

# Análisis de rentabilidad de la producción de maíz (*Zea mays*) con la aplicación de biofertilizantes en Tizimín, Yucatán

## Profitability analysis of corn (*Zea mays*) production with the application of biofertilizers in Tizimin, Yucatan

Baltazar Loria-Avilés<sup>1\*</sup>, Freddy Cante-Loeza<sup>2</sup>, José Canto-Esquivel<sup>3</sup>, Armín Luna-Mendicuti<sup>1</sup>,  
Azucena Alvarado-Canche<sup>1</sup> y Juan Candelero-De la Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, C. 29, colonia Santa Rita, C.P. 97702  
Tizimín, Yucatán, México.*

<sup>2</sup>*Tecnológico Nacional de México campus Valladolid, carretera Valladolid - Tizimín,  
Km. 3.5, Tablaje catastral No. 8850, C.P. 97780, Valladolid, Yucatán, México.*

<sup>3</sup>*Tecnológico Nacional de México campus Mérida,  
calle 10, colonia Plan de Ayala, C.P. 97118, Mérida, Yucatán, México.*

*\*Corresponding author:  
loria97@hotmail.com*

**Resumen.** El objetivo de esta investigación fue estimar la rentabilidad del cultivo del maíz forrajero variedad Tornado para maximizar el rendimiento y minimizar costos en la alimentación de ganado bovino de Tizimín, Yucatán, México, con la aplicación de biofertilizantes y fertilización química. Para ello se construyeron cinco unidades experimentales de producción (UEP), donde por medio de bloques realizados completamente al azar

se registró y dio seguimiento del cultivo con respecto a los componentes de la producción, componentes de ingresos, costos y rentabilidades; con la cual se obtuvo información financiera y económica para la toma de decisiones que optimicen el proceso de producción pecuaria, mediante un uso adecuado y racional de los recursos existentes. El análisis en términos financieros arrojó que el costo de producción estimado es cubierto por el costo de

venta, por lo que ambos procesos tienen utilidad bruta de producción. Los bloques que mayor rentabilidad presentaron fueron el bloque T5 y T1, donde se utilizó fertilizante químico y orgánico arrojando una rentabilidad .97 y .90 centavos por cada peso invertido respectivamente. El análisis económico que se formuló tomando en consideración el costo de oportunidad del dinero y del productor, arrojó pérdidas en los bloques T2 y T3, pero con una rentabilidad en T5 y T1, como en el caso anterior; pero con rentabilidades de .57 y .52 centavos por cada peso invertido respectivamente.

**Palabras clave:** biofertilizantes, rentabilidad económica, rentabilidad financiera.

**Abstract.** The objective of this research was to estimate the profitability of the Tornado variety forage corn crop to maximize yield and minimize costs in feeding cattle in Tizimín, Yucatán, Mexico, with the application of biofertilizers and chemical fertilization. For this, five experimental production units (UEP) were built, completely at random, the crop was registered and followed up with respect to the production components, income components, costs and profitability; with which financial and economic information was obtained for decision-making that optimizes the livestock production process, through an adequate and rational use of existing resources. The analysis in financial terms showed that the estimated production cost is covered by the cost of sale, so both processes have gross production profit. The blocks that presented the highest profitability were blocks T5 and T1, where chemical and organic fertilizer was used, yielding a profitability of .97 and .90 cents for each peso invested, respectively. The economic analysis that was formulated taking into account the opportunity cost of money and the producer, showed losses in blocks T2 and T3, but with profitability in T5 and T1, as in the previous case; but with returns of .57 and .52 cents for each peso invested respectively.

**Keywords:** biofertilizers, economic profitability, financial profit.

## **I. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo a la regionalización del estado de Yucatán realizado por el Centro de investigación científica de Yucatán (CICY), los municipios de Tizimín junto con

Calotmul, Espita y Temozón conforman la subregión ganadera oriental que abarca el 14% de la superficie del estado. La agricultura ocupa el 54% de su superficie, donde se concentra la mitad de los pastizales cultivados y el 39% de las cabezas de ganado bovino; destaca también el cultivo de frutales, principalmente papaya maradol, y la apicultura con el 13% de las colmenas del estado. Su población creció a una tasa media anual de 1.84%, la más alta entre las subregiones ganaderas del estado (García & Cordova, 2011).

