

## Suelo residual por extracción para ladrillo y productividad del maíz

Gerardo Moran-Sánchez<sup>1</sup>

José Isabel Olvera-Hernández<sup>2,§</sup>

Ernesto Aceves-Ruiz<sup>2</sup>

Juan de Dios Guerrero-Rodríguez<sup>2</sup>

José Hilario Hernández-Salgado<sup>2</sup>

Norma Marcela Álvarez-Calderón<sup>2</sup>

1 Asesor independiente. Calzada Zavaleta 109, Colonia Santa Cruz, Buena Vista, Puebla, México. CP. 72150. Tel. 222 2846170. ([gerardomoran578@gmail.com](mailto:gerardomoran578@gmail.com)). A

2 Campus Puebla-Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. CP. 72760. Tel. 222 2851445, ext. 2208. ([ruiz@colpos.mx](mailto:ruiz@colpos.mx); [rjuan@colpos.mx](mailto:rjuan@colpos.mx); [jhhernan@colpos.mx](mailto:jhhernan@colpos.mx); [calderonmar@hotmail.com](mailto:calderonmar@hotmail.com)).

Autor para correspondencia: [joseisabel@colpos.mx](mailto:joseisabel@colpos.mx).

### Resumen

La extracción de grandes volúmenes de suelo de terrenos agrícolas puede tener implicaciones en la producción de los cultivos. El objetivo fue determinar la superficie de tierra agrícola afectada por la extracción de suelo para la fabricación de ladrillo, volumen extraído y efecto que tiene sobre el rendimiento de maíz en la comunidad de Santa María Zacatepec, Puebla, en 2022. Para ello, se georreferenciaron parcelas y se calculó el volumen extraído e ingresos por venta; se seleccionaron tres sitios, uno sin alterar (Suesinalt), otro con más de 12 años de haberse extraído suelo (Suealt12), y uno de reciente extracción (Suealtrec) para evaluar el efecto sobre el rendimiento de maíz. En los tres sitios se sembró el híbrido de maíz HS-2 para evaluar la respuesta a los factores N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y densidad de población integrados en una matriz 'central compuesta, rotatable y con información casi homogénea'. En la comunidad, el 25.2% de la superficie ha sido afectada por la extracción de suelo; en promedio se extraen 33 354.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, lo que genera un ingreso neto de 555 918.30 \$ ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de maíz disminuyó 79.1% en suelo remanente, con pérdida de 52.20 centavos por peso invertido. Los resultados muestran que es posible recuperar los suelos afectados por la extracción mediante la aplicación de materia orgánica.

### Palabras clave:

degradación de suelo, fabricación de ladrillo, pérdida de suelo.



## Introducción

El suelo es uno de los recursos más importantes para la producción de cualquier cultivo, su degradación afecta la productividad. La industria ladrillera extrae grandes volúmenes de suelo agrícola que impacta en la producción agrícola (Das, 2015; Islam *et al.*, 2017). En México, este fenómeno está vigente en las zonas productoras de ladrillo, tal es el caso del estado de Puebla, donde se encuentran aproximadamente 4 500 hornos para la elaboración de ladrillo que demandan una gran cantidad de tierra (INECC, 2016, 2018). La actividad ladrillera se ubica en el corredor Puebla-San Martín Texmelucan, contribuye a la economía familiar desde la época prehispánica (Shadow, 1992) y actualmente da sustento a un gran número de familias de localidades rurales (Ortiz *et al.*, 2020).

Los suelos que se emplean para la fabricación de ladrillo son tierras de buena calidad para la actividad agrícola; de acuerdo con Bahena-Martínez *et al.* (2019), la extracción de suelo para la producción de ladrillo deja tierras infértiles, sin valor para la producción agrícola. En este corredor, el principal cultivo es el maíz, cuya rentabilidad es baja, debido a los altos costos de producción (Alvarado *et al.*, 2018). La baja rentabilidad de los cultivos en cierta medida ha ocasionado que los productores busquen otras alternativas para obtener ingresos, una de ellas es vender la tierra para la fabricación de ladrillo, afectando la producción agrícola.

