

# Proteína microbiana: producción y uso en la alimentación animal

Carlos Rolz

## Introducción

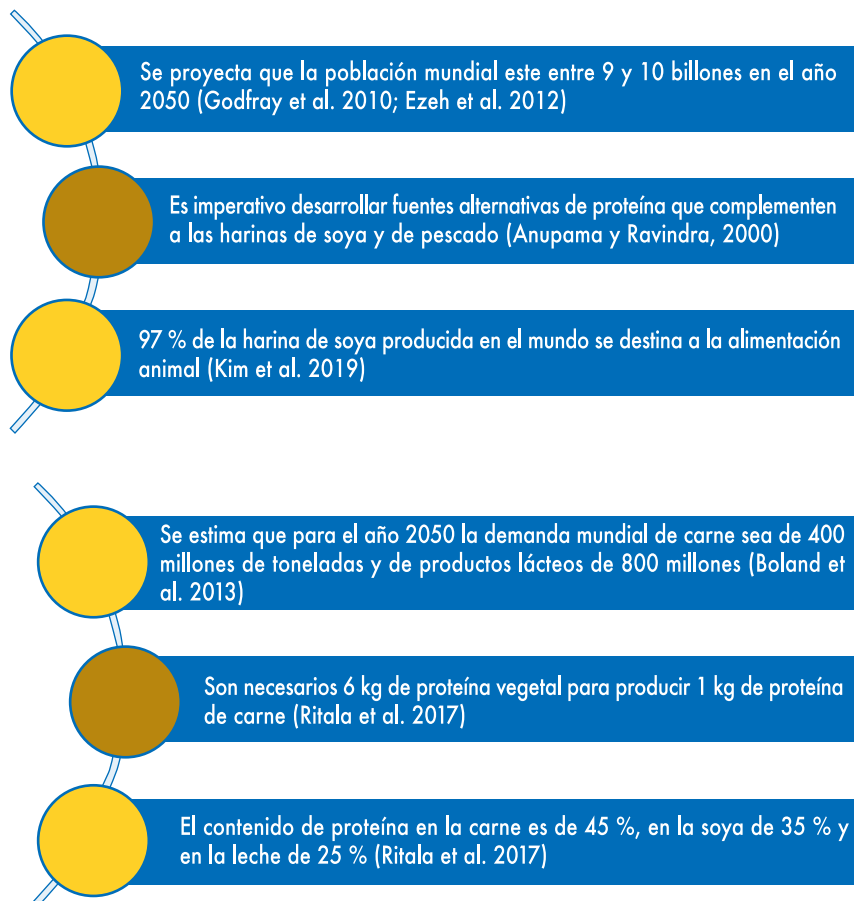
El continuo crecimiento de la población en el planeta ha generado inquietudes sobre la sostenibilidad de la cadena actual de producción agrícola alimentaria, especialmente a la futura disponibilidad de las harinas de soya y pescado, las cuales representan materias primas indispensables en la industria de concentrados para animales, terrestres y acuáticos, como principales nutrientes.

Los humanos necesitan ingerir proteína que aporte las necesidades diarias de los aminoácidos esenciales que el metabolismo humano no puede sintetizar. La proteína de productos de origen animal -no solo la carne, sino la leche y los huevos- se encuentran incluidos, en diferentes preparaciones, en la dieta alimentaria humana desde tiempos inmemoriales.

La proteína de origen vegetal, como la soya y los frijoles, también son valiosas fuentes de proteína, pero requieren de tierra de calidad, riego, fertilización inorgánica y plaguicidas para lograr los rendimientos de campo económicamente atractivos.

Además, estos cultivos, principalmente dedicados como la soya a la alimentación animal, producen serios efectos dañinos ambientales, como la disminución de bosques nativos, emisiones

de gases de invernadero, contaminación de las fuentes de agua superficiales con nitrógeno, debido a la eficiencia pobre de asimilación de las plantas y las pérdidas ocasionadas durante el manejo y disposición del estiércol animal (Pikaar et al. 2018).



Los conceptos anteriores han originado el interés por los microorganismos como fuentes alternativas de proteína destinados exclusivamente para la nutrición animal (Anupama y Ravindra, 2000; Ghorai et al. 2009; Ferreira et al. 2010; Matassa et al. 2016; Ukaegbu-Obi 2016; Vigani et al. 2016; Ritala et al. 2017; Pikaar et al. 2018; Gamboa-Delgado y Márquez-Reyes, 2018).

