

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE UN PROBIÓTICO UTILIZANDO MIELES DE CAÑA COMO SUSTRATO

*Ing. Maribel Herryman, Dra. Gladys Blanco
y Dr. Oscar Almazán¹*

RESUMEN

En los últimos años, el empleo de aditivos obtenidos mediante procesos biotecnológicos, en diferentes sectores de la producción, ha cobrado gran interés. Uno de los de mayor atención es la agricultura y, dentro de ésta, la producción animal, para la que han surgido opciones no antibióticas que actúan como inmunomoduladores y se denominan probióticos.

El uso de los probióticos como parte de la dieta mejora la eficiencia de utilización de los alimentos y disminuye la incidencia de las enfermedades diarreicas y la mortalidad por esta causa, por lo que tienen también una acción profiláctica.

En el ICIDCA se obtuvo un probiótico líquido que demostró resultados muy satisfactorios en las pruebas de campo realizadas con gallinas ponedoras y cerdos lactantes. Actualmente, se desarrolló una tecnología que permite obtenerlo seco (PROBICID) y la evaluación económica efectuada, aunque tiene carácter preliminar, evidenció que el PROBICID se puede producir en forma competitiva empleando mieles de caña como sustrato, ya que los costos de producción no sobrepasan los 4,00 pesos/kg, con un componente en divisas de menos de 2,00 USD/kg, mientras los productos comerciales de este tipo tie-

nen precios en el mercado mucho más altos, entre 10,00 y 25,00 USD/kg.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha cobrado gran interés el empleo de aditivos obtenidos mediante procesos biotecnológicos en diferentes sectores de la producción. Uno de los que recibe especial atención es la agricultura y, dentro de ella, la producción animal, para la cual han surgido opciones no antibióticas que incluyen enzimas, levaduras y bacterias vivas, así como los metabolitos de éstas o vías de azúcares complejos que actúan como inmunomoduladores y que se denominan, genéricamente, probióticos.

El uso de productos con características probióticas como parte de la dieta, mejora la eficiencia de utilización de los alimentos, mediante el incremento de la ganancia media diaria (GMD) y la conversión alimentaria (CA), además de disminuir la incidencia de las enfermedades diarreicas y la mortalidad por esa causa, por lo que tienen una acción profiláctica.

Ésta es una evaluación económica preliminar del proceso tecnológico desarrollado en el ICIDCA para la producción de un probiótico de bacterias lácticas, en base seca, el PROBICID, utilizando mieles finales de caña como sustrato en el proceso de fermentación y constituye la primera etapa del estudio económico. Los resultados demostraron que con la tecnología propuesta

¹Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Vía Blanca No 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, Teléfonos: 98-6501 y 98-6502, ext. 237.

se puede obtener este probiótico seco de forma competitiva, ya que los costos de producción son muy inferiores a los precios de los productos similares que se comercializan en el mundo. En la segunda etapa se evaluarán los resultados de las pruebas de campo que se están realizando, actualmente, con ponedoras y cerdos lactantes para determinar el beneficio económico de su aplicación.

ANTECEDENTES

En los años noventa, el ICIDCA comenzó a realizar investigaciones para la preparación de un probiótico utilizando bacterias lácticas, logrando desarrollar una tecnología que permitía obtener un producto líquido con estas características. Éste fue utilizado en pruebas de campo con gallinas ponedoras y cerdos lactantes, las que arrojaron resultados muy satisfactorios en cuanto al incremento en la cantidad de huevos por ponedora y el aumento de peso vivo en los cerdos. Además, se comprobó el efecto profiláctico del producto, evidenciado por la disminución de muertes y menor uso de medicamentos, lo que confirmó las ventajas del empleo del probiótico sobre el comportamiento y salud de los animales. Se vio que el producto también actuaba como estimulante del crecimiento en cerdos jóvenes.

Para mejorar la conservación del producto y las condiciones de almacenamiento, transportación y dosificación, en esta etapa investigativa se ha desarrollado una tecnología de secado que permite obtener el PROBICID seco y asegura que se mantenga una alta viabilidad bacteriana en el producto final. Actualmente, se llevan a cabo las pruebas de campo en ponedoras y cerdos lactantes para verificar los resultados de la aplicación del probiótico seco.

ASPECTOS GENERALES

El PROBICID es un preparado de bacterias lácticas viables que, actualmente, mediante el desarrollo de un proceso de secado en la tecnología de producción, se puede obtener seco.

La cepa de *Lactobacillus rhamnosus* utilizada tiene las características adecuadas para su empleo como probiótico. Está considerada microorganismo GRAS y posee alta velocidad de crecimiento, tiempo de duplicación de alrededor de 1 h, apropiada resistencia a altas concentraciones de bilis y de ácido, capacidad de adhesión, actividad antimicrobiana y resistencia a los antibióticos más empleados en la formulación de los piensos en Cuba; además, es capaz de alcanzar un máximo desarrollo en un medio de cultivo simple y de bajo costo.