En la región de estudio no se cuenta con información suficiente sobre la superficie afectada y que efecto provoca la extracción de suelo sobre la actividad agrícola, en específico sobre la producción de maíz. El objetivo de la investigación fue determinar la superficie de tierra agrícola afectada por la extracción de suelo para la fabricación de ladrillo, volumen extraído y efecto que tiene sobre el rendimiento de maíz; así como, la factibilidad de recuperación de los suelos afectados en la comunidad de Santa María Zacatepec, Puebla, localizada en el corredor Puebla-San Martín.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en 2022 en la comunidad de Santa María Zacatepec municipio de Juan C. Bonilla, Puebla, localizada a 19°06' de latitud norte y 98° 20' de longitud oeste a 2 180 msnm. La investigación se desarrolló en dos etapas; en la primera se evaluó la superficie afectada y volumen de suelo extraído, se georreferenciaron todos los predios (GPS eTrex Venture marca Garmin). Se midió la profundidad con un estadal y se siguió el contorno interno del perímetro en cada sitio excavado. Para interpretar la información obtenida se usó el software Arc View 3.3, carta vectorial E14B42, ortofotos E14B42C y F de 1993 y la síntesis geográfica del estado de Puebla en formato digital.

En la segunda etapa, se establecieron tres experimentos en condiciones de temporal; uno en suelo de reciente extracción (Suealtrec), otro con más de 12 años de haberse extraído el suelo que se sembró cada año, y se le aplicó estiércol de bovino (Suealt12) y el tercero, sin extracción de suelo (Suesinalt). En los experimentos se sembró maíz (híbrido HS-2) para explorar los factores N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y densidad de población (DP). Los niveles de exploración fueron: para N de 100 a 180 kg, para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 20 a 100 kg, para K<sub>2</sub>O de 0 a 80 kg y DP de 40 y 80 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Las fuentes de fertilización empleadas fueron urea (46% de N), fosfato diamónico (18% de N más 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y cloruro de potasio (60% de K<sub>2</sub>O). En la siembra se aplicó un 1/3 de N, todo el fósforo y el potasio; el resto de N se aplicó a los 50 días después de la siembra. Los tratamientos de fertilización y densidad de población se integraron a una matriz 'central compuesta, rotatable y con información casi homogénea', lotificada a un tercio (Cochran y Cox, 1957). La unidad experimental fue de cuatro surcos de seis metros de largo y 0.90 m de ancho. La cosecha fue de forma manual, incluyendo las plantas con competencia completa en los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

Por experimento se tomó una muestra de suelo de los primeros 30 cm de profundidad, la cual se formó por 15 submuestras; a cada muestra se le determinó fósforo extraíble (P) por el método de Bray-1; potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) intercambiable por el método de Peech-Morgan;

materia orgánica por el método de combustión húmeda de Walkey y Black modificado; pH en una relación suelo-agua 1:2; porcentaje de arena (Are), limo (Lim) y arcilla (Arc), por el método del hidrómetro modificado por Day y densidad aparente.

Los rendimientos por sitio experimental se analizaron mediante regresión con el procedimiento de máximo incremento de R (MAXR) de SAS, considerando al modelo cuadrático general como base. Con las ecuaciones obtenidas por sitio experimental, se estimó el tratamiento óptimo económico para capital ilimitado y el rendimiento máximo, con los costos que se presentan en los Cuadros 1, 2 y 3.

