

Consideraciones sobre el mercado internacional de la levadura *Torula* (*Candida utilis*)

Arodís Caballero-Núñez

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.

arodis.caballero@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La levadura forrajera es comercializada en el mundo para la alimentación animal (en formulados de pienso seco para la cría porcina, la acuicultura y en la producción de sustituto lácteo para el ganado mayor). También se utiliza como aditivo de otros alimentos humanos. En el mercado internacional de levaduras secas predomina el producto que se destina a la alimentación humana, con valores superiores a los 6 mil millones de dólares anuales, con crecimientos estimados entre el 7 y el 8 %. Dentro de ellas, a lo largo de las dos últimas décadas, se ha producido un incremento notable de la comercialización de levadura forrajera que alcanzó los 738 millones de dólares, con un grupo de productos hechos a partir de varios sustratos, mieles de caña y remolacha, residuos de la producción de vino, residuos lignocelulósicos, entre otros. La levadura forrajera puede hallarse en el mercado internacional con precios que oscilan entre los 10 y 60 USD el kilogramo, para formatos pequeños y, en función del tamaño del envío, los precios oscilan desde 1500 hasta 2800 USD la tonelada. El costo nacional es comparable al de otras latitudes, aunque debe estudiarse la sustitución de fuentes de nitrógeno, la introducción de los avances tecnológicos vinculados con el consumo de los equipos y la operación de secado y el tratamiento de residuales. Este reporte actualiza el conocimiento que existe en el mercado internacional de las levaduras forrajeras y, en especial, la *Candida utilis* e inicia nuevas investigaciones.

Palabras clave: levadura, *Torula*, mercado, alimento animal.

ABSTRACT

Forage yeast is marketed in the world for animal feed (in dry feed formulations for pig farming, aquaculture and in the production of dairy substitutes for large livestock). It is also used as an additive to other human foods. In the international market for dry yeasts, the product is intended for human consumption predominates, with values higher than 6 billion dollars per year, with estimated growths between 7 and 8 %. Within them, over the last two decades there has been a notable increase in the commercialization of fodder yeast that reached 738 million dollars, with a group of products made from various substrates, sugar cane and beet molasses, residues from wine production, lignocellulosic residues, etc. Forage yeast can be found on the international market with prices ranging around USD 10-60 per kilogram for small formats, and prices range from USD 1,500 to USD 2,800 per ton depending on the size of the shipment. The national cost is comparable to that of other latitudes, although the substitution of nitrogen sources, the introduction of technological advances related to the consumption of equipment and the drying operation and waste treatment must be studied. This report updates the existing knowledge of the international market for forage yeasts and especially *Candida utilis* and opens up new research.

Key words: yeast, *Torula*, market, animal feed.

INTRODUCCIÓN

El antecedente histórico más notable del uso masivo de la levadura *Torula* fue en la Segunda Guerra Mundial, utilizada por el ejército alemán en la alimentación de sus soldados (1). Sin embargo, remover el alto contenido de ácidos nucleicos requiere pasos tecnológicos costosos de purificación que incidieron, que no fuera ese el destino comercial más importante. Por otra parte, su alto contenido de proteínas y otros aminoácidos esenciales y su relativa facilidad de producción a partir de los sustratos más variados, orientaron su uso como alimento animal.

De esta manera, para los países que no disponen de otras fuentes proteicas para la producción de alimento animal la levadura *Torula* constituye una alternativa interesante reforzada, además, por el aporte significativo de lisina, significativamente superior al de otros alimentos de origen vegetal, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación del contenido de aminoácidos de la levadura de vinazas con la soya (2)

Aminoácidos (g aminoácido/100 g proteína)	Levadura de vinaza	Soya
Arginina	2.04	3.45
Histidina	1.71	1.41
Isoleucina	1.95	1.98
Leucina	3.90	3.29
Lisina	4.07	2.90
Metionina +cistina	1.08	1.15
Fenilalanina +tirosina	3.24	3.63
Treonina	2.19	1.71
Triptofano	1.07	0.90
Valina	2.29	2.15

Este factor es importante para evaluar el uso de la producción de levadura *Torula* obtenida a escala industrial, mediante un proceso biotecnológico más costoso que la producción agrícola de fuentes proteicas. Los procesos han sido perfeccionados en los últimos años y han favorecido la disminución del consumo de energías, cuyo costo puede hacerlo económicamente inviable para determinadas condiciones locales, lo cual debe ser valorado, considerando las particularidades de cada región y el mercado destino.

