser incluido en las formulaciones para peces, por ejemplo 15% en dietas para pacú no representó efectos deletéreos (Wicki y Luchini 2004). Resulta interesante por su precio accesible en la región del subtrópico argentino, aunque otros varios factores, además del gossipol, limitan su uso y gran parte de su producción es exportada.

- d) **Harina de gluten de maíz:** se obtiene a partir del procesamiento del maíz para la extracción de su almidón. Su tenor proteico dependerá del procesamiento al cual haya sido sometido, pudiendo variar en torno al 63% de proteína bruta. Es deficiente en aminoácidos como lisina, arginina y triptófano y se la emplea especialmente en raciones para larvas y alevines. Su digestibilidad proteica varía entre 86-92% y proporciona buena palatabilidad. A veces, se limita su inclusión cuando se desea obtener filetes blancos, ya que suele conferir pigmentación amarillenta cuando es incluido en alta cantidad, por efecto de los carotenoides que contienen sus granos.
- e) **Maíz:** es considerado como un alimento de alta energía (cerca de 2.200 kcal en maíz crudo molido, versus 3.060 kcal para el material molido y extrusado). Se lo utiliza ampliamente en la cría de distintos animales (cerdos y aves especialmente) y puede también ser utilizado con restricciones en raciones para peces bajo cultivo. En general, cuando mayor es el molido de sus granos, mejor será la digestibilidad de su almidón. Dependiendo de la variedad de maíz utilizado, se obtendrán diferentes grados de expansión del pellet pudiéndose utilizar en porcentajes de hasta el 30% si no se considera limitante por conferir coloración amarillenta al músculo.

En términos generales, los peces son menos tolerantes que los mamíferos a las dietas ricas en carbohidratos, aunque sin embargo, ellos no pueden eliminarse de las dietas artificiales, debido a que constituyen una fuente de energía para el desarrollo de varios tejidos como el cerebro, los glóbulos rojos, el músculo, siendo también formadores de partes de sustancias como los mucopolisacáridos. Los peces carnívoros como los Salmónidos, poseen baja habilidad para asimilación de los hidratos de carbono, metabolizándolos menos eficientemente (reducidas posibilidades de asimilar el almidón de maíz), mientras los omnívoros lo aceptan muy bien. Además, este insumo presenta muy bajo tenor en proteína (9%), aún cuando su digestibilidad es alta, superior al 90% para algunos peces. La harina de maíz es deficiente en aminoácidos como la lisina y la metionina y los niveles de almidón no pueden exceder un 30% en la ración. También es notable que el exceso de almidón en raciones para peces, produce deposición de grasa abundante en los tejidos y desmejora inclusive, el funcionamiento del hígado. Es conocido que, tanto el maíz como sus subproductos, ocasionan cambios en la coloración del músculo de algunas especies.

- f) **Harina de sorgo:** el sorgo, es el quinto cereal en importancia en el mundo, tras el arroz, maíz, trigo y cebada. Argentina es el sexto productor de este cereal y el segundo exportador, comercializándolo especialmente a la UE, Japón y México. Sus mayores cultivos están radicados en el norte de Córdoba. Su harina, constituye el subproducto de los granos del vegetal y puede incluirse dentro de las formulaciones alimentarias para peces, con el resguardo

de bajo contenido en tenor de “tanino” (menos de un 10%). En nuestro país existen cultivos de los dos tipos de sorgo (con y sin tanino) y también se produce elaboración de harinas. Esta, posee un tenor proteico similar al de la harina de maíz, siendo pobre en vitamina A y deficiente en metionina y lisina. Su uso en raciones para peces debe estar limitado a no más de un 10%.