**Cuadro 1. Costos de insumos utilizados en el estudio de suelo para determinar la extracción y productividad del maíz.**

Concepto	Nitrógeno	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	\$ de 1 000 semillas
	(\$ kg <sup>-1</sup> )			
Cantidad	26.09	36.96	28.17	26.67
Transporte	0.40	0.40	0.40	0.01
Aplicación o siembra	1.16	1.16	1.16	7.50
Costo capital	6.76	9.412	7.22	8.35
Costo neto	34.40	47.93	36.78	42.53

**Cuadro 2. Precio de grano de maíz y costo de cosecha empleados en el estudio de suelo para determinar la extracción y productividad del maíz.**

Concepto	(\$ t <sup>-1</sup> )	Costo de capital (\$)	Costo neto (\$)
Precio en mercado	6 278	-	-
"Segado, cosecha y encostado"	625	49.70	674.70
Desgrane	150	11.93	161.93
Acarreo a casa	120	9.54	129.54
Acarreo a mercado	160	12.72	172.72

**Cuadro 3. Costos fijos y producción de maíz empleados en el estudio de suelo para determinar la extracción y productividad del maíz.**

Concepto	(\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo de capital (\$)	Costo neto (\$)
Costo barbechos	2 000	488.79	2 488.79
Costo rastra	1 400	342.13	1 742.13
Costo labores	1 400	342.13	1 742.13
Costo pesticidas y aplicación	2 200	537.63	2 737.63

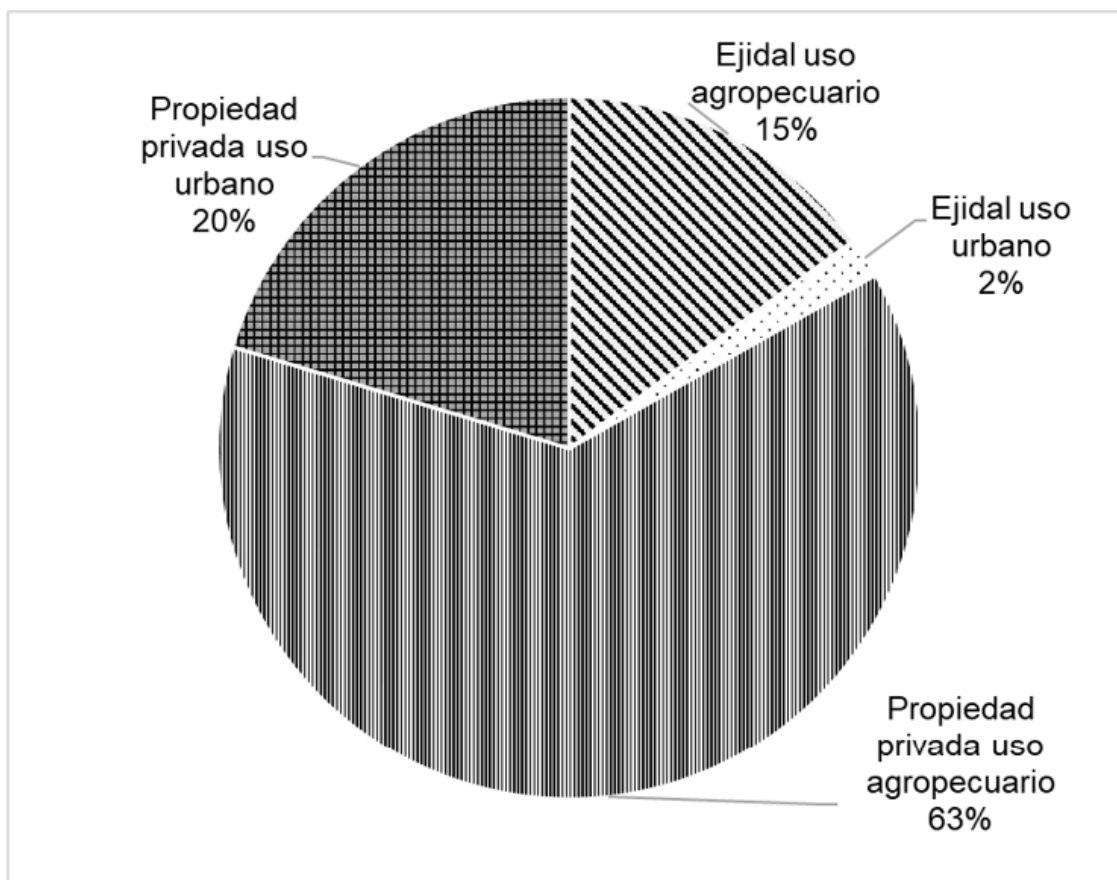
## Resultados y discusión

### Uso y análisis de suelo

La comunidad tiene 1 512.485 ha, el 22% bajo uso urbano, el resto (78%) ocupado con actividad agropecuaria, de los cuales 228.8 ha son ejido y 948.7 ha son propiedad privada (Figura 1).



