

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

# Estudio socioambiental del sector ladrillero artesanal en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero

*Bahena-Martínez, F.N.<sup>1</sup>, Corral-Avitia A.Y.<sup>2</sup>, Juárez-López, A.L.<sup>1\*</sup>,  
Rosas-Acevedo, J.L.<sup>1</sup>, Reyes-Umaña, M.<sup>1</sup>, Bedolla-Solano, R.<sup>1</sup>*

Recibido: marzo 23 del 2019,  
Segunda versión, aceptado 28 de octubre 2019

## RESUMEN

Las ladrilleras artesanales ocupan un lugar importante en las políticas públicas internacionales. Sin embargo, se carece de información sobre la situación actual de estas en México. El objetivo fue realizar un estudio socioambiental del sector ladrillero artesanal en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. La metodología incluyó la localización, georeferenciación y aplicación de encuestas a los productores. La fabricación del ladrillo da sustento a 149 familias, operan 33 hornos ladrilleros ubicados en cinco localidades con un valor de producción mensual de \$843 975.00 pesos. La inversión del 98.4% comprende el pago anual de 21 384 000 (Tm) de extracción de tierra arcillosa, 141 660 L de agua, y 4 404 t de combustible. Esta actividad está asociada a otros problemas ambientales y sociales, por lo que es necesario implementar tecnología que se adapte al proceso de producción, mejore la eficiencia térmica y rentabilidad de la actividad ladrillera.

**Palabras clave:** emisiones, hornos ladrilleros, impacto social y ambiental.

---

1 Centro de Ciencias de Desarrollo Regional, Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Privada de Laurel No. 13, Col. El Roble, Acapulco, Guerrero, México. C.P. 39640

2 Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Anillo Envoltante del PRONAF, Cd. Juárez, Chihuahua, México. C.P. 32310

\* Autor para correspondencia: Ana Laura Juárez-López. analaura43@hotmail.com. Tel. +52 (744) 469 04 30 ext. 4492.

## ABSTRACT

Handmade brick kilns are an important topic in international public policies. However, information about the current situation in Mexico is lacking. The objective was to conduct a socio-environmental study of the handmade brick production sector in the municipality of Coyuca de Benítez, Guerrero, Mexico. The methodology included localization, georeferencing and the application of surveys to brick producers. The manufacture of the brick gives sustenance to 149 families, operate 33 brick kilns located in five locations with a monthly production value of \$843 975.00 pesos. 98.4% of this belongs to an annual investment which comprises the payment of 21 384 000 Tm of clay extraction, 141 660 L of water, and 4 404 t of fuel. This activity is associated with other environmental and social problems. Therefore, it is necessary to implement technology that adapts to the production process, improves the thermal efficiency and profitability.

**Key words:** handmade bricks, brick kilns production, social impact, environment impact.

## INTRODUCCIÓN

La actividad ladrillera artesanal presenta problemas ambientales, productivos y sociales. De acuerdo con el diagnóstico internacional del Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina (EELA, 2016) existen aproximadamente 45 mil productores ladrilleros ubicados en 9 países. Uno de los contaminantes principales producidos es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que en promedio es de 6 034 307 t  $\text{CO}_2$ /año (Bikel, 2012). Este contaminante es considerado el causante del 60% en la tendencia del calentamiento global (Nebel y Wrigth, 1999). De la producción de ladrillos destaca la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera que proceden de fuentes fijas y de área, junto con el  $\text{CO}_2$  son el bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), los clorofluorocarbonos (CFC), el metano ( $\text{CH}_4$ ), las partículas de hollín y los metales pesados, además, contribuyen al cambio climático con aproximadamente 9% de las emisiones globales de carbono negro, principalmente por el uso de calderas pequeñas y de ladrillo de baja eficiencia energética (Bond *et al.*, 2013). El combustible se considera el principal problema económico