Según datos oficiales de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural Pesca y alimentación (SADER), en Yucatán se sembraron 6,200 hectáreas de maíz en el ciclo otoño-invierno del 2022, siendo Tizimín el municipio con más superficie que fue de 4,600 hectáreas (SADER, 2022).

Tizimín, Yucatán es una zona que está creciendo en la siembra de maíz tanto para grano como para forraje, el principal reto al que se enfrentan los productores es el manejo de enfermedades y la problemática de la baja productividad debido a las condiciones pedregosas del suelo y PH del agua (Ibidem).

La producción de maíz en el México es principalmente en primavera-verano, cuando caen las lluvias. Por lo que las cosechas de otoño-invierno son las más esperadas y mejor cotizadas en todo el país ya que es la época en la que menos oferta de maíz comercial se tiene en el territorio nacional y mayor demanda existe, principalmente para las zonas ganaderas, debido a la escasez de pasto, fuente importante de alimento para las especies (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2018). Diversos estudios demuestran que la incorporación de nitrógeno en el suelo es importante, debido al bajo contenido de los suelos agrícolas; por lo que su aplicación en forma fraccionada, estimula el incremento del rendimiento (Villafaña et al. 2014).

Investigaciones realizadas en el maíz con la aplicación de nitrógeno, han incrementado el crecimiento, rendimiento de grano y la eficiencia agronómica del nitrógeno y agua (Yu-Kui et al. 2009, Mamani-Pati et al. 2010). Múltiples trabajos han mostrado que los biofertilizantes influyen en el desarrollo y crecimiento de los cultivos, y el rendimiento del grano en maíz (Uribe y Dzib 2006; Díaz et al. 2008; Ayvar, S., et al 2020).

Por otro lado, otros estudios han abordado desde la rentabilidad hasta la comercialización (Ayala, y otros, 2013; Mancilla, y otros 2020) si bien son estudios que siguen siendo validos en la actualidad, se realizaron en regiones diferentes y con insumos y dosis diferentes a los propuestos en este estudio.

Es por lo anterior expuesto, que este trabajo de investigación busca someter la producción de maíz forrajero a condiciones controladas en la Subregión Oriental Ganadera de Yucatán, analizando distintas dosis de fertilizantes, tanto naturales, como químicos; con el objetivo de determinar la rentabilidad financiera y económica que cada una de las pruebas arroje.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Con respecto al diseño de investigación, es de tipo experimental ya que las variables se manipularon intencionalmente; según los medios para obtener los datos se realizó investigación de tipo transversal de junio a noviembre de 2022 correspondiente al ciclo de producción otoño-invierno.

A fin de realizar el análisis de la rentabilidad se decidió realizar una Unidad Experimental de Producción (UEP) que fue conformado por cinco bloques experimentales distribuidos de forma aleatoria, a las cuales se les llamó: T1, T2, T3, T4 y T5. La producción se llevó a cabo en área de una hectárea en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Tizimin (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Bloques experimentales. Fuente: Elaboración propia.**

T1	T2	T3	
T5	T5	T4	
T2	T1	T5	
T3	T3	T1	
T4	T4	T2	
B1	B2	B3	

Los bloques de producción variaron en las dosis, tanto para la fertilización natural como en la química. Para el caso de los bloques T1, T2 y T3, fueron tratados de manera natural con biofertilizantes de vermicomposta y lixiviado; para T1, se utilizó 200 gramos de vermicomposta por golpe de cultivo; para T2 fue de 400 gramos; y T3 utilizó 200 gramos de vermicomposta más 200 gramos de composta por golpe; además de que a cada uno de los tres tratamientos se le agregó 24 litros de lixiviado durante el proceso de crecimiento. Para los bloques T4 y T5 fueron tratamiento químico únicamente con dosis de 65 y 30 gramos de DAP 18-46-0 por golpe de plantación; como puede verse en la Tabla 2.

