



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs; LATINDEX; DICE; ANECA; ISOC; RePEc y DIALNET  
Vol 7. N° 21  
Octubre 2014  
[www.eumed.net/rev/delos/21](http://www.eumed.net/rev/delos/21)

## ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ UTILIZANDO ABONO LÍQUIDO FERMENTADO DE ELABORACIÓN LOCAL

Joaquín Zagoya Martínez<sup>1</sup>  
[joaquin.zagoya@colpos.mx](mailto:joaquin.zagoya@colpos.mx)  
México

### Contenido

Resumen .....	2
Abstract .....	3
1 Introducción.....	4
2 Materiales y métodos .....	5
2.1 Ubicación geográfica y características climatológicas.....	5
2.2 Material genético y preparación de abonos líquidos fermentados .....	5
2.3 Tratamientos y diseño experimental .....	6
2.4 Preparación de terreno y labores de cultivo .....	7
2.5 Análisis económico .....	7
3 Resultados y Discusión.....	7
3.1 Factores climatológicos.....	7
3.2 Costo-beneficio y tasa de retorno marginal .....	8
4 Conclusiones.....	9
Bibliografía.....	9

<sup>1</sup> Ingeniero agrónomo zootecnista por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México. Maestro en ciencias con especialidad en estrategias para el desarrollo agrícola regional por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla, México. Asesor académico en la Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla, México.

## **Resumen**

Los avances permanentes que se han dado en la agricultura convencional, favorecieron al incremento en los rendimientos de las cosechas, a través del uso de agroquímicos. Sin embargo, esta mejora en la producción ha mostrado en los últimos años el abuso de estas tecnologías, causando daños en el ambiente. En el caso de los fertilizantes químicos, su alto costo, así como, su inadecuado uso y aplicación ha generado inaccesibilidad a estos por parte de pequeños productores de maíz y deterioro de sus recursos, por lo que es importante buscar alternativas en la nutrición de este grano básico. Una opción viable y ecológica son los abonos líquidos fermentados de elaboración local.

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis beneficio-costos y de tasa marginal de retorno, en la producción de maíz de grano azul utilizando un abono líquido fermentado anaeróbico. El estudio se estableció en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, estado de Puebla, México. Se utilizó semilla nativa de la misma comunidad. La preparación del terreno y labores de cultivo fueron de acuerdo a lo practicado por los agricultores de la región. El experimento se condujo bajo condiciones de temporal. La siembra se efectuó a tapa pie, el 18 de abril de 2012, colocando tres semillas por mata para obtener una densidad de 50 mil plantas por hectárea aproximadamente.

Se realizó una evaluación económica de todos los insumos empleados por los productores para la siembra de maíz, así como del abono líquido fermentado utilizado, con precios del año 2012. Se probó el abono líquido fermentado en aplicación foliar, con una concentración al 15%, así como un tratamiento químico (133-46-00); además de un testigo cero fertilización. El tratamiento de abono líquido fermentado consistió en aplicaciones foliares, iniciando quince días después de emergidas las plantas, posteriormente se repitió la aplicación cada quince días hasta completar un total de cinco. Para el caso del tratamiento químico se realizó en dos aplicaciones. Los tratamientos se distribuyeron en el campo bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

El abono líquido fermentado se elaboró mezclando los siguientes ingredientes: 50 kg de estiércol, 400 g de levadura fresca para panificación, 4 kg de ceniza de madera, 2 kg de melaza de caña, 2 L de leche y 144 L de agua. Posteriormente se mantuvo en fermentación por 45 días.

El análisis marginal, derivado de los tratamientos probados, mostró que el mejor tratamiento, en cuanto al beneficio-costos fue la fertilización química (152.32%), seguido por el abono líquido fermentado (62.86%). Al considerar la tasa marginal de retorno, sobresalió la fertilización química con 355.31%. En el caso del abono líquido fermentado obtuvo un valor negativo de 283.24% de cada peso invertido, lo que no supera la tasa marginal de retorno mínima aceptable, donde se indica que, valores mayores al 50% es adecuado, para seleccionarse como posibles ajustes a prácticas agrícolas comunes (fertilización).