Por ello, es importante conocer los desarrollos recientes al respecto y sopesar algunas posibles alternativas para una posible producción local.

## Proteína microbiana

A finales del siglo pasado se reportaron con frecuencia estudios de a) las propiedades nutricionales de la proteína celular de algas, bacterias y hongos (incluyendo las levaduras), b) el desarrollo de procesos para realizar el crecimiento celular en reactores, y c) se construyeron plantas demostrativas e industriales<sup>1</sup>. Se le denominó al producto como *Single Cell Protein* (SCP); aunque en la actualidad se continúa empleando el término, algunos autores prefieren emplear proteína microbiana puesto que el mismo incluye también a microorganismos multicelulares como las algas y los hongos filamentosos.

El Cuadro 1 muestra información resumida de la composición celular de algas, bacteria y levaduras, microorganismos que han sido considerados como posibles fuentes de proteína. Las variaciones de las cifras posiblemente se deban a diferentes especies, nutrientes y procesos empleados en su producción y únicamente deben servir de guía. Sin embargo, se nota que puede producirse biomasa celular con porcentajes altos de proteína, comparables al contenido de la harina de pescado. Se ha incluido en la tercera columna el contenido de ácidos nucleicos (ADN y ARN) ya que más adelante serán tratados.

**Cuadro 1.** Características generales nutricionales de algas, bacterias, levaduras y harina de pescado en % en base seca (Gamboa-Delgado y Márquez-Reyes, 2018)

	Proteína	Cenizas	Ácidos nucleicos
Algas	6-62	8-43	3-8
Bacterias	50-65	3-7	8-12
Levaduras	45-55	5-10	6-15
Harina de pescado	59-74	10-22	0.2-0.6

## Concentrados para alimentación animal

La producción mundial de concentrados en el 2016 se estimó en 1 billón de toneladas con un crecimiento anual del 4 % (Kim et al. 2019). El principal destinatario de dichos productos fue la industria avícola, como puede observarse en la Gráfica 1. Sin embargo, la industria de los animales acuáticos ha mostrado una tendencia acelerada de crecimiento.

## Productos disponibles comercialmente

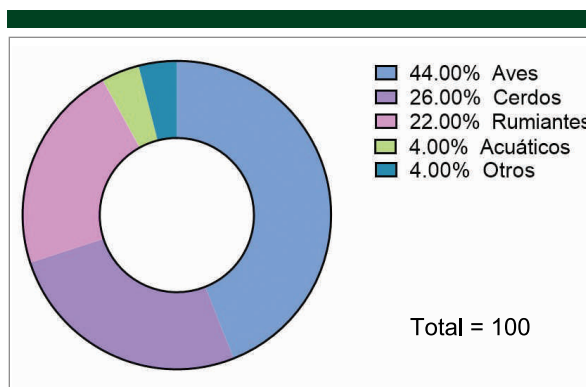
Algunos de los productos comerciales se describen brevemente a continuación. La lista completa puede leerse en Ritala et al. (2017).

KnipBio Meal®, proteína microbiana de la biomasa de la bacteria *Methylobacterium extorquens*, producida a partir de metanol como materia prima. El granulado seco se destina para substituir a la harina de pescado en los concentrados de las especies acuáticas. Existe una versión del mismo enriquecida con carotenoides para satisfacer los requerimientos de ciertas especies<sup>2</sup>.

LynsideR®, producto de proteína microbiana de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, el cual se emplea en concentrados para rumiantes, cerdos, aves y peces<sup>3</sup>.

FeedKindR®, de Calysta Inc., proteína microbiana de bacterias del suelo crecidas empleando metano destinada para ser incorporada a los concentrados de animales acuáticos<sup>4</sup>.

Uniprotein®, de UniBio A/S, proteína microbiana de la bacteria *Methylococcus capsulatus* empleando metano destinada para alimentación de pescado, terneras, aves y cerdos en sustitución de harinas de pescado y soya<sup>5</sup>.



**Gráfica 1.** Producción mundial de concentrados según el grupo destinatario (Kim et al. 2019)

<sup>1</sup> Ver Ritala et al. (2017) para una breve descripción de estos procesos y productos y los problemas en su comercialización.