La producción de microorganismos unicelulares con fines de alimentación, es de especial interés en aquellos lugares que tengan grandes cantidades de fuentes de carbohidratos barato para su uso, como sustrato y limitadas fuentes de proteínas y vitaminas (3). Entre esos sustratos, los de más amplio uso son las mieles de azúcar, remolacha y extractos del procesamiento industrial de la madera, del maíz, trigo, otras frutas y, en menor medida, los derivados del petróleo.

La levadura forrajera es comercializada en el mundo (código internacional armonizado HS 210220) (4) y entre los destinos más establecidos del producto se encuentran la alimentación animal (la cría porcina, mediante el empleo de levadura en crema, utilizada en Cuba o en formulados de pienso seco, la acuicultura y la producción de sustituto lácteo, para el ganado mayor) y la alimentación humana (como aditivo de otros productos).

Desde mediados del siglo pasado ya están disponibles varias tecnologías para la producción a escala industrial, desarrolladas principalmente por Estados Unidos, Alemania, Francia y Austria. En Cuba, luego de la primera planta de procedencia francesa, establecida en la provincia de Camagüey

en 1963, fue llevado a efecto un intenso proceso inversionista que abarcó 10 plantas, distribuidas desde Matanzas hasta Granma, con dos de esas tecnologías que en los años 80 ocupaban la vanguardia mundial: la Vogel Busch, que lograba proteína de alta concentración, de procedencia austriaca y la Speichim, francesa, con aportes de otros fabricantes de equipos. En 1990 se produjeron en Cuba 79 mil toneladas de levadura *Torula* base seca y los ingresos por exportaciones superaron los 5 millones de USD, además de constituir un producto estratégico en las relaciones comerciales de intercambio con los países socialistas, en especial la República Democrática Alemana (RDA), donde se cambiaba por leche en polvo para la industria nacional (5).

En las últimas décadas del siglo XX, Rumania, Checoslovaquia, Yugoslavia y China producían levadura *Torula* (*Candida utilis*) en plantas cuyas capacidades iban desde 15 hasta 40 toneladas por día de levadura seca, usando como sustrato mieles de caña, de remolacha, incluso, residuales de la industria del papel, y se conoce que el destino final del producto podía ser sustituto lechero, formulación de piensos como aporte vitamínico o como alimentación directa en varias especies de animales (6).

La producción de levadura forrajera está frecuentemente vinculada a la industria maderera y azucarera, que suministra el sustrato. En Cuba y Brasil se establece el vínculo con la industria de la caña de azúcar, pero en Estados Unidos, la República Checa y otros países del norte de Europa está asociada a la de algunos cereales y a la industria de la madera, por la gestión de sus agresivos efluentes. Más recientemente se producen levadura *Torula* y sus derivados en plantas biotecnológicas flexibles, no asociadas a grandes industrias primarias, y en países como Japón y Corea del Sur, se recuperan los ácidos nucleicos, y otros componentes.

EL MERCADO ACTUAL

En el mercado internacional de levaduras secas (*Saccharomyces*, *Candida utilis*, *Kluyveromyces* y otros microorganismos) predomina el producto que se destina a la alimentación humana, con valores superiores a los 6 mil millones de dólares anuales, con crecimientos estimados entre el 7 y el 8 % (7).

En un estudio reciente se establecieron los factores que marcan el crecimiento de este mercado:

- Crecimiento del consumo de las bebidas alcohólicas (sobre todo la cerveza) y no alcohólicas.
- Crecimiento del uso del bioetanol, como alternativa a los altos precios de los combustibles fósiles.
- Crecimiento del uso de medicamentos con base proteica.
- La tendencia al uso de levaduras orgánicas, que disminuyen el insumo de sales de amonio e hidróxido de sodio.

Dentro de la tendencia del mercado de este tipo de productos, también se observa el crecimiento de las ventas de levadura forrajera, destinadas a la alimentación animal.

Las dos últimas décadas se han caracterizado por el incremento de la comercialización internacional de levadura forrajera, que alcanzó los 738 millones de dólares, con un grupo de productos hechos a partir de varios sustratos, como: mieles de caña y remolacha, residuos de la producción de vino, residuos lignocelulósicos, entre otros. En la tabla 2 se listan los principales exportadores y, en la tabla 3, los países importadores (4).