Los resultados muestran que el efecto de abono líquido fermentado fue inferior a la fertilización química, la cual presentó los mejores resultados. Sin embargo es notorio, que el empleo de abono líquido fermentado podría contribuir a disminuir el uso de fertilizantes químicos, desde el punto de vista de ahorro económico y sostenible en la utilización de los recursos disponibles en la región. Finalmente, habría que continuar estudiándolos para precisar más sobre su uso y aplicación.

**PALABRAS CLAVE:** beneficio-costo, biofertilizante, biol, tasa marginal de retorno, *Zea mays*.

### **Abstract**

Permanent advances that have occurred in conventional agriculture, favored the increase in crop yields through the use of agrochemicals. However, this improvement in production has been shown in recent years these technologies abuse, causing damage to the environment. In the case of chemical fertilizers, high cost, as well as improper use and application inaccessibility generated by these small corn and deterioration of resources, so it is important to look for alternative nutrition this staple grain. A viable and environmentally friendly option are liquid manure fermented.

The aim of this study was to perform a analysis cost-benefit and marginal rate of return, in the production blue grain corn using liquid manure fermented. The study was established in San Felipe Teotlalcingo, State of Puebla, Mexico. Native seed blue corn the same community was used. soil preparation were performed in accordance with the practices in the region. The experiment was conducted under rainfed conditions. An economic assessment of all inputs used by producers for corn planting was performed, and the liquid manure fermented used, with prices of 2012.

Marginal analysis, derived from proven treatments, showed that the best treatment in terms of cost-benefit was chemical fertilization (152.32%), followed by liquid manure fermented (62.86%). In considering the marginal rate of return, he excelled with chemical fertilization 355.41%. In the case of liquid manure fermented obtained a negative value of 283.24% of every peso invested, which does not exceed the minimum acceptable marginal rate of return, which indicated that values greater than 50% is suitable to be selected as potential adjustments to common agricultural practices (fertilization).

The results show that the effect of liquid manure fermented was lower than FQ, which presented the best results. However it is known that the use of liquid manure fermented could help reduce the use of chemical fertilizers, from the point of view of economic and sustainable economic use of available resources in the region. Finally, we should continue studying in order to refine their use and application.

**KEYWORDS:** benefit-cost, biofertilizer, biol, marginal rate of return, *Zea mays*.

## **1 Introducción**

La capacidad de cultivar alimentos cambió el modo de vida del ser humano, los continuos avances que se han dado en el campo de la agronomía (agricultura convencional), contribuyeron a la obtención de mayores rendimientos. Sin embargo, este progreso ha experimentado en las últimas décadas el abuso de tecnologías derivadas de la revolución verde, originando daños en el medio ambiente y los recursos naturales, provocando crisis ecológica y social (Massieu, 2009).

El suelo es el recurso con mayores problemas de degradación física, química y biológica, generada como consecuencia de las diversas actividades que realizan los grupos humanos (Gomero y Velázquez, 1999). A nivel mundial se estima que la degradación de suelos afecta a cerca de dos mil millones de hectáreas, de las cuales 28% está relacionada a las actividades agrícolas (FAO, 1992). En México el territorio nacional comprende 198 millones de hectáreas, donde 15% son tierras agrícolas y 58% terrenos de agostadero y apacentamiento, lo que significa que la actividad agropecuaria se realiza en aproximadamente 145 millones de hectáreas, distribuidas en diversos ecosistemas del país permitiendo una diversidad de la producción. Sin embargo, 67.7% de los suelos agropecuarios con potencial productivo presenta algún grado de degradación (SAGARPA, 2007).

La degradación del suelo por el uso y aplicación inadecuada de agroquímicos, trae como consecuencia la pérdida de fertilidad y bajos rendimientos (Francisco *et al.*, 2006). Lo anterior aunado a que 80% de los productores agrícolas del país poseen predios menores a cinco hectáreas, y cuya producción la destinan en mayor parte a satisfacer parcialmente sus necesidades alimenticias, genera inseguridad alimentaria, pobreza, emigración y abandono de las tierras de cultivo en zonas rurales (SAGARPA, 2007).