**Tabla 2. Dosis de fertilización química y orgánica. Fuente: Elaboración propia.**

Bloque	Gr. tratamiento/golpe
T1	200 gr. Vermicomposta + lixiviado
T2	400 gr. Vermicomposta + lixiviado
T3	200 gr. Vermicomposta + lixiviado + 200 gr. Composta
T4	65 gr. De DAP 18-46-0
T5	30 gr. DAP 18-46-0

Por cada uno de los bloques se obtuvo información para estimar en primer lugar, el costo total de producción incluyendo mano de obra, insumos, fertilizantes, maquinaria, equipo requerido y costos indirectos de producción; en segundo lugar, se estimaron los ingresos totales con los rendimientos obtenidos y los precios promedios del producto principal en el mercado; por último, se calculó la utilidad obtenida y la rentabilidad financiera y económica.

Para el seguimiento acerca de los volúmenes de ventas, análisis de costos e ingresos se diseñó una bitácora de llenado semanal en el que se cuantificaron los insumos y equipos requeridos y las horas hombre empleadas para la producción; los ingresos fueron obtenidos de acuerdo a los volúmenes de producción reportados y los precios de venta en el mercado; el análisis de rentabilidad fue obtenida, según la metodología de proyectos de inversión (Krugman y Wells, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009; Zamorano, 2012; Morales y Morales, 2006).

Los costos fueron divididos en dos partes: directos e indirectos. Dentro de los directos se incluyeron insumos y medios de producción (semilla, fertilizantes, renta de

maquinaria, mano de obra y el costo de oportunidad de la inversión). En los indirectos se incluyeron los gastos administrativos, el costo anualizado del mantenimiento de la inversión en capital (maquinaria, renta de la tierra), imprevistos y asistencia técnica.

Respecto a los precios inherentes a los insumos y actividades de producción: semilla, productos agroquímicos (fertilizantes e insecticidas), renta de la tierra, jornales, biofertilizantes y renta de maquinaria, para calcular la rentabilidad se emplearon los precios comerciales pagados en 2022 en la zona de producción.

La información se integró a una base de datos en MS-Excel TM, a partir de los parámetros técnicos y económicos se estimó el rendimiento por cada uno de los bloques y los costos totales (CT) fueron estimados mediante la suma de los costos directos e indirectos, el ingreso total (IT) por hectárea se obtuvo multiplicando el rendimiento del cultivo por su precio del mercado.

Para determinar la utilidad se utilizaron las expresiones algebraicas, basados en la teoría económica (Krugman y Wells, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009):

La utilidad finalmente es igual a: Beneficio o Utilidad Total = IT-CT

Índice de Rentabilidad = Utilidad Total/Costo Total; que se interpreta como la cantidad de dinero que se gana por cada peso invertido.

Para calcular el costo unitario, la utilidad unitaria y la relación Beneficio/Costo, se aplicaron las siguientes formulas:

Costo Unitario= Costos Totales de Producción / Total de Unidades; que es el costo de producción por cada unidad; es decir, por cada planta de maíz producida.

La Utilidad Unitaria = Precio de Venta / Costo por Unidad; es el dinero que se gana por cada planta vendida, una vez recuperado los costos de producción.

Relación B/C = Ingreso Total por Ha/ Costo Total por Ha, si el resultado arrojado es mayor a uno puede considerarse que el proyecto realizado es financieramente rentable.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### A. Rendimiento según nivel de producción

Los cinco bloques de las UEP producen bajo condiciones de riego por goteo, con tecnología convencional, utilizando mano de obra contratada y con herramientas y maquinaria rentada. Para el caso de la tierra, se asignó un precio de renta de acuerdo a los

precios promedios del mercado a pesar de no haber pagado renta alguna, por ser parte de las instalaciones del instituto.

La cosecha se realizó durante el mes de noviembre de 2022. Los rendimientos reportados son casi homogéneos, sin embargo, el Bloque T3, T4 y T1, son los que mayor rendimiento de biomasa para forraje reportaron con 1.105, 1.104 y 1.015 kg por planta. (Ver Tabla 3).