Tabla 2. Lista de los exportadores del producto seleccionado (2015-19).

Producto: 210220 Levaduras inactivas y microorganismos unicelulares

Exportadores	Valores exportados (miles de USD)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Mundo	628 619	664 668	737 289	789 701	738 698
Brasil	81 268	87 831	96 241	92 33	85 08
USA	61 925	66 413	76 683	73 523	76 037
Francia	57 971	56 732	56 35	63 063	67 761
China	38 993	37 748	49 023	56 203	61 763
Bélgica	43 315	42 42	54 991	56 286	54 125
Alemania	28 966	34 641	38 327	40 852	37 489
Italia	30 657	31 783	35 915	34 815	33 585
Estonia	26 95	30 846	32 195	32 264	33 083
Países Bajos	18 35	21 971	25 141	32 777	29 039
Polonia	18 65	23 089	22 415	27 667	26 785
Rusia	25 29	26 46	32 286	35 131	26 327
Reino Unido	50 43	49 721	48 912	50 267	23 914
Dinamarca	13 352	16 821	18 892	22 39	22 978
Canadá	20 519	20 181	23 082	22 61	18 225
España	6 002	6 395	10 964	12 822	16 816
Corea del Sur	5 763	5 924	9 464	13 706	16 738
Japón	12 616	13 955	13 236	15 464	13 124
República Checa	6 601	8 246	7 094	8 994	10 59
México	14 301	16 118	11 205	16 94	9 615
Tailandia	5 615	7 152	6 623	7 627	8 097

Fuente: Cálculos del Centro Internacional del Comercio (ITC, por sus siglas en inglés) basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (4).

Tabla 3. Primeros diez países importadores del producto en 2019.

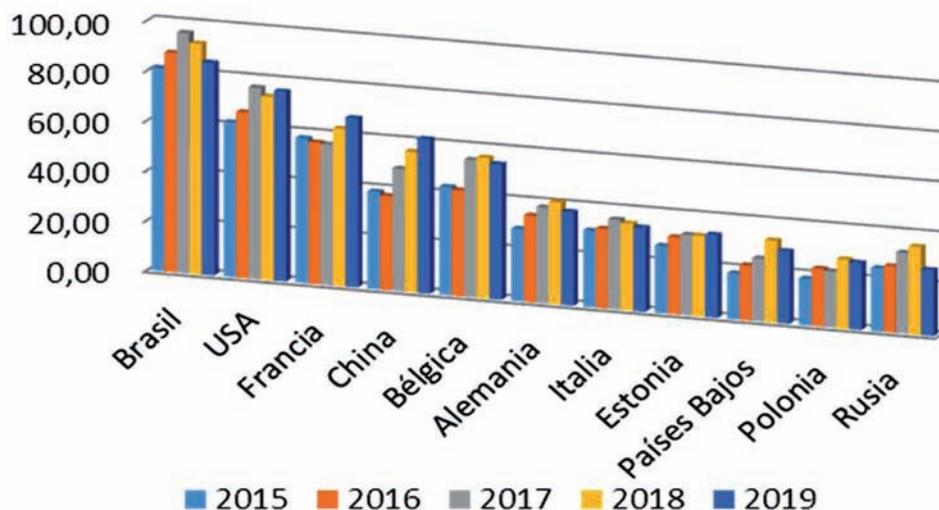
Producto: 210220 Levaduras inactivas y microorganismos unicelulares

País	Cantidad, t	Valor (Miles USD)	Valor unitario (USD/t)
Estados Unidos	40 179	147 063	3 660
Francia	22 378	60 870	2 720
Alemania	63 367	53 555	859
Reino Unido	15 636	49 986	3 197
Belgica	21 334	47 925	2 246
Japon	15 593	45 254	2 902
Países Bajos	11 418	42 805	3 749
Italia	12 047	34 745	2 884
Canada	8 396	30 465	3 629
Arabia Saudita	6 568	23 553	3 586

Fuente: Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (4).