México un país megadiverso, biológica y culturalmente; esta fusión de elementos ha dado origen a muchas especies domesticadas de relevancia mundial, tal es el caso del maíz (CONABIO, 2009). La población en México asciende a más de 122 millones (INEGI, 2012), donde 22% equivale a población rural (BM, 2012), la cual tiene como base de su alimentación al maíz (SRA, 2007). No obstante esta relevancia para la población mexicana, existe un déficit promedio (periodo 2009-2011) de 3.7 y 80% en maíz blanco y amarillo respectivamente (FAO, 2013), generando desabasto no solo en zonas urbanas, sino también para la población rural. Otro de los problemas es el alto costo de producción, provocado en cierta medida por la aplicación de altas dosis de fertilización, que a la vez provoca deterioro en el suelo. Lo que demanda nuevas prácticas orientadas a buscar la sustentabilidad del manejo de suelo agrícola, siendo una alternativa efectiva los abonos orgánicos (López *et al.*, 2010).

En la agricultura indígena y en la campesina (agricultura tradicional), es común el uso de abonos orgánicos sólidos (Magaña, 2008), destacando los abonos crudos (estiércoles y restos de cultivos); y en menor medida los abonos procesados (compost y vermicompost). Las principales limitantes para el uso de abonos sólidos pueden ser su costo, disponibilidad, dificultades de preparación, transporte y de aplicación. En este sentido, los abonos líquidos fermentados de preparación local, podrían ser una opción; ya que son producto de un proceso de fermentación de materiales orgánicos; el cual se origina a partir de la actividad microbiológica, donde los materiales orgánicos utilizados son transformados en minerales, vitaminas, aminoácidos, antibióticos y en algunos casos en reguladores de crecimiento. Se elaboran de manera sencilla, con materiales existentes en la región y pueden utilizarse en diversas actividades agronómicas que necesitan un mínimo costo (Capulín *et al.*, 2010).

Se les atribuyen a los abonos líquidos fermentados, preparados adecuadamente beneficios en los cultivos, ya que nutren, recuperan y reactivan la fertilidad natural del suelo; así como generan un fortalecimiento de las plantas, lo cual se ve reflejado en una menor incidencia en el ataque de insectos y enfermedades (Restrepo, 2001). Con lo anterior el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis beneficio-costos y de tasa marginal de retorno, en la producción de maíz de grano azul utilizando un abono líquido fermentado anaeróbico.

## **2 Materiales y métodos**

### **2.1 Ubicación geográfica y características climatológicas**

El presente estudio se realizó en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, estado de Puebla, México. Ubicado entre 19°11'24"y 19°15'36" longitud norte, con altitud de 2500 msnm (Aguirre, 2011). El tipo de clima es C(w2), definido como templado-subhúmedo, con lluvias en verano; precipitación media anual de 1092 mm y temperatura media anual de 13.2° C (García, 1998). La parcela experimental se estableció en el predio conocido como "el Fraile", propiedad de un productor cooperante, ubicado en el antiguo camino a San Juan Tlale. La finalidad de establecer la parcela en este sitio fue por presentar las condiciones edafoclimáticas prevalecientes en el municipio.

### **2.2 Material genético y preparación de abonos líquidos fermentados**

Se utilizó semilla nativa de maíz azul de la misma comunidad. Para la preparación del abono líquido fermentado, se manejó un biodigestor tipo Batch (fermentación anaeróbica), utilizando un recipiente de plástico, con capacidad de 200 litros. El abono líquido fermentado se elaboró el dos de marzo de 2012, con los siguientes componentes de acuerdo con el Cuadro 1, agregándolos y mezclándolos en el recipiente hasta obtener una homogenización de los mismos, dejándolos en fermentación por 45 días. Para

disminuir alteraciones causadas por lluvia o sol durante el proceso de fermentación, el recipiente se colocó bajo un área techada.

**Cuadro 1. Componentes y cantidades utilizados para la preparación del abono líquido.**

Abono Líquido Fermentado	
Componentes	Cantidad
Estiércol fresco de bovino	50 kg
Levadura fresca de panificación	400 g
Ceniza de madera	4 kg
Melaza	2 kg
Leche	2 L
Agua	144 L

Concluido el periodo de fermentación el abono líquido fermentado presentó las características fisicoquímicas señaladas en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Características fisicoquímicas de abono líquido fermentado de elaboración local.**

Característica	Valor
pH	5.41
CE*	8.34
Nitrógeno**	0.48
Fosforo***	28
Potasio***	1651
Calcio***	978
Magnesio***	348
Fierro***	8.3

\*  $\text{mmhos cm}^{-1}$  \*\* total en porcentaje (%) \*\*\* total en  $\text{mg L}^{-1}$

*Fuente: Laboratorio de química de suelos del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.*