y ambiental que afecta a esta microindustria (Bruce *et al.*, 2007; Corral *et al.*, 2009). Estas emisiones son ocasionadas durante el proceso de cocción realizada en hornos artesanales rudimentarios, con escasa tecnificación, que además enfrenta altos costos de producción que en promedio son el 60% del costo del ladrillo (Swisscontact, 2010; EELA, 2011; Cárdenas, 2012). Por lo tanto, Rodríguez-Ramírez *et al.* (2004) afirman que la disminución de costos de producción debe lograrse mediante un mayor porcentaje de producción de ladrillo con una inversión lo más baja posible. Actualmente en México la actividad ladrillera artesanal provee ladrillos de bajo costo al sector de la construcción. Sin embargo, se ha situado como una alternativa económica informal no reconocida por los estados, excluidas de las políticas públicas, sociales, económicas y ambientales (Bikel, 2012). De los 16 953 hornos en México considerados en el programa EELA, se estima que el 70% son tradicionales (Cárdenas, 2012), los cuales constituyen entre el 30 al 50% de la producción total, existiendo incertidumbre en los datos reportados, principalmente de la producción tradicional mexicana (Cárdenas, 2012). Actualmente no se tienen datos precisos sobre las ladrilleras en el estado, incluyendo el número de estas que se encuentran en el sector informal. Asimismo, se desconoce la ubicación, producción y el tipo de combustible que utilizan. En el estado de Guerrero, de acuerdo con el banco de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (Inegi), se identifica y ubica 92 unidades económicas de fabricación de productos a base de arcilla para la construcción, y una sola unidad para el municipio de Coyuca de Benítez, es decir, que el Inegi (2014) solo reporta el 3.0% de la cantidad total, lo que minimiza el problema si esto se convierte a toneladas de contaminantes no consideradas, y que afectan seriamente la calidad del aire en las zonas periurbanas en las que se instala regularmente esta actividad. Esto se complica aún más, ya que los trabajadores en las ladrilleras son proveedores con bajos ingresos, de familias numerosas, que carecen de servicios básicos de salud. Por lo tanto, existe la necesidad de conocer la situación actual del sector ladrillero para determinar la factibilidad de implementar una nueva tecnología que se adapte a un proceso productivo más eficiente, y mejorar así la calidad de los productos desarrollados, con la finalidad de hacerla sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales. El

objetivo principal del presente trabajo fue realizar un estudio socioambiental del sector ladrillero artesanal en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México, analizando bajo distintas perspectivas la actividad productiva que se desarrolla, entre ellos, el medio físico y recursos naturales, población empleada y los principales problemas a los que se enfrentan los trabajadores de este sector.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó mediante tres etapas: visitas de campo, evaluación de las zonas de estudio y aplicación de encuestas. Durante la primera, en el periodo de diciembre 2017 a febrero 2018, se efectuaron visitas de campo a las localidades productoras de ladrillo pertenecientes al municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero. El criterio que se utilizó para seleccionar los centros de producción fue con el apoyo de un productor que conoce las localidades productoras de ladrillo existentes en el municipio. En una segunda etapa, en las zonas identificadas, se ubicaron y georeferenciaron los hornos ladrilleros utilizando un equipo de posicionamiento global (GARMIN eTrex® 10) y evidencia fotográfica. Los mapas de localización fueron elaborados consultando las bases de datos de CONABIO (2012). La zona geográfica del área de estudio fue caracterizada con los datos obtenidos de edafología, vegetación y tipo de suelo, desarrollados en los polígonos, con el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En una tercera etapa, se elaboró un cuestionario de acuerdo con los objetivos, variables e indicadores del protocolo del diagnóstico nacional del sector ladrillero artesanal elaborado por EELA (2012), que respondieron los productores de ladrillos con 23 preguntas abiertas y cerradas divididas en tres secciones. La primera sección incluye datos de la capacidad de producción, mecanismos de comercialización, precios y calidad de los productos actuales. La segunda sección contiene datos de la actividad productiva que se desarrolla, disponibilidad de materia prima, además de las características socioeconómicas. La tercera sección presenta datos de la población empleada, principales problemas a los que se enfrentan y características tecnológicas. Por último, mediante el análisis estadístico descriptivo se procesó la información de manera cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los porcentajes obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Situación actual de la producción artesanal de ladrillos*

#### Proceso de producción

La Figura 1 muestra la ubicación y delimitación geográfica con respecto a las localidades y los hornos ladrilleros. El área de estudio está constituida por un polígono de 4 797 ha en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero. Es importante señalar que se trata de un municipio que se divide en dos zonas productivas con las mismas características, las cuales se referirán como zona A y B. En estas zonas se encuentran cinco localidades productoras de ladrillo donde operan actualmente 33 hornos ladrilleros artesanales, 20 “tipo campaña” o que pueden armarse según la producción y 13 “tipo retranque” o con estructura fija.

La fabricación de ladrillos requiere de 4 materiales básicos: en primer lugar, la extracción de tierra arcillosa de canteras rentadas por los artesanos; en segundo lugar, el agua que es tomada sin control de la zona de humedales; en tercer lugar, el aceite quemado para la ignición del horno y finalmente el combustible para la cocción de los ladrillos. Motivo por el cual la actividad ladrillera es itinerante con tendencia a buscar materia prima próxima al proceso y con acceso al agua. Los entrevistados señalan que únicamente hacen tres quemados de 6 a 12 millares de ladrillo por mes y que estas, requieren aproximadamente 17 a 24 h para el proceso de cocción. El proceso de producción artesanal cuenta con varias fases similares a las reportadas en cualquier estado de la República Mexicana por; Hoffman *et al.*, (2002); Romo-Aguilar *et al.*, (2004); Gallegos *et al.*, (2006); Corral y De la Mora, (2012). La Figura 2 presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación de ladrillo de las cinco localidades productoras pertenecientes al municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.