Figura 1. Tenencia de la tierra y tipo de propiedad de la comunidad de Santa María Zacatepec, municipio de Juan C. Bonilla, Puebla.



Los suelos de la comunidad son considerados muy productivos (CIMMYT, 1974), son suelos Fluvisoles y regosoles con características adecuadas para la fabricación de ladrillos (FAO/ UNESCO, 1988). Gupta y Narayan (2010); Das (2015) mencionan que la elaboración de ladrillo rojo requiere suelos de textura arcillosa, limosa y suelo franco, franco arcilloso o franco limoso; características similares a los suelos de la comunidad de estudio. El Cuadro 4 muestra las características físicas y químicas de los suelos experimentales, los suelos alterados por la extracción disminuyeron 69.7, 84, 66.6 y 29% en Mg, K, P y materia orgánica (MO), respectivamente, entre Suesinalt y Suealtrec; mientras que entre Suesinalt y Suealt12 la disminución fue de 68.2, 90.6 y 12.6% en Mg, K y P, respectivamente, pero la MO se incrementó en 55.8% por la adición de estiércol que el productor realizó año con año.

Cuadro 4. Propiedades químicas y físicas de los suelos de los sitios experimentales.

Sitio	pH	DA (g cm <sup>-3</sup> )	Ca (Cmol(+) kg <sup>-1</sup> )	Mg (Cmol(+) kg <sup>-1</sup> )	K (Cmol(+) kg <sup>-1</sup> )	MO (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Are (%)	Lim (%)	Arc (%)
Suealtrec	7.21	1.31	10.27	1.14	0.68	0.36	2.56	53.12	26.75	20.13
Suealt12	6.32	1.24	7.85	1.13	0.4	0.79	6.7	55.62	19.98	24.4
Suesinalt	6.28	1.19	4.3	3.55	4.26	0.507	7.67	57.21	17.18	25.61

DA= densidad aparente; MO= materia orgánica.

Para el calcio, densidad aparente y pH, los valores fueron mayor en los suelos alterados. Al respecto, Khan *et al.* (2007); Siddique *et al.* (2014); Das (2015), señalan que las propiedades fisicoquímicas, la fertilidad, la biota del suelo y productividad, son alterados cuando se extrae suelo para la fabricación de ladrillo.

### Extracción de suelo

La extracción de suelo ( $12\,687\,223\text{ m}^3$ ) en Santa María Zacatepec ha afectado 380.376 ha (25.2% de la superficie total); el 99% de la superficie es propiedad privada. El volumen de extracción varía por predio, dependiendo de las necesidades económicas del productor o las condiciones del terreno. La profundidad de extracción va de uno a siete metros, predominan los estratos de 4, 5 y 3 m, cubriendo 77.1% de la superficie afectada. En promedio, se han extraído  $33\,354.4\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ , esto generó un ingreso neto de  $555\,918.30\text{ \$ ha}^{-1}$ , lo cual puede resultar atractivo para el productor, ya que una vez extraído el suelo se quedan con el terreno y lo siguen cultivando, otros lo abandonan (la mayor parte de los productores), esperando la oportunidad para venderlo. Bahena-Martínez (2019) menciona la extracción de 21 384 000 t de suelo al año para producir 7 128 000 ladrillos, en Coyuca de Benítez, Guerrero.