### **2.3 Tratamientos y diseño experimental**

Los tratamientos en estudio fueron: aplicación foliar de abono líquido fermentado en concentración al 15% durante la etapa de crecimiento vegetativo del maíz, así como, un tratamiento químico (133-46-00), que corresponde a la tecnología utilizada por los productores (CIMMYT, 1974). Además de un testigo cero fertilización, El tratamiento con abono líquido fermentado consistió en aplicaciones foliares, iniciando quince días después de emergidas las plantas, posteriormente se repitió la aplicación cada quince días hasta completar un total de cinco. Para el caso del tratamiento químico se realizó en dos aplicaciones, durante la primera y segunda labor de cultivo. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

## **2.4 Preparación de terreno y labores de cultivo**

La preparación del terreno se realizó utilizando maquinaria agrícola para las labores de barbecho, rastra y surcado. La siembra se efectuó a tapa pie, el 18 de abril de 2012, colocando tres semillas por mata, teniendo una separación de 0.85 m entre surcos y 0.60 m entre matas, equivalente a una densidad aproximada de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>, cada unidad experimental constó de 4 surcos, con una longitud de 5 m.

Las labores de cultivo se efectuaron con tracción animal. El manejo se realizó de acuerdo a las prácticas tradicionales que efectúan los productores en este municipio. Se realizaron dos labores al cultivo, mismas que sirvieron para el manejo de arvenses. No se aplicaron productos agroquímicos para el control de plagas o enfermedades.

## **2.5 Análisis económico**

Finalmente se realizó una evaluación económica de todos los insumos empleados por los productores para la siembra de maíz, así como de cada uno de los tratamientos utilizados, con precios de acuerdo al año 2012. Se determinaron los costos variables y se les relacionó con el beneficio neto y la tasa marginal de retorno (CIMMYT, 1988).

# **3 Resultados y Discusión**

## **3.1 Factores climatológicos**

Durante el ciclo de cultivo primavera/verano 2012 (abril/octubre), la precipitación promedio mensual fue de 108.51 mm, registrándose la mayor en el mes de agosto con 231.00 mm y la menor en abril (15.00 mm). En cuanto a la temperatura media mensual el mayor registro fue en el mes de mayo con 15.37 °C; en tanto que a partir de octubre las temperaturas bajaron hasta los 12.94 °C. Las condiciones climáticas durante el ciclo de cultivo fueron aceptables, para un buen desarrollo de las plantas (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Temperatura media mensual y precipitación en el 2012.**

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Enero	10.00	6.40
Febrero	11.05	20.02
Marzo	13.16	9.20

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Abril	13.80	15.00
Mayo	15.37	42.40
Junio	14.25	188.20
Julio	13.31	171.00
Agosto	13.65	231.00
Septiembre	13.63	87.20
Octubre	12.94	24.80
Noviembre	11.05	7.80
Diciembre	10.82	0.00
Anual	12.75	803.02

*Fuente: Elaboración propia con datos de UPAEP-FUPPUE-CNA  
([www.climapuebla.org.mx](http://www.climapuebla.org.mx)).*

### 3.2 Costo-beneficio y tasa de retorno marginal

El análisis marginal, derivado de los tratamientos probados en maíz azul (Cuadro 4), mostró que el mejor tratamiento, en cuanto a la relación beneficio-costo fue la fertilización química (152.32%), seguida por el abono líquido fermentado (62.86%). Al comparar los beneficios netos (análisis de dominancia), el tratamiento con abono líquido fermentado fue dominado por el testigo, no así, la fertilización química.

Considerando la tasa marginal de retorno, la fertilización química obtuvo una ganancia de 355.31%, de cada peso invertido. En caso del tratamiento con abono líquido fermentado, fue negativa al obtener un porcentaje de -283.24%, lo que no supera la tasa de retorno mínima aceptable recomendada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1998), donde indica que, valores mayores al 50 % en este indicador, se consideran adecuados, para seleccionarse como posibles ajustes a prácticas agrícolas comunes (fertilización), ya que la mayoría de productores no tienen acceso a financiamiento.