<sup>2</sup> <https://www.knipbio.com>

<sup>3</sup> <https://www.lesaffre.com/activities/health-care-en/animal-nutrition-health/>

<sup>4</sup> <https://www.calysta.com>

<sup>5</sup> <https://www.unibio.dk/end-product/protein/>

## Procesos de producción

El microorganismo seleccionado se crece en un reactor generalmente operado en forma de lotes o de lotes alimentados, en donde se lleva a cabo el crecimiento de la biomasa empleando un medio constituido por las fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes. Además, se introduce aire para aportar el oxígeno necesario para el metabolismo celular y en algunos casos se controla el pH si fuese necesario. El reactor se mantiene a la temperatura óptima de crecimiento del microorganismo. El medio de cultivo debe esterilizarse previamente de manera de mantener la contaminación al mínimo. La optimización de esta fermentación, como se le denomina corrientemente, implica lograr la mayor productividad posible y el rendimiento de conversión del sustrato a biomasa celular.

Al terminar la operación de fermentación, la biomasa debe recuperarse y transformarse en un producto final estable y de características adecuadas para ser mezclado en los concentrados para animales. La recuperación de la biomasa varía según el microorganismo empleado. Puede implicar las operaciones unitarias siguientes: la sedimentación, centrifugación, filtración convencional o ultrafiltración empleando membranas cerámicas. La biomasa concentrada se deshidrata generalmente por aspersión empleando aire caliente. El producto seco puede ser molido, aglomerado o clasificado por el tamaño de partículas para poder lograr el aspecto final requerido.

Los factores de mayor incidencia en el costo del producto son:

- el costo de las materias primas (fuentes de carbono y nitrógeno),
- la energía requerida para, esterilizar y enfriar el medio, suministrar oxígeno durante la fermentación, y calentar el aire para la deshidratación de la biomasa, y
- la inversión de activos fijos. Los factores anteriores son función de la capacidad de diseño de la planta.

## Aspectos de inocuidad

El contenido relativamente alto de ácidos nucleicos en la biomasa de bacterias, levaduras y hongos filamentosos presenta un problema. Por ejemplo, en los humanos, la ingesta de purinas derivadas de los ácidos nucleicos incrementa las concentraciones de ácido úrico en el plasma sanguíneo, causante de la hiperuricemia. Al estar destinada para mezclarse en concentrados para animales, es recomendable dirigirla a animales de vida corta, gallinas y cerdos de engorde y en el cultivo de especies acuáticas (Strong et al. 2015). Es posible activar las ribonucleasas, enzimas que degradan el ARN, contenidas en la misma célula por medio de tratamientos térmicos y/o alcalinos, con el objetivo de reducir el contenido de ácidos nucleicos, ya que los productos resultantes son expulsados hacia el medio (Ritala et al. 2017).

Por otro lado, el producto final debe cumplir con las regulaciones existentes de inocuidad en las diferentes normas existentes.

## Patentes recientes

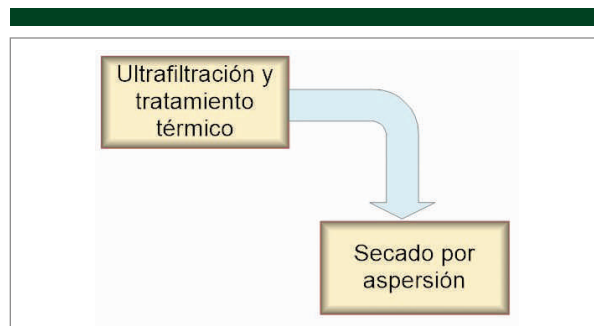
La mayoría de patentes en el campo de la proteína microbiana han sido otorgadas a empresas en China, en donde existe una creciente demanda de proteína de calidad dirigida a los concentrados para animales (Ritala et al. 2017). En dichas patentes resalta el hecho de emplear materias primas para la producción de la biomasa celular derivadas de la agroindustria.

## Procesos alternos

La biomasa de levadura que desecha la industria de la producción de etanol, sea para bebidas o como combustible para adicionar a la gasolina, es considerable. En algunos países se emplea ya como aditivo para los concentrados de animales, pero no se ha explotado totalmente el potencial existente. Una reciente publicación detalla lo referente a la levadura desechada de la producción de cerveza (Ferreira et al. 2010). La Gráfica 2 ofrece el diagrama de flujo de dos operaciones unitarias para preparar la biomasa de levadura, primero, una concentración de la biomasa proveniente de los fermentadores por medio de ultrafiltración en membranas cerámicas, acoplada a un tratamiento térmico para reducir ácidos nucleicos, y luego, el secado del concentrado por aspersión en aire caliente.