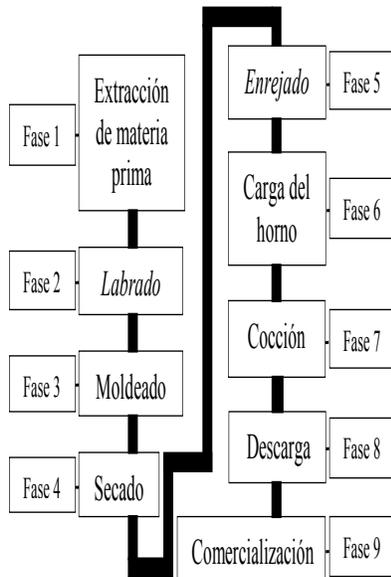


Fig. 2. Diagrama de flujo del proceso en las localidades productoras de ladrillo en Coyuca de Benítez, Guerrero.

El proceso de producción comprende nueve fases, en las cuales se desempeñan diversos oficios especializados como: moldeador o tabiquero, carretilero, armador, forrador, estas últimas cuatro actividades se desarrollan directamente en el horno, bajo una compensación económica según sea la cantidad de millares producidos, además el quemador de horno recibe compensación por el día de quema. Específicamente las fases del proceso de producción desarrollado en un lapso total de 6 a 8 días son las siguientes:

**Fase 1. Extracción de materia prima:** el proceso es artesanal y comienza con la excavación realizada de manera manual.

**Fase 2. Labrado:** consiste en desmoronar los fragmentos de la tierra arcillosa de mayor tamaño para posteriormente mezclarlo con agua en el suelo, donde se amasa por apisonado con el objeto de homogenizar la mezcla hasta lograr una masa cerámica plástica.

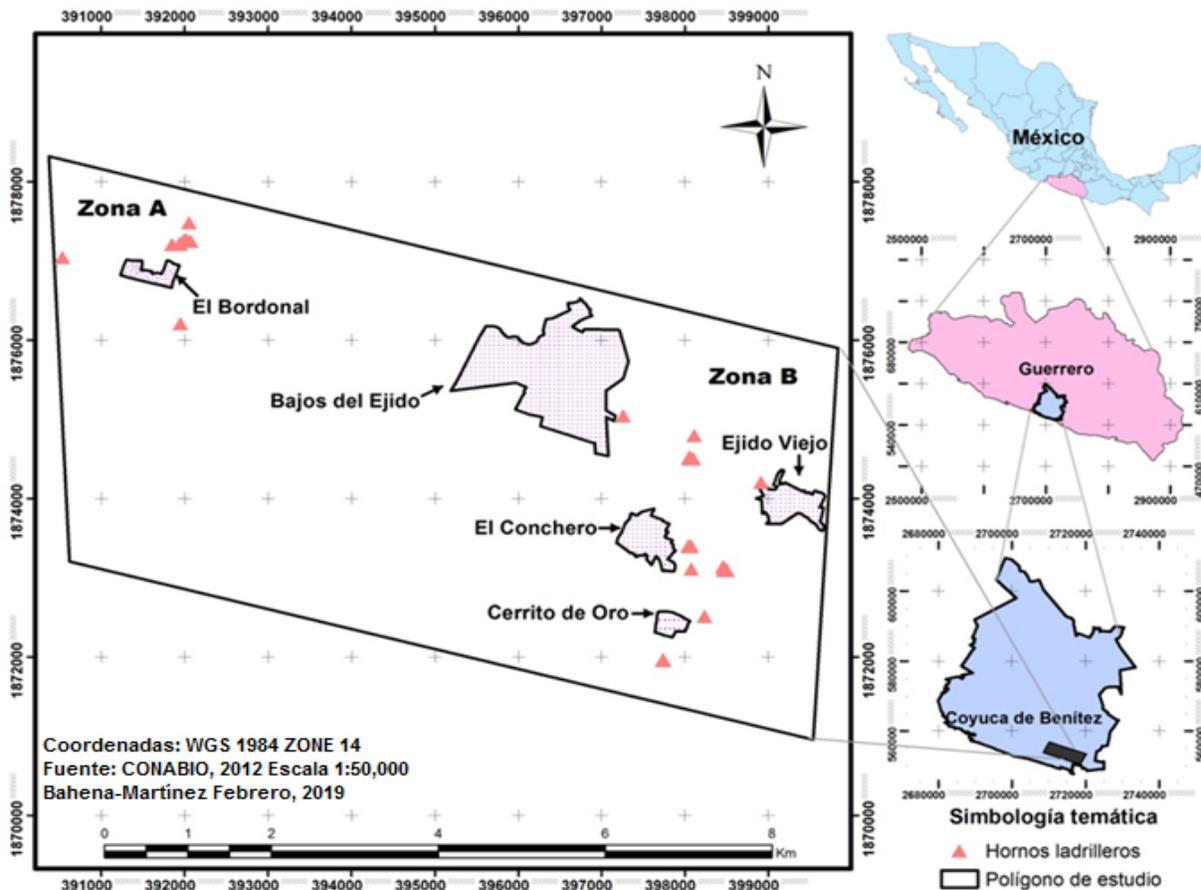


Fig. 1. Localización geográfica del área de estudio de las zonas ladrilleras del municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.