La producción comercial se analiza en una instalación de 300 kg/d de PROBICID seco operando 300 d al año, para una capacidad total de 90 000 kg anuales. El producto terminado se envasa en sacos multicapas de 25 kg.

DEMANDA

El principal consumidor es el Ministerio de la Agricultura para el tratamiento de pollos de engorde, gallinas ponedoras y cerdos. De acuerdo con lo planteado por este organismo según los planes de desarrollo de las diferentes producciones y el consumo del producto en cada caso, serían necesarias unas 2 165 t/a de PROBICID.

En la tabla 1 se muestra la demanda total estimada y su estructura.

PROCESO TECNOLÓGICO

El proceso tecnológico consta de las siguientes etapas:

- ✓ Preparación de materias primas y materiales

Tabla 1
Demanda nacional estimada

Tipo de animal	Cantidad (t/a)
Pollos de ceba	405
Cerdos	60
Ponedoras	1 700
Total	2 165

- Dilución de mieles.
- Preparación de sales nutrientes.
- Preparación de soluciones para el control del pH.
- Preparación del hidrolizado de levadura.
- ✓ Preparación del cultivo puro
 - Propagación de la cepa desde la cuña, en medio líquido, hasta la etapa de prefermentación.
- ✓ Fermentación de la cepa para la obtención del producto líquido.
- ✓ Recuperación del producto por centrifugación.
- ✓ Secado del producto.
- ✓ Control de la producción.

- ✓ Envase del producto.

El producto final obtenido con este proceso tiene las siguientes características:

Materia seca	92 a 95 %
Viabilidad	1 x 10 ⁹ a 1 x 10 ¹⁰ UFC/g
Color	Pardo
Textura	Polvo impalpable

Además, debe estar libre de *E. coli*, *Salmonella* o coliformes fecales.

La tabla 2 muestra los consumos anuales de materias primas y productos químicos y la tabla 3 los de los servicios para producir 90 000 kg/a.

Además de las instalaciones tecnológicas, hay que tener laboratorio de control, taller de mantenimiento y almacenes para materias primas, materiales y producto terminado.

FUERZA DE TRABAJO

Para la operación de la planta se requieren 30 trabajadores desglosados como sigue:

Producción	11
Control	7
Mantenimiento	4
Administración	8
Total	30

Teniendo en cuenta el salario anual de cada categoría y 14 % para seguridad social, el salario es de 1,05 pesos/kg de producto final. Se estima 33 % en divisas.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

COSTO DE INVERSIÓN

El costo de inversión estimado para una planta de PROBICID seco de 90 000 kg/a (90 t/a) se muestra en la tabla 4.

Tabla 2
Consumos anuales de materias primas (kg)

Elementos	Consumo anual
Miel final 52 % ART	62 100,0
Fosfato de amonio (comercial)	8 199,0
Sulfato de magnesio cristalino (comercial)	199,8
Sulfato de manganeso (reactivo)	499,5
Levadura torula seca	85 860,0
Hidróxido de sodio (comercial)	4 500,0
Ácido clorhídrico (comercial)	5 400,0
Peptona bacteriológica	90,0
Extracto de carne	90,0
Glucosa (reactivo)	135,0
Fosfato de potasio dibásico (reactivo)	18,0
Ácido sulfúrico comercial	900,0
Envases (unidades)	3 600,0

Tabla 3
Consumos anuales de servicios

Elementos	Consumo anual
Energía eléctrica (kWh)	281 700
Agua industrial (m ³)	4 320
Agua tratada (m ³)	1 080
Fuel oil (kg)	126 810

Tabla 4
Costo de inversión

Componente	Valor total (P)	Valor (USD)	Estructura (%)	Divisa (%)
Equipos y maquinaria	552 500	535 925	72	97
Construcción y montaje	159 875	95 925	21	60
Otros	55 250	33 150	7	60
TOTAL	767 625	665 000	100	87

La inversión total es de 767 625 pesos con un componente en divisas de 665 000 USD, que representa 87 %. Parte del equipamiento puede ser construido en el país.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

✓ Se realizaron 3 variantes con diferentes precios de miel final:

- Alternativa 1. Miel final propia a 29,00 pesos/t (29,00 USD/t) (MINAZ 2001).
- Alternativa 2. Miel final comprada a 31,90 pesos/t (31,90 USD/t) (MINAZ 2001).
- Alternativa 3. Miel final de exportación a 50,00 USD/t (MINCEX, junio 2001).

- ✓ Los productos químicos y materiales nacionales se valoraron a los precios oficiales vigentes y los importados según los precios de compra CIF.
- ✓ Los servicios a los precios oficiales del MINAZ para el 2001.
- ✓ Los salarios anuales establecidos para las diferentes categorías ocupacionales.

- ✓ Sobre salarios para seguridad social, 14 %.
- ✓ El mantenimiento y la depreciación según las tasas establecidas.
- ✓ Una vida útil promedio de 11 a.
- ✓ Para otros gastos, 5 %.