- g) **Harina de maní:** es un subproducto obtenido a partir del molido de la torta resultante del prensado mecánico o extracción por solvente, del aceite de las semillas. Presenta un nivel proteico de entre 42 y 48%, siendo deficiente en los aminoácidos lisina y metionina. Si el almacenamiento se efectúa en malas condiciones, puede desarrollar hongos con producción de aflatoxinas, letales para los peces. Este hecho, tanto como su deficiencia en aminoácidos esenciales, limitan su uso. Argentina es un gran productor, tanto de maní como de su harina, que se exporta normalmente. Su mayor productora es la provincia de Córdoba.
- h) **Harina de trigo:** este subproducto contiene entre 15 a 17 % de proteína bruta, 4,5 % de grasa y 10% de fibra. Su proteína es deficiente en los aminoácidos lisina, metionina y fenilalanina. Dentro de los subproductos de origen vegetal, es el que presenta más alta cantidad de fósforo, aunque contiene bajo tenor en calcio. Dado su gran poder de absorción de agua, se producen problemas en el almacenamiento de las raciones que contienen un elevado porcentaje de este subproducto; especialmente en sitios con alta humedad del aire, como es nuestro subtrópico. Por otra parte, su elevado tenor en fibra, limita su uso en raciones a niveles inferiores al 25%.
- i) **Afrecho de arroz:** este subproducto contiene entre un 11 a 14% de proteína bruta, siendo pobre en la mayoría de los aminoácidos esenciales para peces: metionina, fenilalanina, treonina, lisina e histidina (estos tres últimos, totalmente marginales). Las grasas varían entre un 12-18 % y son altamente insaturadas y de fácil rancidez, por lo que se aconseja almacenarlo en general, en forma lo más fresco posible. En caso de almacenamiento prolongado es útil adicionarle un antioxidante (BHT). Cuando el afrecho es fresco, su palatabilidad es alta, pero al enranciarse, ésta disminuye aceleradamente. Contiene una alta cantidad de fibra, superior en ocasiones al 12%. También posee un alto tenor de fitato, factor antinutricional de origen vegetal, que puede interferir en la absorción de minerales como el P y el Zn, así como también en la digestibilidad de las proteínas. Por lo tanto, debido a la gran cantidad de fibra y grasas que posee, su inclusión en las raciones para peces, se reduce a no más de un 15%; pudiendo emplearse hasta un 20% cuando el afrecho ha sido sometido a un desgrase previo.
- j) **Afrecho de trigo:** contiene 14% de proteína y 4% de grasas, tratándose de un producto energético que posee 53% de hidratos de carbono, lo que lo sitúa como una buena fuente interesante para las dietas extrusadas.
- k) **Almidon de mandioca:** es un gran aglutinante, que contiene alrededor del 90% de hidrato de carbono y debe ser sometido a temperatura para maximizar su potencial aglutinante.
- l) **Almidon de maíz:** almidón ramificado, compuesto principalmente por dextrinas aglutinantes.
- m) **Gluten feed (maíz):** alimento para bovinos en forma de expeller, contiene 22% de proteína, alto contenido energético, mas de 50% de hidratos de carbono. Dietas elaboradas con subproductos de maíz han sido empleadas en las formulaciones para pacú, sin afectar su calidad organoléptica (Wicki et al., 2007).
- n) **Harina o expeller de girasol:** contiene un 29 a 36% de proteína dependiendo de la variedad y del método de extracción de sus grasas (2 a 5%). Más de 12% de fibra, que dependiendo del nivel de su inclusión, puede modificar la velocidad del tránsito intestinal. Las variedades de mayor contenido proteico, pueden resultar más costosas comparadas con el expeller de soja.

- o) **Arroz partido:** se trata de un producto energético, que contiene un bajo tenor de proteína (7,5%) menos de 1% de grasas y 79% de hidratos de carbono, cuya utilización es importante como aglutinante en dietas extrusadas.
- p) **Porotos negro, blanco:** son producidos en cantidades moderadas en el noroeste del país, poseen en general un 22% de proteína en promedio y son fuentes de minerales. Fuera de su zona de producción, presentan alto costo.
- q) **Levadura de cerveza:** contiene proteína de alta calidad (43%) y presenta alta digestibilidad de la misma (mayor al 90 %). Se trata de un insumo de alto costo, muy recomendado en dietas inertes, especialmente para larvas. También es posible utilizar otros subproductos de la cerveza, como por ejemplo, el fermento de cervecería líquido.