**Fase 3. Moldeado:** se realiza con un molde o gavera de madera de seis piezas en el cual se vacía a nivel de piso la masa cerámica plástica, una vez lleno se distribuye de manera uniforme y se enrasa con una hoja de acero para posteriormente retirar el molde de la mezcla, cada artesano elabora cerca de 300 ladrillos por jornada de trabajo de 12 h.

**Fase 4. Secado:** se lleva a cabo de manera natural, es decir, al rayo del sol; se realiza a través de hileras de ladrillos colocados en el suelo en el lugar donde fueron moldeados. El objetivo es la reducción del contenido de humedad que por lo regular tiene una duración de 2 a 3 días dependiendo de las condiciones ambientales.

**Fase 5. Enrejado:** después del tiempo de secado se recogen los ladrillos y se apilan en hileras, dejando un espacio entre ellos, con el fin de que el aire circule libremente y termine el curado del ladrillo. En época de lluvia es cubierto con lonas de plástico para evitar deformaciones y pérdidas del producto. El proceso tiene una duración de 10 a 12 días más.

**Fase 6. Carga del horno:** El ladrillo totalmente seco se coloca de canto y se ordenan en filas dentro del horno, que regularmente tiene una capacidad de 6 a 12 millares de piezas, dejando una separación entre ellos de aproximadamente 6 cm, esto para permitir que el encendido, así como los gases de combustión y el flujo de calor realicen una cocción uniforme. Una vez armado el horno es forrado o encajisado con baldosas de adobe mezclado con tierra arcillosa tanto como lo permita la altura del horno

**Fase 7. Cocción:** proceso donde se generan los mayores impactos de la actividad en forma de emisiones a la atmósfera procedentes de la quema, esta se realiza en hornos de tipo artesanal los cuales son construidos por los mismos artesanos ladrilleros. El proceso consiste en el calentamiento del horno, secado de ladrillos curados, cocción y enfriamiento, en un tiempo aproximado de 17 a 24 h, dependiendo del combustible utilizado durante el proceso de la quema, puede ser concha de coco o leña, con este último se lleva más tiempo y no se obtiene un producto de calidad.

**Fase 8. Descarga:** se puede realizar al momento de la venta del producto final, el com-

prador es quien se encarga de cargar los ladrillos directamente del horno al camión, o en caso de que el artesano quiera realizar nuevamente el proceso de quema para tener ladrillos almacenados para su venta individual.

**Fase 9. Comercialización:** los intermediarios se localizan en la última etapa del proceso de producción. Cumplen la función de comprar el ladrillo a los artesanos y son quienes se llevan la mayor parte de la utilidad, regularmente tienen contactos con las casas materialistas o contratos de obras realizadas dentro o fuera del municipio de Coyuca de Benítez.

#### *Caracterización de los ladrillos generados*

En el municipio de Coyuca de Benítez se generan dos tipos de ladrillos. La zona A genera únicamente tabique de color pardo con dimensiones de 5x13x26 cm. En la zona B, se genera el tabique rojo principalmente en tres tamaños de diferentes dimensiones como: tabique 5x13x26 cm, tabicón 9x13x26 cm y petatillo 2x13x26 cm (Figura 3).

De la producción total 96% es tabique, el 3% es tabicón y solamente 1% es petatillo. La tierra arcillosa, la cual contiene además de arcillas, cuarzo, carbonatos (calcita y dolomita), yeso y feldespatos Linares *et al.* (1983), constituyen la principal materia prima para la fabricación de tabiques en la industria de la construcción. Linares *et al.* (1983) también destacan que las arcillas en general son partículas de menos de dos micrómetros (0,002mm) de tamaño y en virtud de su composición química y mineralógica, todas contienen silicatos de aluminio, más o menos impurificados por diversos compuestos de calcio, hierro, carbono, alúminas y arena. A consecuencia de estas impurezas, el color del ladrillo varía dependiendo de la tierra arcillosa empleada en el proceso de producción y el grado de cocción. Además de las características físicas, químicas y mineralógicas del tipo de suelo, la Figura 4 muestra la ubicación del polígono de estudio con respecto a las localidades productoras y los hornos ladrilleros en relación con la unidad de suelo. La zona A presenta un perfil cambisol y de acuerdo con la FAO (2008), se caracterizan por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de aluminio y/o hierro y alto contenido de compuestos de calcio. A diferencia de la zona B, la cual presenta un perfil arenosol y de acuerdo con Zea Osorio (2005), presenta susceptibilidad a la erosión alta, carece de material calcáreo pero presenta alto contenido en