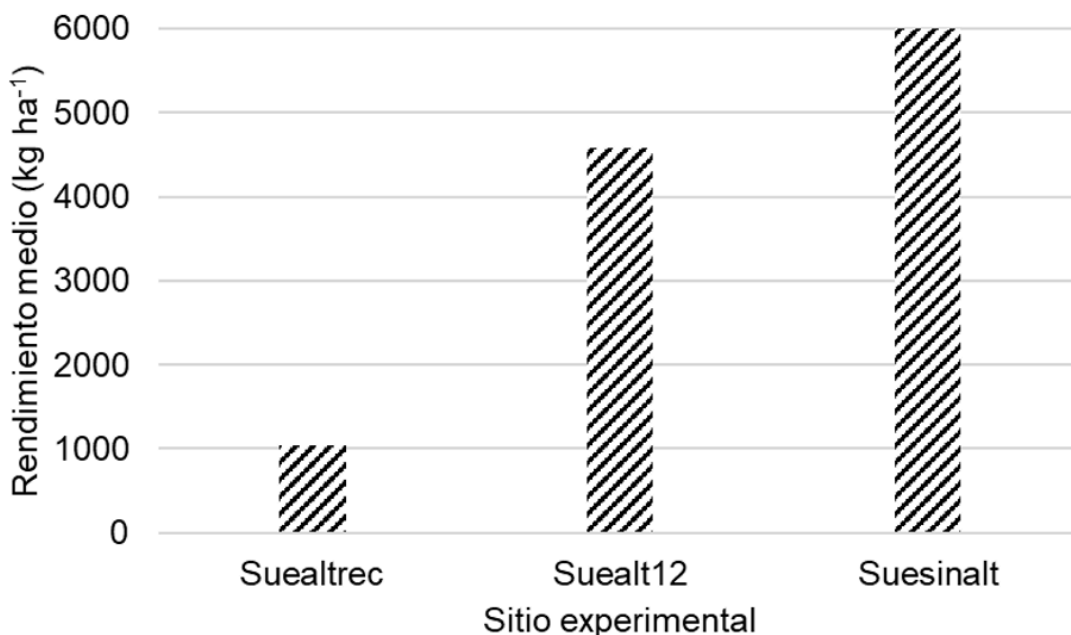
La baja producción de los cultivos es la principal razón para extraer el suelo. Por otro lado, los jóvenes que han heredado la tierra la venden, ellos emigran temporalmente a otros estados y al extranjero (García y Núñez, 2007). Biswas *et al.* (2018) encontraron que los productores venden el suelo para la fabricación de ladrillo por dificultades económicas. En la comunidad, los suelos que se han extraído y no se cultivan, crecen malezas, se deposita basura y escombros; lo que coincide con Barrow (1991), quien señaló que los suelos extraídos para ladrillo son abandonados y en ellos se depositan desechos.

### Efecto en la productividad del suelo

El terreno sin alteración (Suesinalt), superó en 79.1% el rendimiento de grano de maíz, al de reciente extracción (Suealtrec) y 20.4% al de más de 12 años de haberse extraído suelo (Suealt12) (Figura 2). Es importante señalar que, como indican Zhang y Fang (2007), al remover la capa superior de suelo para la fabricación de ladrillo, la productividad de los cultivos disminuye.



Figura 2. Rendimiento medio de grano de maíz por sitio experimental.



Por otro lado, se infiere qué, con la adición de estiércol la capacidad productiva de las tierras donde se ha extraído suelo se puede recuperar, como sucedió en el sitio de Suealt12, donde el rendimiento de maíz fue menos afectado que en el suelo Suealtrec. Al respecto, Crespo (2009) al adicionar materia orgánica al suelo recuperó sus propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Las ecuaciones de regresión para rendimiento de grano por sitio experimental obtenidas con el procedimiento MAXR de SAS se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Funciones de respuesta de rendimiento de grano a los factores de estudio por experimento.