Brasil, Estados Unidos, Francia y China, por ese orden, son hoy los principales exportadores, con valores de ventas por encima de los 50 millones de dólares anuales, cada uno. Otros diez países europeos, dos asiáticos y Canadá aparecen con exportaciones superiores a los 10 millones de dólares anuales. Como se observa en la figura 1, la tendencia de los últimos cinco años es aumentar este mercado, siendo el incremento más notable el de China, que duplica sus ventas desde 2015.

Millones de USD



Fuente: ITC (4). Unidad de medida: millones de USD.

Figura 1. Valor de las exportaciones de levadura forrajera de once máximos exportadores, en los últimos cinco años.

Estados Unidos es el principal mercado de *Torula* y destacan las empresas productoras y comercializadoras: la compañía franco-canadiense *Lallemand*, *Kenegrade*, *Kohjin*, *Gluthatheon*, *Koninklijke DSM* y *Oriental Yeast*. En Brasil: *Manuport Logistica Do Brasil Ltd* y *Acucareira Quarta SA* con más de 10 envíos de entre 1000 y 5000 t en lo que va de año. En el mercado europeo prácticamente todos los países producen, exportan e importan levadura forrajera en cantidades significativas, aunque la característica es el movimiento entre ellos de las materias primas y la exportación de productos terminados hacia América Latina y África. En el mercado asiático, el principal productor y suministrador es China, con un listado amplio de empresas como la *Nanyang Biotgether*, *Xian Le Sen Biotechnology*, *Welgreen* y *Shaanxi Underson Biomedtech*.

En Centroamérica y el Caribe, solo Cuba y México producen levadura forrajera, los movimientos que se registran en la región tienen su raíz en la alianza de empresas guatemaltecas con la empresa Suiza *Attisholz* y los laboratorios *Abbott* de Guatemala, para distribuir el producto en el área (7).

El mercado norteamericano es también el principal importador debido a la alta demanda interna en la producción de alimento animal y piensos balanceados. Tres empresas parecen monopolizar las importaciones de levadura forrajera a ese mercado: *PTx Food Corp*, *GET* y *Agrisent* establecida en Texas, las que recibieron envíos de Brasil, República Checa e Irlanda, entre otros países.

Las empresas que hicieron en 2019 exportaciones de levadura forrajera con destino al alimento animal se muestran en la tabla 4. Las formas más comunes de presentación son bolsas de 20 o 25 kg de peso, con especificaciones de calidad estándares, en las que predomina un contenido de proteínas por encima del 50 %. El tamaño de los lotes de exportación oscila alrededor de las 100 t, pero también se registran embarques mayores.

La empresa *Lallemand*, de Canadá, es una de las más importantes, con plantas en las ciudades de *Blagnac* y *Saint Simon*, en Francia y, recientemente, adquirió la importante empresa norteamericana productora de levadura *Torula Lake States* de Wisconsin, que utiliza como sustrato los residuos de la industria papelera. *Alpha Chemical* de Egipto y *Barkat* de la India destacan; también

dentro de los países en vías de desarrollo; aunque, como se observa, los niveles de producción y exportación más importante están en los países más desarrollados.

Tabla 4. Empresas exportadoras de levadura forrajera 2019 (HS 210220) (4)

Nombre de la compañía	Número de producto o servicio en el mercado	Número de empleados	País	Ciudad	Sitio web
Alpha ChemicalsEgypt	16	50-99	Egypt	Beheira	http://www.alphachemical-egypt.com
Barkat Frozen Foods Private Limited	148	50-99	India	Mumbai	http://www.barkatfoods.com
BODIT TACHOV s.r.o.	15	20-49	Czech Republic	Střibro	http://www.bodit.cz
Dansk LandbrugsGrovvare-selskaba.m.b.a.	40	More than 5000	Denmark	København v	http://www.dlg.dk
EgyptianStarch, Yeast&De-tergents	20	1000-4999	Egypt	Ramleh, alexandria	http://www.egsysd.com
ENZYM Lviv Yeast Plant, PrivJSC	9	500-999	Ukraine	Lviv	http://www.enzym.lviv.ua
Hedegaard A/S	49	100-249	Denmark	Nørresundby	http://www.hedegaard-agro.dk
Johan Hansson, AB	32	10-19	Sweden	Uppsala	http://www.johanhansson.se
LALLEMAND	5	100-249	France	Saint simon	http://www.lallemand.com
LALLEMAND	5	100-249	France	Blagnac	http://www.lallemand.com
LeiberGmbH	9	100-249	Germany	Bramsche	http://www.leibergmbh.de
NUTRILAC SA	19	20-49	France	Verton	http://www.nutrillac.fr
OhlyGmbH	6	100-249	Germany	Hamburg	http://www.ohly.com
Poliskyi Production and Ex-perimental Plant, Ltd	15	20-49	Ukraine	Chernihiv	http://www.p-pezh.com.ua
Qingdao Yijia Foodstuffs I/E Co. Ltd.	145	50-99	China	Qingdao city, shandong	http://www.qdfco.com
Silvaco A/S	45	10-19	Denmark	Hillerød	http://www.silvaco.dk
SOCIETE INDUSTRIELLE LESAFFRE	10	1000-4999	France	Marcq en ba-roeul	http://www.lesaffre.com
Trinova, Handel& Marketing AG	18	0-9	Switzer-land	Wangen sz	http://www.trinova.ch
VandenAvenueCommodities NV	17	10-19	Belgium	Kortrijk	http://www.vda.be