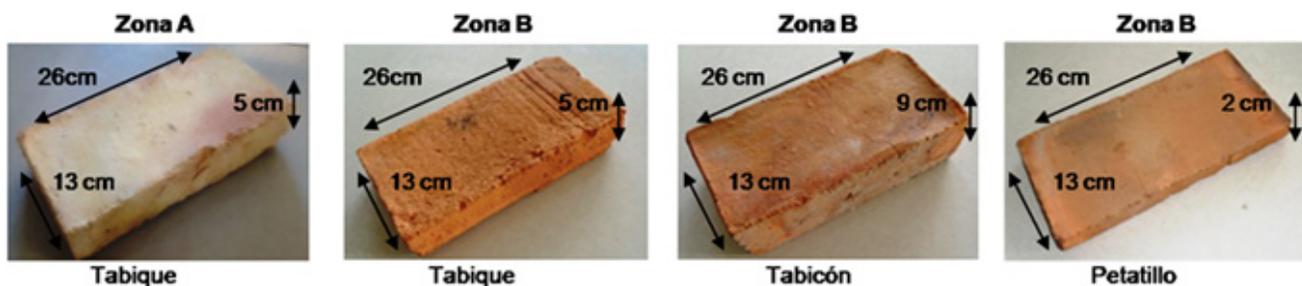


Fig. 3. Forma y nomenclatura de ladrillos artesanales en las zonas de producción A y B.

hierro, en este sentido considera al hierro como el agente colorante más común en las arcillas, y la diferencia de color se ve reflejada por la cantidad del mineral presente en el estado de oxidación del hierro y se refleja, con un color rojo en el ladrillo. Por lo tanto, el tipo de tierra arcillosa utilizada es determinante para la tonalidad del ladrillo, sin embargo, es necesario realizar un estudio de caracterización elemental para corroborar esta afirmación.

#### *Población empleada*

La producción de ladrillos es de gran importancia por la generación de empleo e ingreso para las familias de los productores ladrilleros. De ello dependen aproximadamente 149 familias, se generan 128 empleos directos del proceso productivo y 21 indirectos entre intermediarios y proveedores. Los 33 hornos ladrilleros artesanales en operación se ubican en las siguientes localidades: Bajos del Ejido con 6, Cerrito de Oro con 6, Ejido viejo con 2, El Bordonal 9, y en El Colchero 10. Ninguno de los ladrilleros era propietario del terreno donde laboraban. Las técnicas utilizadas son artesanales, es decir, con procedimientos predominantemente manuales durante las fases del proceso de producción. La producción constituye un insumo para la industria de la construcción en las localidades cercanas a los hornos.

#### *Aspectos económicos*

El valor aproximado de producción por mes es de \$843 975.00 de las cinco comunidades. Sin embargo, para la producción de un millar, donde su precio de venta promedio es de \$1445.00, se invierten \$1420.00, lo que denota escasa ganancia con márgenes de utilidad mínimos del 1.6% y altos costos de producción que en promedio representa el 98.4% del costo del ladrillo. La mano de obra representa el 60% y el combustible el 33.2% de los costos

de producción. En el (Cuadro I) se muestran los costos de producción analizados por localidades productoras de ladrillo obtenidos durante las visitas de campo. Los resultados son similares a los de Cárdenas, (2012) y los de INECC (2016), quienes reportaron valores del 60% del costo de producción para el estado de Guanajuato y apreciando diferencias del 38.1%. Por otra parte, Corral *et al.* (2009) consideran el costo del combustible como el principal problema económico y ambiental. Por lo anterior, se desprende que, por causa de la mano de obra y el combustible la actividad ladrillera no es rentable, y no permite acumular capital. Además, en algunos casos se emplean los integrantes de las familias para minimizar el costo de mano de obra.

CUADRO I. Costos de materia prima y mano de obra por la producción de ladrillo.

Elemento de costo	Unidad	Cantidad	Costos \$MN
Materia Prima			
Tierra arcillosa /Alquiler de terrero	Millar	6	450.00
Agua	Tambos de 19 L	120 L	-----
Concha de coco/Leña	Tonelada	2.5/3	2875.00
Mano de obra			
Moldeador	Millar	6	3000.00
Carretillero para horno	Millar	6	600.00
Armador de horno	Millar	6	600.00
Forrador de horno	Unidad	6	500.00
Quemador de horno	Quema	1	500.00
Costos de producción	Millar	6	8525.00