La tabla 5 muestra los costos de producción del PROBICID seco.

En las 3 alternativas el componente en divisas del costo de producción es de 51 %.

El análisis de los costos de producción evidencia que:

- ✓ El precio de la miel final no tiene incidencia significativa en los costos de producción, ya que son prácticamente iguales en todas las variantes.
- ✓ El componente en divisas del costo es de cierta consideración (51 %) y está afectado, fundamentalmente, en los costos variables, por la levadura torula, la energía eléctrica y el *fuel oil* y, en los costos fijos, por el salario y la depreciación.
- ✓ Los costos variables tienen menos incidencia dentro del costo total (38 %) que los costos fijos (62 %), lo

que demuestra la alta influencia de la escala de producción. Si ésta se incrementa, se favorecerá la disminución de los costos fijos y, por ende, la del costo total.

Tabla 5
Costos de producción por kilogramo de PROBICID seco

Elementos	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Pesos	USD	Pesos	USD	Pesos	USD
Costo variable	1,38	0,49	1,38	0,49	1,39	0,50
Costo fijo	2,23	1,35	2,23	1,35	2,23	1,35
Costo total	3,61	1,84	3,61	1,84	3,62	1,85

Los costos de producción del PROBICID seco están entre 3,61 y 3,63 pesos/kg con 51 % (1,84 USD/kg) de componentes en divisas. Se tienen referencias de productos similares que se comercializan en el mercado internacional, cuyos precios oscilan entre 10,00 y 25,00 USD/kg, lo que indica que se puede esperar un margen favorable de competitividad para esta producción, aunque es necesario tener en cuenta que estos resultados corresponden a una etapa preliminar de análisis y pueden sufrir modificaciones.

Se advierte que los costos fijos son elevados en relación con los variables, lo que indica la necesidad de analizar el tamaño de planta propuesto en el anteproyecto tecnológico, ya que, si es posible, desde el punto de vista tecnológico, incrementar la capacidad de la planta, esto permitiría disminuir los costos fijos y, por ende, los costos de producción, que favorecería la economía del proceso.

La demanda identificada de 2 165 t/a indica que existe la posibilidad de aplicar el producto en gran escala, lo que hace necesario un estudio de distribución de ésta, en el país, según los consumidores, para seleccionar el tamaño y número de plantas necesarios para cada región, según el consumo existente y sus condiciones.

En nuestro país no se emplean actualmente probióticos, pero por la significación que puede tener el uso de productos de este tipo en el incremento de la disponibilidad de carne y huevos para la alimentación de la población, es de gran importancia la generalización de este resultado.

CONCLUSIONES

- ✓ Los costos de producción del PROBICID seco son inferiores a lo 4,00 pesos/kg, con un componente en divisas menor de 2,00 USD/t, valor que se compara, muy favorablemente, con las referencias internacionales de precios de productos similares, que están entre 10,00 y 25,00 USD/kg, lo que permite esperar ventajas económicas de consideración.
- ✓ Los componentes de mayor incidencia en el costo de producción, en cualquier variante de precio de miel

considerada, son: en los costos variables, la levadura torula, la energía eléctrica y el *fuel oil* y, en los costos fijos, el salario y la depreciación, estos últimos influidos por la escala de producción.

- ✓ Los costos de inversión no son altos, pero el componente en divisas es elevado, pues representa 87 % del valor total.
- ✓ Es de gran importancia realizar un estudio de distribución de la demanda nacional del PROBICID, según los diferentes consumidores, que permita profundizar en los criterios de economía de escala y evaluar el número de plantas que se deben instalar, de acuerdo con el consumo y condiciones de cada región.
- ✓ Resulta de gran importancia para ratificar las ventajas económicas de la producción del PROBICID seco, hacer la evaluación económica de su aplicación con los resultados de las pruebas de campo que se están realizando actualmente.
- ✓ Dada la importancia que tiene este resultado en la alimentación de la población, se debe generalizar, una vez ratificadas las ventajas económicas y estratégicas de su aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Almazán, O. y otros: "Anteproyecto tecnológico para la producción de PROBICID seco", Dpto. de Bioingeniería, Subdirección de Biotecnología, ICIDCA, 2001.
- Blanco, Gladys y Maribel Herryman: "Evaluación del uso de un preparado de Lactobacilo con características probióticas en cerdos lactantes y gallinas ponedoras", Subdirección de Desarrollo, ICIDCA, 1997.
- Brizuela, M.: "Precios de productos similares al PROBICID", comunicación personal, ICIDCA, 2001.
- MINAZ: "Balance de producciones derivadas 1999", Dirección de Derivados, 2000.
- MINAZ: "Relación de precios de insumos", Dirección de Precios, 2001.
- MINCEX: "Precios indicativos del mercado en productos seleccionados", Dirección de Precios, mayo/junio/julio, 2001.