Dos publicaciones recientes ilustran el empleo de la proteína microbiana, principalmente de algas, en los cultivos de animales acuáticos, peces y moluscos (Vigani et al. 2015; Gamboa-Delgado y Márquez-Reyes, 2018).

En todo caso, cualquier desarrollo que se intente llevar a cabo en el país tiene que tomar como meta producir un producto debajo de los precios internacionales de la soya y de la harina de pescado, los en la actualidad están entre US\$ 340-350 por tonelada y US\$ 1440-1480 por tonelada<sup>6</sup>.



Gráfica 2. Diagrama de bloques simplificado para el tratamiento de levadura desechada de la industria de producción de etanol

<sup>6</sup> <https://www.indexmundi.com/commodities>

## Productos del futuro

En un futuro inmediato, los productos denominados análogo de carne están capturando el mercado de venta rápida. Tales productos se manufacturan empleando proteínas aisladas de leguminosas como la soya, o de cereales, como el gluten de trigo, y asemejan a la carne en apariencia, color, sabor y textura (Asgar et al. 2010). Además, desde el punto de sostenibilidad y producción limpia el análogo de carne supera al producto cárnico tradicional (Fresán et al. 2019).

En un futuro más lejano, existen iniciativas para lograr producir a nivel industrial y competitivo *tejido de carne cultivado* en bio-reactores. En este método, células madre del músculo esquelético de los rumiantes se cultivan *in vitro* con el objetivo de que crezcan y se desarrollen en un tejido muscular. Los resultados a escala de laboratorio son prometedores y el reto es de aumentar la escala (Moritz et al. 2015).

## Bibliografía

- Anupama, Ravindra, P. (2000) *Value-added food: Single cell protein* Biotechnology Advances 18: 459-479.
- Asgar, M.A., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., Karim, A.A. (2010) *Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs* Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 9: 513-529.
- Ferreira, I.M.P.L.V.O, Pinho, O., Vieira, E., Taveira, J.G. (2010) *Brewer's Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications* Trends in Food Science & Technology 21: 77-84.
- Gamboa-Delgado, J. Márquez-Reyes, J.M. (2018) *Potential of microbial-derived nutrients for aquaculture development* Reviews in Aquaculture 10: 224-246.
- Ghorai, S., Banik, S.P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., Khawala, S. (2009) *Fungal biotechnology in food and feed processing* Food Research International 42: 577-587.
- Kim, S.W., Less, J.F., Wang, L., Yan, T., Kiron, V., Kaushik, S.J., Lei, X.G. (2019) *Meeting Global Feed Protein Demand: Challenge, Opportunity, and Strategy* Annual Review Animal Biosciences 7: 221-43.
- Matassa, S., Boon, N., Pikaar, I., Verstraete, W. (2016) *Microbial protein: future sustainable food supply route with low environmental footprint* Microbial Biotechnology 9: 568-575.
- Moritz, M.S.M., Verbruggen, S.E.L., Post, M.J. (2015) *Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review* Journal of Integrative Agriculture 14 (2): 208-216.
- Pikaar, I., Matassa, S., Bodirsky, B.L., Weindl, I., Humpenöder, F., Rabaey, K., Boon, N., Bruschi, M., Yuan, Z., van Zanten, H., Herrero, M., Verstraete, W., Popp, A. (2018) *Decoupling Livestock from Land Use through Industrial Feed Production Pathways* Environmental Science Technology 52: 7351-7359.
- Ritala, A., Häkkinen, S.T., Toivari, M., Wiebe, M.G. (2017) *Single Cell Protein-State-of-the-Art, Industrial Landscape and Patents 2001-2016* Frontiers Microbiology 8: 2009. doi: 10.3389/fmicb.2017.02009
- Strong, P.J., Xie, S., Clarke, W.P. (2015) *Methane as a Resource: Can the Methanotrophs Add Value?* Environmental Science Technology 49: 4001-4018.
- Ukaegbu-Obi, K.M. (2016) *Single Cell Protein: A Resort to Global Protein Challenge and Waste Management* Journal Microbiology Microbial Technology 1 (1) 5.
- Vigani, M., Parisia, C., Rodríguez-Cerezo, E., Barbosa, M.J., Sijtsma, L., Ploeg, M., Enzing, C. (2016) *Food and feed products from microalgae: Market opportunities and challenges for the EU* Trends in Food Science and Technology 42: 81-92.