Con relación a los rendimientos, están en función de diversas variables y éstas se relacionan con el nivel tecnológico, las restricciones climáticas, el manejo agronómico, la incidencia de plagas y enfermedades y otros factores como la composición del suelo y el uso previo; sin embargo, los resultados demuestran que el rendimiento con uso intensivo de fertilizante químico, asemeja el nivel de producción utilizando fertilizantes orgánicos en la dosis de 200 gramos de vermicomposta por golpe.

**Tabla 3. Rendimiento de biomasa, según bloque. Fuente: Bitácoras de trabajo de campo de UEP.**

Bloque	Rendimiento/kg	plantas/ha	Rendimiento total
T1	1.015	66000	66990
T2	0.88833	66000	58630
T3	1.105	66000	72930
T4	1.104	66000	72864
T5	0.94	66000	62040

Llama la atención que al aumentar la fertilización natural a 400 gramos de vermicomposta en el Bloque T2, el rendimiento no fue mayor. pero si lo fue en el bloque T3, donde se mantuvo los 200 gramos de vermicomposta con 200 gramos adicionales de composta. Que, por cierto, fue el nivel de producción donde mayor rendimiento se reportó; pero como se verá mas adelante los costos fueron mayores y no compensaron el incremento en el nivel productivo.

#### B. Análisis financiero

La única fuente de ingresos para este estudio, fue la venta del forraje en rastrojo incluyendo la mazorca para mayor peso y nutrición del ganado. El precio de venta fue del orden de \$ 2.40 pudiendo aumentar o disminuir según el exceso o escasez de producción en el mercado.

Por lo que el ingreso total por hectárea fue el precio de venta multiplicado por la cantidad de plantas producidas en una hectárea; la tabla 4, resume los ingresos por hectárea por cada bloque de producción. Siendo T3 el que mayores ingresos reporta, pero no necesariamente mayor rentabilidad como se mencionará más adelante.

Con respecto a los costos se dividió en costos directos e indirectos. En los costos directos se consideró la mano de obra, insumos y fertilizantes orgánicos y químicos (según el bloque de producción), renta y/o depreciación de maquinaria y terreno agrícola. Los costos indirectos fueron los administrativos, imprevistos y asistencia técnica.

en la tabla 4, se señalan los costos totales por hectárea, que está conformado por la suma de los costos directos más los costos indirectos, según bloque de producción; siendo el bloque T3, el que mayores costos por hectárea reportó. Por lo que, aunque aparentemente genera mayores ingresos, los costos son también más elevados, por el uso simultáneo de vermicomposta y composta, lo que elevó los precios de manera significativa.

Financieramente los ingresos superan los costos en los 5 bloques de producción, reportando mayor utilidad bruta (sin considerar el pago de impuestos), el bloque T1, y posteriormente el T5; con un índice de rentabilidad de .90 y .97 respectivamente, lo que significa, que por cada peso gastado en el bloque 1, con el uso de 200 gramos de vermicomposta como ingrediente principal por golpe, la producción reporta una ganancia de .90 centavos; y en el bloque T5, que utiliza fertilización química de DAP 30 gramos por golpe la ganancia reportada es de .97 centavos.

**Tabla 4. Ingresos, costos, utilidad y rentabilidad financiera, según bloque. Fuente: Bitácoras de trabajo de campo de UEP.**

Bloque	Costo x ha	Ingreso x ha	Utilidad bruta x ha	Costo/ unidad	Utilidad/ unidad	Rentabilidad	B/C
T1	\$ 84,481.38	\$ 160,776.00	\$ 76,294.62	\$ 1.26	\$ 1.14	0.90	1.90
T2	\$ 115,502.06	\$ 140,711.47	\$ 25,209.41	\$ 1.97	\$ 0.43	0.22	1.22
T3	\$ 140,518.79	\$ 175,032.00	\$ 34,513.21	\$ 1.93	\$ 0.47	0.25	1.25
T4	\$ 101,779.84	\$ 174,873.60	\$ 73,093.76	\$ 1.40	\$ 1.00	0.72	1.72
T5	\$ 75,510.82	\$ 148,896.00	\$ 73,385.18	\$ 1.22	\$ 1.18	0.97	1.97