Muchas de las plantas chinas y de otros países que producen levadura *Torula (Candida utilis)* no necesariamente se anexan hoy a una industria azucarera o que aporte un tipo específico de sustrato, sino que son plantas biotecnológicas de uso flexible, que utilizan distintos tipos de sustratos y también distintos tipos de levaduras, incluyendo la *Sacharomyces* y la *Kluyveromyces marxianus*. Esto es un elemento importante puesto que, normalmente, son plantas que han disminuido los importantes consumos de energía térmica de las tecnologías originales y los han sustituido por el uso de energías más limpias y baratas, como la electricidad. El precio del kilowatt consumido varía mucho de un país a otro.

LOS PRECIOS

La levadura forrajera puede hallarse en el mercado internacional en diferentes presentaciones, desde bolsas de 1, 5 y 10 kg hasta bolsas mayores de 20 y 25 kg. En los formatos más pequeños se obtienen precios más altos en la transacción comercial, que oscilan alrededor de los 10 USD el kilogramo y, en determinadas formulaciones y mercados, se registran ventas minoristas de hasta 60 USD el kilogramo.

En formatos mayores, como forma más utilizada en el mercado internacional, en función del tamaño del envío, se reportan precios que oscilan desde 1500 hasta 2800 USD la t.

Los precios promedios también se incrementan en los últimos años. Sin embargo, hay que considerar que la levadura forrajera con destino a la alimentación animal no es un *commodity* como la soya o como el azúcar, sujeto a manipulaciones especulativas, sino que se mueve en transacciones directas, con intermediarios especializados. Considerando los 11 principales países exportadores, el precio promedio fue de US \$ 1.60 el kilogramo, pero con una gran variación de un país a otro (8). En las transacciones comerciales del 2019, el valor unitario de la t de levadura forrajera exportada fue, como promedio, de 1839 USD, también con variaciones notables entre los diferentes países. Como elemento importante de este mismo estudio, los autores eliminan del análisis a países como Japón, Taiwán y Dinamarca, debido a que éstos disponían de tecnologías que generaban subproductos muy valiosos asociados a la separación de ácido nucleico y otros componentes activos,

Tabla 5. Comparación de precios para levadura forrajera en años diferentes en países seleccionados, USD/t.
Fuente: ITC, (4)

País	2003	2019
Francia	1.94	1.76
USA	1.64	3.90
México	2.13	1.32
Alemania	1.25	2.56
Brasil	0.36	1.82
República Checa	0.29	1.38
Suiza	0.99	0.42
Países Bajos	0.70	5.43

por lo cual sus costos de producción son más altos y el precio de venta es demasiado alto en comparación de los restantes países. La tabla 5 resume los precios comparativos de la levadura forrajera entre 2003 y 2019.

Todos los países seleccionados en la tabla 5 vendieron más de 10 mil toneladas de levadura forrajera por año, en esos dos momentos de la comparación.

Los precios de la levadura forrajera también guardan relación con la cadena de valor a la que se integren, y muchos compradores están dispuestos a pagar mejor, en función del uso final que tiene en su propio proceso productivo.

LOS COSTOS

Ninguna empresa productora ofrece al público sus costos reales de operación y, además, los costos se mueven aleatoriamente de un país a otro.