**Cuadro 4. Análisis económico en maíz azul**

Tratamiento	Costo total (\$)	Ingreso grano (\$)†	Ingreso rastrojo (\$)‡	Beneficio bruto (\$)	B/C (%)⁺	Costo neto (\$)§	Beneficio neto (\$)	TMR (%)*
ALF 15%	11439.50	12960.50	5670.00	7191.00	62.86	1687.50	16943.00	-283.24
FQ.	13716.00	27048.00	7560.00	20892.00	152.32	2830.00	31778.00	355.31
T0	11122.25	13769.00	7953.75	10600.50	95.31	0.00	21722.75	0.00

† Precio grano \$5.00 pesos kg<sup>-1</sup>. ‡ Precio rastrojo paca de 20 kg \$25.00 pesos, § Costos de fertilización y biofertilización. + B/C: Relación beneficio-costo. \*TMR: Tasa marginal de retorno.

## **4 Conclusiones**

Los resultados muestran que el efecto de abono líquido fermentado fue inferior a la fertilización química, la cual presentó los mejores resultados. Sin embargo es notorio, que el empleo de abono líquido fermentado podría contribuir a disminuir el uso de fertilizantes químicos, desde el punto de vista de ahorro económico y sostenible en la utilización de los recursos disponibles en la región. De igual modo es evidente la falta de información científica y especializada en abonos líquidos fermentados de elaboración local aplicados al cultivo de maíz, por lo que se recomienda continuar e incrementar el conocimiento con otras investigaciones para precisar más sobre su uso y aplicación.

## **Bibliografía**

Aguirre R, E (2011). Plan municipal de desarrollo 2011-2014 Ayuntamiento de San Felipe Teotlaltzingo, Puebla. México. 1-47 pp.

BM (Banco Mundial) (2012). Población rural. En línea:  
<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL>. Consultado: Noviembre 2012.

Capulin G, J., L. Mohedano C., M. Sandoval E. y J. C. Capulin V (2010). Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. Revista Chapingo Serie Horticultura. 17:105-114 pp.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 10-70 pp.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) (1974). El Plan Puebla: siete años de experiencia: 1967-1975. El Batán. México. 1-35 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad) (2009). Capital natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México, 104 pp.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2013). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012. En línea:  
[http://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Panorama\\_Seguridad\\_Alimentaria.pdf](http://www.colpos.mx/wb_pdf/Panorama_Seguridad_Alimentaria.pdf). Consultado: Mayo 2013.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (1992). El proyecto GLASOD-SOTER. En línea:  
<http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S05.htm>. Consultado: Junio 2014.
- Francisco N, N., A. Turrent F., J. L. Oropeza M., M. R. Martínez M. y J. I. Cortés F (2006). Pérdida de suelo y relación erosión-productividad en cuatro sistemas de manejo del suelo. *TERRA Latinoamericana*. 24:253-260 pp.
- García, E (1998). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) "Climas" Clasificación de Koppen, modificado por García, Escala 1:1000000. México.
- Gomero O. L. y Velásquez A, H (1999). Manejo ecológico de suelos. Conceptos, Experiencias y Técnicas. Red de Acción de Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). En línea:  
[http://www.cepes.org.pe/pdf/manejo\\_ecologico\\_de\\_suelos.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/manejo_ecologico_de_suelos.pdf). Consultado: Junio 2014.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2012). Censo de población y vivienda.  
<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>. Consultado: Noviembre 2012.
- López M. J. D., C. Vázquez V., E. Salazar S. y R. Zúñiga T (2010). Sistemas de labranza y fertilización en la producción de maíz forrajero. *Phyton*. 79:47-54 pp.
- Magaña P, A (2008). Conocimiento y estrategias campesinas en el manejo de los recursos naturales. *Ra Ximhai*. 4:183-213 pp.
- Massieu T, Y. C (2009). Cultivos y alimentos transgénicos en México: El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas. *Argumentos*. 59:217-243 pp.
- Restrepo R, J (2001). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencia con agricultores de Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Costa Rica. 155 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2007). Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012. En línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/transparencia/pot2008/XV-inf/Programa-Sectorial2007-2012.pdf>. Consultado: Noviembre 2012.
- SRA (Secretaría de la Reforma Agraria) (2007). Programa Sectorial Agrario 2007-2012. En línea:  
[http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/datastore/ligas\\_interes/docs\\_prosectorial/Programa\\_Sectorial\\_Agrario.pdf](http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/datastore/ligas_interes/docs_prosectorial/Programa_Sectorial_Agrario.pdf). Consultado: Noviembre de 2012.