Con el resultado anterior se manifiesta que la producción con fertilización química es más rentable con la dosis baja de 30 gramos por golpe. Sin embargo, el uso de biofertilizantes naturales en el bloque T1, no debería descartarse, ya que estudios demuestran que a largo plazo los rendimientos pueden mejorar, además de los beneficios ambientales que reporta para la naturaleza y la salud de los productores y consumidores al no estar en contacto directo con productos químicos que pudiesen dañar su salud.

Por otra parte, es importante continuar investigando y operando innovaciones orientadas a garantizar la seguridad alimentaria y el manejo sustentable de la agricultura con zonas de suelos pedregosos como el de la región oriente, en donde mejores cultivos van asociados con disminuciones de costos en otras actividades productivas.

*C. Análisis económico*

Dado que el supuesto es que no se reciben transferencias y el autoconsumo es irrelevante, los ingresos totales obtenidos son los mismos que se obtienen en términos financieros. Sin embargo, para estimar los costos de los factores de producción, se recabó información para estimar el costo de oportunidad de la mano de obra del productor y del capital. El monto resultante, considerando que no se trabajan con créditos de corto plazo, fue multiplicado por una tasa de interés del 10% por el uso del dinero y un 15% como pago por las habilidades gerenciales y costo de oportunidad del empresario y/o productor.

Los ingresos, costos y rentabilidad económica pueden observarse en la tabla 5, en donde se encontró que los bloques T2 y T3, tienen pérdidas lo que no se recomienda su aplicación.

**Tabla 5. Ingresos, costos, utilidad y rentabilidad económica, según Bloque. Fuente: Bitácoras de trabajo de campo de UEP.**

Bloque	Costo x ha	i + G	costo final	Ingreso x ha	Utilidad x ha	Costo/u	Utilidad/u	Rentabilidad	B/C
T1	\$ 84,481.38	1.25	105,601.73	\$ 160,776.00	\$ 55,174.27	\$ 1.58	\$ 0.82	0.522	1.52
T2	\$ 115,502.06	1.25	144,377.57	\$ 140,711.47	-\$ 3,666.10	\$ 2.46	-\$ 0.06	-0.025	0.97
T3	\$ 140,518.79	1.25	175,648.49	\$ 175,032.00	-\$ 616.49	\$ 2.41	-\$ 0.01	-0.004	1.00

T4	\$101,77 9.84	1. 2 5	127,224. 80	\$ 174,873 .60	\$ 47,648.80	\$ 1.75	\$ 0.65	0.3 75	1.37
T5	\$ 75,510.8 2	1. 2 5	94,388.5 2	\$ 148,896 .00	\$ 54,507.48	\$ 1.52	\$ 0.88	0.5 77	1.58

El costo económico que incluye el costo de oportunidad del dinero y del productor solamente es cubierto por el bloque T5, T1 y T4 con rentabilidades de .57, .52 y .37 por cada peso invertido respectivamente, indicando que los recursos empleados están invertidos correctamente y no hay presión para dedicarlos a actividades alternativas garantizando en el largo plazo la permanencia de dichas actividades; no así en los bloques T2 y T3, donde los factores de producción podrían tener un uso más eficiente en otra actividad productiva más rentable.

#### IV. CONCLUSIONES

Ambos resultados tanto financiera como económicamente sugieren que los bloques T5 y T1, son los más viables bajo las condiciones tecnológicas y económicas en las cuales se desarrolló este análisis.

El productor implementará la producción tecnológica que mayores beneficios económicos le reporte. En este estudio se refiere al bloque T5; sin embargo, el bloque T1, tiene una diferencia de rentabilidad apenas perceptible con respecto al T5 de .07. Por lo que, a escala de apoyo en la toma de decisiones, tanto del productor como de los encargados de políticas públicas, se sugiere impulsar el uso de producción orgánica buscando alternativas de mejora y abaratamiento de costos; como por ejemplo produciendo su propia materia orgánica o creando estaciones de bio-fábricas de compostaje en cada unidad productiva.