Experimento	Modelo	CME	R <sup>2</sup>	Prob>F
Suealtrec	$Y=1171.05556+26.79167n-25.7083p+41.875np+47.0nk+21.0625nd-39.125pd-27.875npk-34.438nkd-49.847n^2-46.4097p^2-49.597k^2-39.347d^2$	9 826.389	0.6432	<0.0001
Suealt12	$Y=5344.889+323.521n-150.896k-.279.531np-8.593nk+174.031kd,-105.843nkd-422.3n^2-84.363p^2,-142.738k^2-97.613d^2$	235 303	0.7201	<0.0001
Suesinalt	$Y=7009.722+347.1796n-224.0129p-167.679d-173.106nk-311.606nd-124.0194pk-148.768pd-281.956kd-154.393pkd-195.079n^2-423.829p^2-351.329k^2-449.517d^2$	194 919	0.8499	<0.0001

CME= cuadrado medio del error del modelo de regresión, n= (N-140)/40; p= (P-80)/40; k= (K-60)/30; d= (DP-50)/10.

Los modelos de regresión (Cuadro 5) explican el 64.3, 72 y 85% de la variación de rendimiento de grano para Suealtrec, Suealt12 y Suesinalt, respectivamente. Se puede estimar que cuando las variables n, p, k y d toman valores de cero, se obtiene un rendimiento de grano de maíz de 1 171, 5 344.5 y 7 009.7 kg ha<sup>-1</sup>, en Suealtrec, Suealt12 y Suesinalt, respectivamente. Esto indica baja productividad del suelo por pérdida de nutrientes como potasio, fósforo y materia orgánica (Cuadro 4). Cotler *et al.* (2020), encontraron que al degradar la capa superior de los suelos agrícolas se pierde hasta el 81% de la producción de maíz.

El tratamiento óptimo económico (TOE) fue de 63.6 y 44.8 centavos por peso invertido en la producción de maíz en Suesinalt y Suealt12, respectivamente (Cuadro 6), para el Suealtrec se perdió 52.2 centavos por peso invertido. En el Suealtrec se presentó una disminución de 5 938 t ha<sup>-1</sup> de maíz, que al aplicar los costos del TOE en Suesinalt, se perdió 25 869.00 \$ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Biswas *et al.* (2018) encontraron una reducción entre el 40 y 80% en la producción de los cultivos, y entre el 40 y 70% de los ingresos por efecto de la extracción de suelo para la fabricación de ladrillo en Bangladesh.

**Cuadro 6. Tratamientos óptimos económicos (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-DP), rendimientos esperados de grano, ingresos netos y relación beneficio costo (B/C) de grano de maíz por sitio experimental.**

Sitio	n	p	k	dp	N	P	K	DP	Y	IN	B/C
Suealtrec	-2	-2	-0.2	-1.7	100	20	0	43	1 223	-8 384	-0.52
Suealt12	0	-0.3	-0.2	-0.2	140	54	0	40	5 346.8	10 388.2	0.44
Suesinalt	0.8	-0.5	-0.4	-0.5	156	50	32	55	7 161	17 483.8	0.63

n, p, k, dp= variables codificadas para N, P, K, DP; Y= rendimiento; IN= ingreso neto.

Los rendimientos máximos se presentan en el Cuadro 7. Se estimó que se obtienen 349 y 495% mayor rendimiento de grano en Suealt12 y Suesinalt, respectivamente que el obtenido en Suealtrec.

**Cuadro 7. Rendimientos máximos esperados de grano de maíz, tratamientos de fertilización (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-DP), ingresos netos y relación beneficio costo (B/C) por sitio experimental.**

Sitio	n	p	k	dp	N	P	K	DP	Y	IN	B/C
Suealtrec	-2	-1.8	-2	-1.4	100	24	0	46	1 231.2	-8 607.6	-0.527
Suealt12	0.5	-0.2	-1	-0.6	150	56	20	54	5 523.6	9 552.8	0.38
Suesinalt	1.4	-0.2	-0.1	-0.6	168	56	38	54	7 327.1	17 536.7	0.616

n, p, k, dp= variables codificadas para N, P, K, DP; Y= rendimiento; IN= ingreso neto.