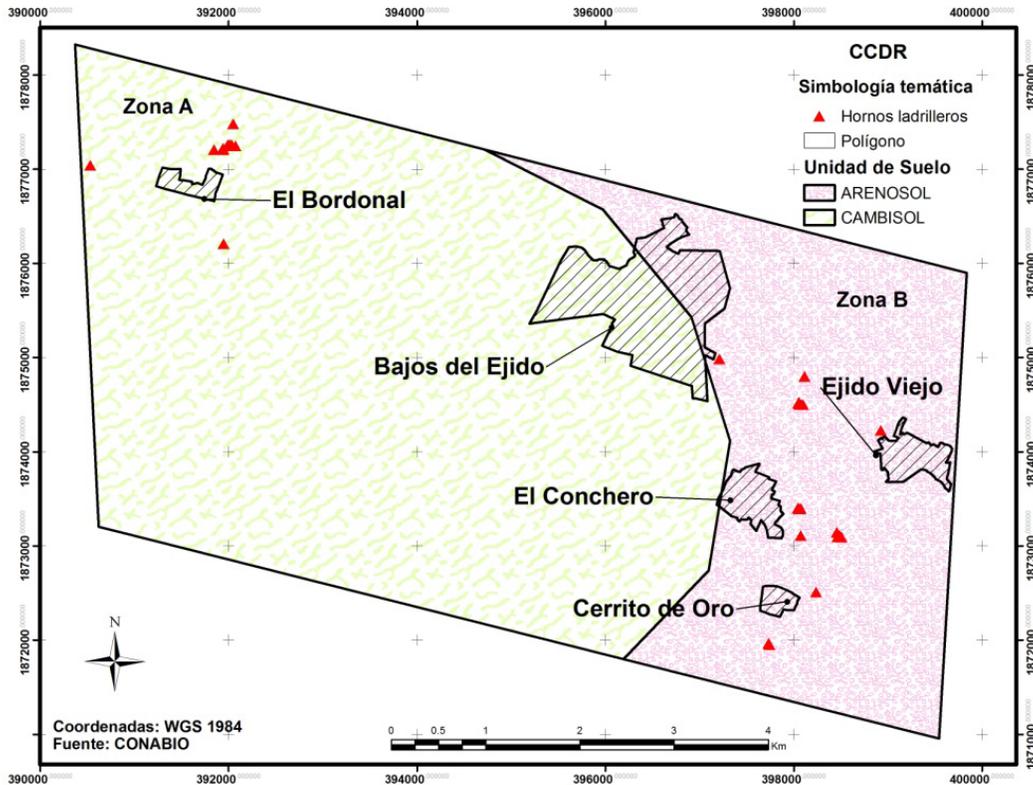


Fig. 4. Polígono de estudio de las zonas ladrilleras en relación con su unidad de suelo en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.

En relación con las localidades productoras de ladrillo (Cuadro II) que se encuentran en la zona A, Bajos del Ejido y El Bordonal, se observa que la utilidad neta es negativa. Esto se atribuye a dos causas principales, primero porque se localizan en zonas de difícil acceso para la venta del ladrillo y, en segundo lugar, por las características de la tierra arcillosa empleada en el proceso de producción que generan colores distintos en el producto. En Guerrero se tiene la idea generalizada de que el color rojo del ladrillo es sinónimo de mayor calidad, además, de no poder ser empleados en revestimientos decorativos o fachadas, por lo que los artesanos tienen la necesidad de rebajar el precio del producto final.

CUADRO II. Precio de venta de ladrillo por localidad y margen de utilidad.

Localidad	Precio de venta \$	6 millares	Margen de utilidad \$
Bajos del Ejido	1 325.00	7 950	-575.00
Cerrito de Oro	1 520.00	9 120	590.00
Ejido Viejo	1 500.00	9 000	475.00
EL Bordonal	1 400.00	8 400	-125.00
Conchero	1 480.00	8 880	355.00

#### Aspectos ambientales

Existen varios problemas en lo que respecta a la materia prima para la fabricación de ladrillo (Cuadro III): extracción de tierra arcillosa, agua y combustibles. La primera problemática específica del proceso de producción tiene su origen en la extracción de tierra arcillosa. En los resultados del análisis se observa que las cinco localidades fabricantes de ladrillo producen en promedio 594 000 piezas

de ladrillos al mes, lo que requiere de 1 782 000 Tm/mes de tierra arcillosa, por lo que, para producir 712 800 piezas de ladrillos al año, se realiza una extracción aproximada de 21 384 000 Tm/año. En relación con la zona de producción B, la extracción de la tierra arcillosa se desarrolla en la franja de los humedales existentes en el área, en comparación con la zona A, el material se extrae de lugares cercanos a ríos, entre ambas zonas la excavación de la capa de barro se realiza a metro y medio de profundidad, que en consecuencia, conlleva a la transformación del espacio natural.

**CUADRO III.** Principales materiales del proceso de producción por año.

Materiales básicos	Cantidad utilizada por año
Tierra arcillosa	21 384 000 (tm)
Agua	141 600 L
Aceite quemado	1 188 L
Concha de coco	3 000 t
Madera	1 404 t