Por otra parte, los resultados del estudio de Mancilla O. et al, 2020; realizado con cultivo de maíz de forma convencional y alternativo (con fertilización orgánica), se encontró que en el manejo alternativo el valor del costo/ beneficio es superior seis veces que la forma convencional bajo la argumentación que la inversión es menor tanto en materia prima como en mano de obra y gastos indirectos, lo que contribuye a obtener ganancias mayores, así como volúmenes más altos de producción.

En este estudio los resultados también arrojan rendimientos elevados con dosis controladas de fertilización orgánica, pero difieren en cuanto a los

costos de producción, ya que la fertilización orgánica hasta la fecha es de uso intensivo de mano de obra y materia orgánica que en el mercado tiene un costo elevado; es por ello que se sugiere crear estaciones o bio fábricas de materia orgánica que reduzcan los costos.

Por último, es importante recalcar que los resultados de este estudio fueron revisados y validados en bitácoras de trabajo de campo con información proveniente de la UEP, por lo cual se considera que son indicativos de la situación financiera y económica de los productores con características similares, sin embargo, las condiciones del tipo de suelo, dosis de fertilización, el clima y otros factores como el precio del mercado de la mano de obra y de la misma materia prima pueden provocar cambios en la misma región de estudio.

#### REFERENCIAS

Ayala, A., Schwentesius, R., de la O, M., Preciado, P., Almaguer, G., & Rivas, P. (2013). Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 381-395.

Ayvar, S., et al (2020). *Rentabilidad de sistemas de producción de grano y forraje de híbridos de maíz*, con fertilización biológica y química en trópico seco. *Terra Latinoamericana*, vol.38, n.1 . Universidad de Chapingo, México.

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2018). *Evolución de los precios del maíz, frijol y sorgo*. México: CEDRSSA.

García, A., & Cordova, J. (2011). Regionalización socio-productiva y biodiversidad. En R. Duran , & M. Méndez, *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (pág. 496). Mérida, Yucatán : CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA .

Granados, m., Galán, J., & Leos, J. (2020). Volatilidad en los precios de los cereales básicos y su impacto en la seguridad alimentaria México, 1995-2018. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades Nóesis*.

Krugman Paul, y Robin Wells. 2006. *Introducción a la Economía, microeconomía* Reverte, Barcelona España. 537 p.

- Mamani-Pati, F., D. E. Clay, C. G. Carlson, S. A. Clay, G. Reicks, and K. Kim. 2010. Nitrogen rate, landscape position and harvesting of corn stover impacts on energy gains and sustainability of corn production systems in South Dakota. *Agron. J.* 102: 1535-1541
- Mancilla V., et al (2020). Rentabilidad en maíz (*Zea mays L.*) y Chile (*Capsicum annuum L.*) con manejo convencional y alternativo en Autlán, Jalisco. Idesia, Universidad de Tarapacá. Chile.
- Morales, J., y Morales, A. (2006). *Proyectos de inversión en la práctica* (2a. edición ed.). México, D.F.: SICCO, S.A. de C.V.
- Samuelson, P. A., y W. D. Nordhaus. 2009. *Economía*, 19ª Edición, McGraw-Hill, Madrid, España. 744 p.
- SADER-SIACON (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, -Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2022
- Villafania AT L, Morales RJE, Estrada CG, Martínez RGC (2014) Determinantes ecofisiológicos del rendimiento en tres cultivares de trigo en función y fraccionamiento del nitroegeno. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 405-419.
- Yu-kui, R., J. Shi-ling, Z. Fu-suo, and S. Jian-bo. 2009. Effects of nitrogen fertilizer input on the composition of mineral elements in corn grain. *Agrociencia* 43: 21-27.
- Zamorano, E. (2012). *Análisis financiero para la toma de decisiones*. México, D.F.: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.