El rendimiento máximo en Suealtrec está muy cercano o en el nivel evaluado más bajo de cada factor, a pesar de que se tengan niveles más elevados, esto quizá debido a las condiciones físicas, químicas y biológicas de los terrenos donde se han extraído las capas superiores de suelo que han sido muy alteradas (Andraski y Lower, 1992; Lal, 2008), lo que ocasiona pérdida de nutrientes y no son aprovechados por el cultivo, lo cual reduce el rendimiento (Pimentel, 2006; Bullock *et al.*, 2017). A pesar de que el suelo produce alimentos para la alimentación de la familia, al productor le resulta más atractivo vender la tierra para la elaboración de ladrillo, ya que en promedio obtienen 555 918 \$ ha<sup>-1</sup>.

Los productores que venden el suelo para la fabricación de ladrillo, se dedican principalmente a vender mano de obra en las fabricas locales. El productor mediante la venta de suelo resuelve temporalmente una situación económica, pero si no hay una reconversión de producción, tendrá un suelo estéril que no se podrá utilizar para las actividades agrícolas. La degradación de los suelos ha provocado una disminución de la productividad de los cultivos, incrementa los costos de producción debido a los mayores requerimientos de nutrientes, tal como lo señala Huitzhusen (1993).

Los resultados obtenidos muestran que, en parte, es factible recuperar los suelos afectados por la extracción adicionando materia orgánica y se sugiere la implementación de un programa de recuperación de suelo para reintegrarlos a la actividad agrícola, además de encontrar otras alternativas para la fabricación de ladrillo.



## Conclusiones

La extracción del suelo afecta las tierras agrícolas de buena calidad destinadas a la producción en la comunidad de Santa María Zacatepec, Puebla; además, reduce el rendimiento de grano de maíz, lo que puede seguir induciendo una baja rentabilidad en el cultivo. Es factible recuperar los suelos afectados por la extracción para la fabricación de ladrillos mediante la adición de materia orgánica.

## Bibliografía

- 1 Alvarado, T. R.; Aceves, R. E.; Guerrero, R. J. D.; Olvera, H. J. I.; Bustamante, G. A.; Vargas, L. S. y Hernández, S. J. H. 2018. Respuesta de variedades de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes fuentes de fertilización en el Valle de Puebla. *Terra Latinoamericana*. 1(36):49-59. Doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i1.309>.
- 2 Andraski, B. J. and Lowery, B. 1992. Erosion effects on soil water storage, plant water uptake, and corn growth. *Soil Science Society of American Journal*. 6(56):1911-1919.
- 3 Bahena-Martínez, F. N.; Corral-Avitia, A. Y.; Juárez-López, A. L.; Rosas-Acevedo, J. L.; Reyes-Umaña, M. y Bedolla-Solano, R. 2019. Estudio socioambiental del sector ladrillero artesanal en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero. *Ciencia en la Frontera*. 1(16):7-19.
- 4 Barrow, C. J. 1991. Land degradation, development and breakdown of terrestrial environments. Cambridge and New York. 1-12 pp.
- 5 Biswas, D.; Gurley, E. S.; Rutherford, S. and Luby, S. P. 2018. The drivers and impacts of selling soil for brick making in Bangladesh. *Environmental Management*. 62(4):792-802. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1072-z>.
- 6 Bullock, J. M.; Dhanjal # Adams, K. L.; Milne, A.; Oliver, T. H.; Todman, L. C.; Whitmore, A. P. y Pywell, R. F. 2017. Resilience and food security: rethinking an ecological concept. *Journal of Ecology*. 4(105):880-884. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12791>.
- 7 CIMMYT. 1974. Centro Internacional de Mejoramiento Maíz y Trigo. El Plan Puebla: siete años de experiencia:1967-1973: análisis de un programa para ayudar a agricultores minifundistas de subsistencia a aumentar su producción en una región temporal de México. El Batán, México. 2-4 pp.
- 8 Cochran, W. G. y Cox, G. M. 1957. Experimental designs. 2nd Edition. John Wiley and Sons. New York. 372-415 pp.
- 9 Cotler, H.; Corona, J. A. y Galeana-Pizaña, J. M. 2020. Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. *Investigaciones geográficas*. 101(1):1-14. Doi: [dx.doi.org/10.14350/rig.59976](https://doi.org/10.14350/rig.59976).
- 10 Crespo, G. 2009. Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43(4):355-360.
- 11 Das, R. 2015. Causes and consequences of land degradation in and around the brick kilns of khejuri cd blocks over coastal medinipur in west bengal. *International Journal of Innovative Research and Development (IJIRD)*. 4(2):185-194.
- 12 FAO-UNESCO. 1988. World soil resources report 60. FAO-UNESCO, ISRIC: Roma, Italia. 48-50 pp.
- 13 García, V. H. y Nuñez, H. R. 2007. Las mujeres de Zacatepec: una realidad encubierta por la migración. *Ra Ximhai*. 1(3):177-193.
- 14 Gupta, S. and Narayan, R. 2010. Brick kiln industry in long-term impacts biomass and diversity structure of plant communities. *Current Science*. 99(1):72-79.