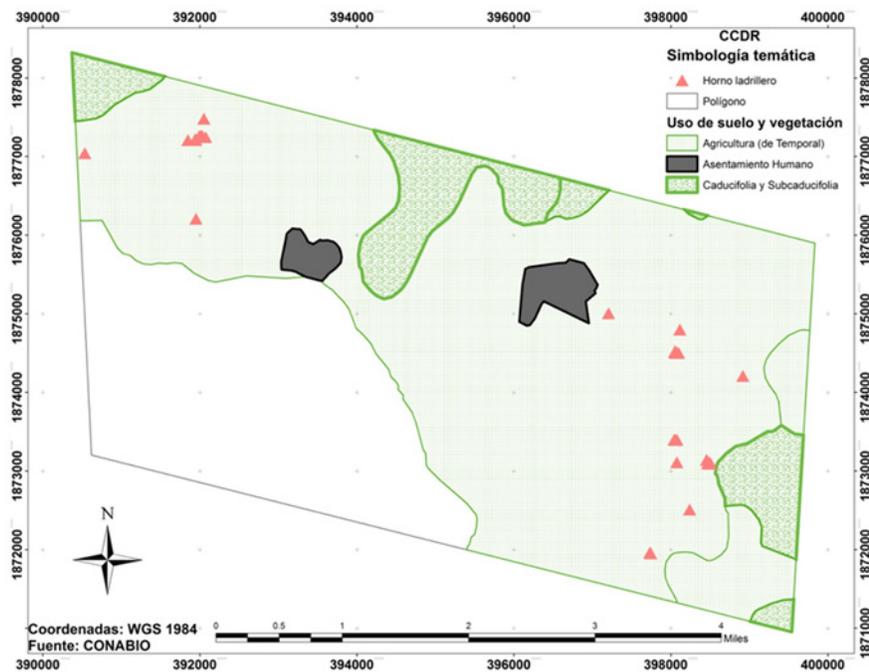
Además, de acuerdo con la FAO (2008), los tipos de suelos cambisoles y arenosoles, que se encuentran en mayor proporción en las localidades, generalmente tienen alta permeabilidad, capacidad de almacenar agua, nutrientes y ofrecen facilidad de labranza, enraizamiento y cosecha de cultivos de raíz y tubérculos. Por tanto, la extracción de todos los nutrientes que se concentran en la biomasa del suelo producirá variación por pérdida en los tipos de vegetación. Por consiguiente, las zonas de producción ladrillera dejarán tierras estériles, sin valor ecológico para el tipo de vegetación caducifolia y subcaducifolia, más aún en el aspecto económico, pues el uso de suelo es para la agricultura temporal, como se muestra en la Figura 5.

La segunda problemática es por la sobreexplotación de manera directa de aproximadamente 11 880 L/mes de agua, tomada en la zona de humedal. Esta actividad altera la biota e impacta en su estructura y función, proceso que lleva al humedal a su degradación. Finalmente, el tercer problema es el CO<sub>2</sub> que deriva del combustible utilizado para el proceso de cocción, el cual genera impactos importantes de contaminación del aire. El deterioro de la calidad del aire afecta el ambiente por las

emisiones directas de los hornos ladrilleros, a los artesanos que controlan la actividad de cocción y a las comunidades pobladas de los alrededores del lugar donde se establece la actividad. De acuerdo con lo que reportaron Bisht y Neupane (2015), al investigar el impacto de las emisiones de los hornos de ladrillo en la calidad del suelo, revelaron que las concentraciones de metales pesados en el suelo son altos y que la influencia de estos disminuye gradualmente al alejarse del horno ladrillero. Esto es debido a la utilización de una gran cantidad de neumáticos y caucho como combustible. Además, los metales más frecuentemente identificados son el plomo (Pb) y el cromo. Por otra parte, Akter *et al.* (2016) realizaron un estudio para evaluar los efectos de la fabricación de ladrillos utilizando carbón y madera como combustible. Reportaron altas concentraciones de elementos como el fósforo (P) y el azufre (S) en las plantas y vegetales en los alrededores de los hornos ladrilleros, considerando un diámetro de 800 m. En otro estudio, Rajonee y Uddin (2018) evaluaron los cambios en las propiedades del suelo y reportaron que el pH disminuye al aumentar la distancia del horno, lo que afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo.

Los combustibles más utilizados para el calentamiento de los hornos ladrilleros en estas comunidades son: aceite automotriz usado con 99 L/mes en los 33 hornos ladrilleros, concha de coco de la cual se requiere de 150 t/mes para la quema en 20 hornos. Este combustible es abastecido por proveedores que lo compran como resultado de la actividad coprera para la producción de aceite de coco del municipio. La combustión de aceite provoca la generación de compuestos policíclicos aromáticos los cuales son tóxicos y cancerígenos (Bruce *et al.*, 2007).

La cantidad de madera utilizada es de 117 t/mes, para la quema en 13 hornos ladrilleros ubicados en la zona con menor margen de utilidad y de difícil acceso. De acuerdo con Carazo (2006), se generan 1.6 t de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de madera incinerada, por lo tanto, en la región se estima una generación promedio de 187.2 t de CO<sub>2</sub> por mes. La madera es obtenida de diversas especies como Guamuchil (*Pithecellobium dulce*), Timuchi (*Lysiloma latisiliquum*) y Parota (*Enterolobium cyclocarpum*), de las zonas arboladas próximas a las localidades de producción, y en consecuencia trae la perturbación del espacio natural. La cáscara de



**Fig. 5.** Polígono de estudio de las zonas ladrilleras en relación con uso de suelo y vegetación en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.

coco constituye el principal combustible utilizado en todas las localidades. Sin embargo, se carece de información acerca de la cantidad o tipo de contaminantes que se derivan de la combustión en la región.