Para una referencia de costos actuales de la producción de levadura forrajera (*Candida utilis*) en el mundo, se utilizará un estudio de factibilidad de una planta de levadura *Torula* de 9500 t anuales en España. Esta planta, que utilizaría como sustratos mieles de caña y de remolacha, tiene los siguientes indicadores técnico-económicos en Euros (1).

- Inversión total de la planta: 17 millones y medio.
- De ello, Costo de equipamiento: 4.8 millones.
- Precio de venta del producto : 1.29 €/kg de levadura prensada.
- Producción anual: 9458 t de levadura prensada.
- Ingresos por ventas son de 12 221 636 € por año.

- Costo de las materias primas : 4 056 765 € por año.
- Costo de energía eléctrica : 319 168 € por año.
- Costo de mano de obra: 306 600 € por año.
- Costo del tratamiento de residuales: 902 423 € por año.
- Costo de acondicionamiento de melazas y del procesamiento final de la levadura: 1 222 164 € por año. Este costo incluye el consumo de energía térmica y el consumo adicional de electricidad en el peletizado.
- Costo total de operación de 6 807 120€ por año, que equivale a 716 € por t; o sea, casi 800 USD.

El proyecto demuestra su factibilidad con un TIR de 17 y un VAN de 26 millones de euros, a partir de que la venta de su producción tiene un precio similar al que se obtiene en el mercado internacional.

El valor total de la inversión y otros indicadores, como los precios de los equipos, coinciden con referencias de plantas de levadura Torula (1).

En Cuba existen dos fichas de costos para la levadura Torula, en función de si es producida a partir solo de mieles finales (Planta Alfredo Pérez, en Ciro Redondo, CA) o si se incorporan las vinazas de las destilerías, como en el resto de las plantas. Estos valores se corresponden a los datos reales de producción obtenidos en las plantas cubanas con tecnología de los años 80, con un intenso nivel de explotación y que tienen, en general, un deterioro alto de su equipamiento (9). Estos costos se revisan frecuentemente y los costos reales se aproximan bastante en ambos sentidos al planificado. En la tabla 6 se muestran ambas fichas (10).

Tabla 6. Fichas de costo de levadura torula vigentes en Cuba 2020

Insumos	UM	Precios USD	Torula/miel final		Torula/vinazas	
			Índice t/t	Costo	Índice t/t	Costo
Miel final	t	72	5.420	390.24	0.5	36.00
Antiespumante	t	2526.00	0.015	37.89	0.025	63.15
Hidróxido de sodio	t	1071.00	0.010	10.71	0.010	10.71
Fosfato de amonio	t	1195.00	0.105	125.48	0.130	155.35
Sulfato de amonio	t	348.20	0.330	114.91	0.380	132.32
Urea	t	434.00	0.040	17.36	0.000	0.00
Sacos papel	miles	400.00	0.042	16.80	0.042	16.80
Fuel oíl	t	417.00	0.650	271.05	0.650	271.05
Energía eléctrica	kWh	0.16	1600	256.00	1438.00	230.08
Totales				1240.43		915.46

La comercialización del producto en crema permite rebajar los costos en, aproximadamente, 70 USD por tonelada (fuera de la fábrica).

En la tabla 7 se comparan las partidas fundamentales del costo de la levadura Torula que se producen con las similares del estudio de factibilidad de referencia.

Los costos de energía y de la mano de obra no son comparables porque en Cuba no adquiere un valor en divisas convertibles.

En el caso del costo global de las materias primas hay alguna similitud, aunque difieren algunos precios de los productos químicos utilizados. Tampoco las mieles utilizadas como sustrato tienen el mismo costo que en Cuba. No obstante, en las condiciones cubanas este es un elemento importante, porque los insumos químicos principales se importan. Obviamente, en Cuba salen más caros los químicos que en España y en España salen mucho más caras las mieles que en Cuba.

Tabla 7. Costos comparativos de levadura torula entre planta en Cuba y en España

Concepto	Cuba (con vinazas)	Estudio de referencia Cádiz, España	Diferencia
Materias primas	414.33	427.07	-12.74
Electricidad	230.08	33.60	196.4
Energía (fuel)	271.05	128.65	142.4
Otros (incluye mano de obra y tratamiento de residuales)	-	209.28	-209.28
Total	915.46	798.60	116.86

Con relación al gasto energético, hay que considerar el avance de la tecnología que se propone en el estudio. Aunque se expone un proyecto con fermentación continua similar a la que utilizamos acá, se introducen dos diferencias notables: el fermentador tiene enfriamiento forzado (las concentraciones son de 18 g/L y casi duplican las obtenidas en Cuba) y el producto final es prensado y presentado en forma de pellets.