- 15 Huitzhusen, F. J. 1993. Land degradation and sustainability of agricultural growth: some economic concepts and evidence from selected developing countries. *Agriculture Ecosystems Environment*. 1-4(46):69-79. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(93\)90014-G](https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90014-G).
- 16 INECC. 2016. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Análisis de mercado del sector de la construcción y proyecto piloto a nivel región, basado en un portafolio de políticas públicas, con el objetivo de reducir los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) de ladrilleras artesanales en México. Informe final. INECC. México. 10-14 pp.
- 17 INECC. 2018. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Estudio para desarrollar un modelo de negocio piloto en ladrilleras artesanales, para reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y gases de efecto invernadero, así como mejorar la calidad de vida de los actores clave. Informe final. INECC. México. 36-45 pp.
- 18 Islam, S.; Nasrin, N. S.; Akteri, D.; Humayun, M. D. and Delowar, K. M. 2017. Impacts of brick manufacturing on agricultural land at Tangail, región of Bangladesh. *Journal of Science and Technology*. 1-2(7):117-126.
- 19 Khan, H. R.; Rahman, K.; Abdur, A. J. M.; Sattar, G. S.; Oki, Y. and Adachi, T. 2007. Assessment of degradation of agricultural soils arising from brick burning in selected soil profiles. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 4(4):471-480.
- 20 Lal, R. 2008. Soils and sustainable agriculture. A review. *Agronomy, Sustainability and Development*. 28(1):57-64. <https://link.springer.com/article/10.1051/agro:2007025>.
- 21 Ortiz, L. A.; Aguilar, A. E. y Ramos, R. O. 2020. Caracterización del sector ladrillero en Puebla, México: producción, comercialización, pobreza y territorio. *Textual*. 75(1):243-269. <https://doi10.5154/r.textual.2020.75.12>.
- 22 Pimentel, D. 2006. Soil Erosion: Food and Environmental Threat. *Environment, Development and Sustainability*. 1(8):119-137.
- 23 Shadow, R. D. y Rodríguez-Shadow, M. J. 1992. Las ladrilleras de Cholula: características demográficas y organización socioeconómica. *Alteridades*. 3(2):62-77.
- 24 Siddique, M. N.; Halim, A.; Kamaruzzaman, M.; Karim D. and Sultana, J. 2014. Comparative insights for investigation of soil fertility degradation in a piedmont area, which cover the anjamkhor union of baliadangi upazila, thakurgoan, bangladesh. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. 4(8):82-87. <https://doi.org/10.9790/2402-08428287>.
- 25 Zhang, M. K. and Fang, L. P. 2007. Effect of tillage, fertilizer and green manure cropping on soil quality at an abandoned brick making site. *Soil and Tillage Research* 1(93):87-93. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.03.016>.



## Suelo residual por extracción para ladrillo y productividad del maíz

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc.
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 00 July 2025
Date accepted: 00 September 2025
Publication date: 25 October 2025
Publication date: Oct-Nov 2025
Volume: 16
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e3860
DOI: 10.29312/remexca.v16i7.3860

### Categories

Subject: Artículo

### Palabras clave:

#### Palabras clave:

degradación de suelo  
fabricación de ladrillo  
pérdida de suelo

### Counts

Figures: 2

Tables: 7

Equations: 0

References: 25

Pages: 0