Consideraciones finales

Argentina es un productor y exportador de productos y subproductos agropecuarios, por lo tanto, la gama de ellos disponible para la elaboración de dietas para peces, es amplia. Asimismo existen empresas productoras o distribuidoras de complejos vitamínicos, promotores de crecimiento,



complejos minerales y otros aditivos. Si bien es cierto que existe esta disponibilidad, debe tenerse en cuenta la estacionalidad de algunos productos, ya que al ser exportados, algunos de ellos no son encontrados en el mercado a través de todo el año; así como en la zona donde se procesan estos granos y oleaginosas (principalmente región central del país, hasta el norte de Santa Fe). Fuera de ésta, deberá trasladarse no solo la harina de pescado sino que también los expeller de las diferentes oleaginosas y las harinas de origen animal, de calidad. De igual forma, deberá tenerse en cuenta que los granos sin procesar contienen el total de los factores

antinutricionales propios de cada uno.

Otro factor a considerar, es que los alimentos extrusados tienen un alto costo de elaboración (cerca al 50% de su valor), por lo tanto el precio de los mismos no solo es debido al que mantienen sus ingredientes, sino a la limitada producción acuícola actual, que no permite tener líneas en este sentido en forma permanente. Es de esperar que un crecimiento de la actividad induzca a la competencia de diferentes firmas productoras de alimentos con una consecuente reducción de costos, así como la ampliación de la gama de dietas que se ofrecen. Para consultar formulaciones para los peches u otros organismos que actualmente son producidos en Argentina, puede consultarse la página web del Ministerio (www.minagri.gob.ar).

Bibliografía consultada

- Avault, J. 1996. Fundamentals of Aquaculture (A step by step guide to commercial aquaculture) AVA Publishing Company Inc., Louisiana, USA, 889p.
- Kubitza, F. 1999. Nutricao e Alimentacao dos Peixes Cultivados. 3ª Ed., Jundiai, Brasil, 123 p.
- Lopez Macías, J., 1997. Nutrición Acuícola. Universidad de Nariño. Colombia, 211 p.
- Lovell, T., 1993. Fish nutrition in aquaculture. Dept. of Fisheries and Allied Aquaculture, pp 115-222.
- Martin, S.; Wicki, G. y F. Rossi, 2007. Engorde de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en jaulas de pequeño volumen, con dos alimentos de diferente composición. pp 31-43. En: Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimentos para peces. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos – FAO, 64 p.
- Panne Huidobro, S. ; M.Alvarez; A. Fernandez Herrero; E. Manca; S. Martin; F. Rossi y G.Wicki, 2006. Puesta a punto de las metodologías para desarrollo de ensilados biológicos. 67-99. En:

- Desarrollo y estandarización de tecnologías para la producción de alimentos para peces y de productos pesqueros con añadido de valor”. CFI - Dirección de Acuicultura, 99 p.
- Romano, L. 2007, en Tecnologías de ensilados desarrolladas en Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca- FAO: 64 pp.
- Stickney, R. 1979. Principles of warm water aquaculture. J.Wiley & Sons. N.York, 375 p.
- Stahringer, R., 2003. Efecto del gossypol sobre la reproducción de los bovinos. EEA INTA, Colonia Benitez, Chaco (www.producción-animal.com.ar).
- Tacon A., 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Proyecto Aquila II, FAO, GCP/RLA/102/ITA, 572p, Roma.
- Tacon A., Metian M. y Hasan M., 2009. Feed ingredients and fertilizer for farmed aquatic animals. FAO Tech Paper 540, 143, Roma.
- Toledo, P. 2012. El desafío de la proteína para la acuicultura. Infopesca Internacional, N° 49, (enero-marzo, 2012).
- Wicki, G. y L. Luchini, 2004. Development of practical diets for pacú, a south american freshwater fish species. *International Aquafeed*, 7 (3):23-29.
- Wicki, G. et al., 2007. Engorde final de pacú (*Piaractus mesopotamicus*), con raciones basadas en subproductos de maíz, girasol y ensilado ácido. Revista AquaTic, N° 26: 1-8.
- Wicki, G., Panne S., Alvarez, M. y Romano, L., 2007. Tecnologías de ensilado desarrolladas en Argentina: 19-30 p, en Wicki, G. et al. (eds). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos – FAO. 64 p.
- Wicki, G., Dapello, G. y Alvarez, M., (Eds.), 2007. Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimentos para peces. FAO, Roma. 64 p.
- Wicki, G.; S. Panne; M. Alvarez y L. Romano. 2007. Tecnologías de ensilados desarrolladas en Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - FAO. 64 p.