Aunque el estudio no describe la tecnología utilizada para el tratamiento de residuales, este conforma un gasto importante dentro de los costos de producción. En la ficha de costo nacional, este concepto tampoco conforma un gasto en divisas.

También, se proponen centrifugas separadoras más grandes y eficientes, la reducción de la humedad de la crema en evaporador de mayor eficiencia térmica y el secado con calentamiento del aire de secado por electricidad. Esto unido al pelletizado del producto final reduce la utilización del fuel a los elementos de esterilización de los equipos y el termolisado de la crema. Aunque se debe profundizar en ello, un análisis simple indica que los cambios tecnológicos relacionados hacen, en su conjunto, un aporte positivo a la reducción del consumo específico de los portadores energéticos, a favor del mejor uso de la electricidad y la disminución de combustible fósil.

LA INNOVACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LEVADURA TORULA

Son identificados dos campos en los que se requiere la innovación en la cadena de valor de la levadura *Torula* en Cuba.

La primera innovación es de orden tecnológico. Las soluciones tecnológicas encontradas en el estudio de factibilidad de referencia en el análisis de los costos, son similares a las presentadas en sendos trabajos llevados a cabo por separado en la Universidad de Villa Clara y el ICIDCA en los últimos años, a fin de disminuir el costo de producción de la levadura seca.

El primero de ellos, si bien establece los elementos que afectan los costos y la eficiencia del proceso de la *Torula* en la planta de Antonio Sánchez, no supone un cambio radical de la tecnología. Recomienda la reparación de los sopladores y las mejoras en el área de instrumentación, algo que se ejecutó recientemente y que, en efecto, tuvo el impacto positivo que esperaba el autor (9).

Estudios informan (10) sobre la influencia de los costos en los productos químicos y del consumo energético, según cuatro alternativas cuya aplicación tendría un impacto, desde un 5 hasta un 30 %, en los costos de producción en divisas. En la primera de ellas, solo se cambia la fuente de nitrógeno por otra más barata que en ese momento fue la urea, algo que en los últimos tres años ha tenido variaciones drásticas en Cuba, si se atiende a las fuentes de suministro y los financiamientos. La segunda, hace cambios de motores en sopladores y centrifugas, la tercera propone el tratamiento de los residuales con una planta de biogás anexa, que produce el combustible necesario para el secado y otras demandas de calor; y, la cuarta, las integra todas, en un cambio tecnológico radical.

El otro campo de innovación está en el objetivo y alcance de la participación de la levadura *Torula* en la alimentación animal. El Instituto de Ciencia Animal (ICA), el Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), el ICIDCA y otras instituciones científicas han insistido en que, además, del aporte proteico de la levadura *Torula* en la dieta, este producto hace una contribución importante por su contenido de aminoácidos esenciales, especialmente la lisina; oligosacáridos, β glucanos, con efectos notables en el sistema inmune de los animales, biopéptidos, nucleótidos y elementos para enfrentar micotoxinas (11).

De esta forma, este producto debe utilizarse como parte de la dieta del cerdo (y de otras especies) y cambia el enfoque de competencia con la soya y otras fuentes proteicas que prevalece en los análisis de costo de la levadura *Torula*. Este cambio de enfoque consiste en situar la levadura forrajera en una posición sinérgica con el resto de los componentes de la dieta, incluyendo la soya. De lo que se trata, entonces, es de lograr piensos más baratos y, sobre todo, más eficientes en el aprovechamiento de los animales.

El Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) ha desarrollado investigaciones sobre el uso de la levadura *Torula* de vinazas (tabla 8) y de la miel B en la alimentación de cerdos, proponiendo formulaciones que sustituyen parcialmente el aporte proteico de otras fuentes (12). Uno de los resultados más notables es el *Nutrovim*, un núcleo proteico que ha tenido amplia aceptación en los productores (13).

Tabla 8. Comportamiento de la ganancia de peso en cerdos alimentados con distintos niveles de inclusión de levadura de vinaza en la dieta

	Días			EE +-
	0	30	60	
n	12	12	12	-
Peso (kg) inicial	27.8	27.7	27.5	0.5
Peso (kg) final	94.1 ^a	93.7 ^a	88.7 ^b	3.01 *
Consumo kgMS/día	2.84	2.75	2.81	0.04
Ganancia g/día	789 ^a	786 ^a	686 ^b	25.0
Conversión kg MS/ kg ganancia	3.60	3.50	4.10	

* $P \leq 0.05$. ^{ab}Medias sin letra común en la misma fila difieren significativamente entre sí.

Los resultados afirman que la sustitución de hasta un 30 % de la proteína bruta total de la dieta no afecta los principales rasgos de comportamiento de los cerdos y que, adicionalmente, pueden ahorrarse hasta el 60 % de vitaminas del complejo B, con excepción de la vitamina B₁₂.

Es importante la demanda identificada para otros usos que añaden valor a la levadura *Torula*, por su participación en la fabricación de otros bioproductos como los bioestimulantes, biofertilizantes, aditivos alimenticios y sustitutos lácteos. Estos destinos cubren una buena parte del comercio internacional de levadura forrajera, particularmente la que logra los mejores precios.

CONCLUSIONES

Se actualiza el conocimiento del mercado internacional de las levaduras forrajeras y, en especial, la *Candida utilis* y abre nuevas investigaciones en este campo. El ICIDCA, el ICA, el IPP y otros centros de investigaciones de Cuba tienen en estos temas un amplio campo de trabajo para reconsiderar propuestas para la innovación, tanto tecnológica como en el alcance del uso de la levadura *Torula* en Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Olmedo, J. P. (2017). Diseño de las etapas de fermentación y de acondicionamiento de la materia prima para la producción de SCP. Tesis de Grado Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Universidad de Cadiz, <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/20092>.
2. Saura, G.; Otero, M. A.; Rambla, J.A.; Martínez-Valdivieso, N.G. & Pérez, I. (2008) Producción de levadura forrajera a partir de vinazas de destilería. En: X Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. Diversificación. La Habana. Cuba. p. 341.
3. Frazier, W. C and Westhoff (1978) Food microbiology. 3rd (Ed) mc Gram Hill pub.co. New Delhi Tata Nutrient utilization profile of *Saccharomyces cerevisiae* from palm wine in tropical fruit fermentation. *Antonie Van Leeuwenhoek* 86: 235.
4. <https://www.datamyne.com/hts/21/210220>.
5. ONE 2001. Informe interno MINAZ 2002.
6. Díaz, M.; Saura, G.; Pérez, I. La producción de levadura *Candida utilis* (Levadura Torula), November 2019, In book: Los resultados de los Institutos Cubanos de Investigación, Desarrollo e Innovación en las tecnologías sobre Azúcar y Derivados, Publisher: ICIDCA.
7. Yeast Market Research Report . 2018. <https://www.industryarc.com>.
8. <https://comtrade.un.org/TradeMap>. International Trade Center, basado en estadísticas de UN Comtrade.
9. Quiñonez, R.; Arechavaleta, C.D; Sánchez, R. (2013) Propuesta de mejoras tecnológicas en la producción de Torula a partir de vinazas en la UEB derivados “Antonio Sánchez”. *Revista Centro Azúcar*, 40 (4).
10. Torres, A.; Diaz, M.; Saura G. (2016) Factibilidad económica de las alternativas para reducir el costo de la producción de levadura Torula. *Centro azúcar*, 43 (1).
11. Shurson, G. C. (2018) Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods, *Animal Science*. Research output: Contribution to journal. DOIs. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010>. State, Published - Jan 2018, *Animal Feed Science and Technology* (235): 60 – 76.
12. Piloto, J. L.; Mederos, C.M.; Almaguel, R.E.; Cruz, E. (2019) Utilización de la levadura Torula de vinazas como fuente de proteínas y vitaminas del complejo B en la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. *Revista de Producción Porcina*, 26 (2).
13. Almaguel, R.E.; Piloto, J.L.; Mederos, C.M.; Domínguez, P.L.; Ramírez, J.; Ponce, G. y Cruz, E. (2019) Efectividad del proceso de generalización de la tecnología basada en Nuprovim, miel B y otros alimentos locales para cerdos en crecimiento y ceba, *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 26 (2): 59 – 69.