De acuerdo con los datos comparados de Márquez y Cárdenas (2011), en las emisiones de gases contaminantes de hornos ladrilleros tradicionales, similar en características y diseño a los encontrados en las localidades del municipio de Coyuca de Benítez, reportan que una ladrillera artesanal con una producción aproximada anual de 49 011 000 ladrillos genera aproximadamente 57 336 t de  $\text{CO}_2$ , 180 744 t de  $\text{CH}_4$  y 5 860 t de  $\text{NO}_2$ . Por lo tanto, se estima que las cinco localidades, con una producción anual de 7 128 000 piezas de ladrillos, genera en promedio 8 338 t de  $\text{CO}_2$ , 26 286 t de  $\text{CH}_4$  y 852 t de  $\text{NO}_2$ , dando un total aproximado de 35 476 t de gases de efecto invernadero por año. Asimismo, al contrastar las emisiones publicadas en el inventario del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016), por categoría “establecimiento de producción de ladrillo” para el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, reporta una generación de 778 t de gases de efecto invernadero por año, cifra muy inferior a las generadas en el municipio de estudio. Y en general, queda subestimado de acuerdo con el total de emisiones aproximadas en las localidades

productoras del municipio, con los consecuentes riesgos para la salud y los ecosistemas. Lo anterior es similar a lo reportado por INECC, (2016) para los estados de Tlaxcala, Guanajuato, Estado de México y Puebla, en cuanto al uso de combustibles basados en materiales peligrosos y altamente contaminantes como aceites gastados, sin embargo, los resultados aquí obtenidos son opuestos en cuanto al uso de residuos sólidos, textiles, llantas, diesel y plásticos, porque predomina el uso de biomasa.

#### *Aspectos sociales*

Los trabajadores de las ladrilleras en estas zonas están inmersos en una problemática social característica del lugar, y desafortunadamente, es un sector descuidado y cuyo censo no refleja ni una cuarta parte de lo que en realidad representa, principalmente debido a que los hornos ladrilleros se ubican dentro de la mancha urbana. Laboran bajo un esquema informal y de subsistencia con fuertes desigualdades sociales que se reflejan en las condiciones de vida de los artesanos. A pesar de tener una producción mensual grande, generación de empleo e ingreso para sus familias, los artesanos solo logran una ganancia mínima, que los hace un sector vulnerable socialmente y las consecuencias tienen diversos alcances. En primer lugar, baja ren-

tabilidad de los hornos por los bajos precios de los productos que fabrican, sin estructura de costos de materia prima y mano de obra, sin proceso de control de calidad, ya que en algunos casos trabajan con márgenes de utilidad negativa, especialmente cuando se incrementa el precio del combustible o elevan el precio de renta del terreno que ocupan para la actividad. Cuando esto sucede, emplean a los integrantes de sus familias, en la mayoría de los casos los hijos menores de edad que por la necesidad se ven obligados a integrarse en la actividad que resulta perjudicial para su salud, situación que los expone a múltiples enfermedades, accidentes y riesgos que impiden su adecuado desarrollo y los margina en su formación educativa. En segundo lugar, los productores de ladrillo contribuyen al deterioro de la calidad del aire, debido a la liberación continua de humos procedentes de la quema en periodos prolongados de 17 a 24 h de un solo horno ladrillero, por lo tanto, considerando la quema de los 33 hornos ladrilleros, se emplean aproximadamente 1980 h/mes de combustibles tóxicos. La emisión del contaminante mencionado se ha correlacionado directa e indirectamente con afectaciones a la salud humana incluyendo enfermedades cerebrales, sanguíneas, irritaciones oculares, síntomas respiratorios a la disminución de la función pulmonar y cuanto más intensa es la exposición a contaminantes del aire, mayores son los impactos en la salud (Aponte *et al.*, 2010; Guttikunda y Goel, 2013; Munawer, 2018), síntomas similares a los que han reportado los artesanos en las localidades de estudio.

Los artesanos son generalmente personas de edad mayor que en promedio son de 58 años, su bajo nivel escolar limita su desarrollo en otros trabajos especializados y la mayoría de ellos vive dentro de las mismas localidades productoras ubicadas en sectores periféricos. Las viviendas no cuentan con servicios públicos básicos. Además, carecen de estrategias de ventas, sin agrupación, afiliación o pertenecer a alguna organización, es decir, labora cada uno por su cuenta sin conocer en algunos casos el precio del ladrillo en otra localidad cercana a su zona de producción. No tienen infraestructura de transporte, contactos con casas constructoras o consumidores finales, también se observa poca capacidad de gestión, sin habilidades empresariales para las ventas, además carecen de acceso a créditos financieros. Rodríguez Villanueva *et al.* (2015) señalan que los trabajadores que laboran bajo un esquema informal no cuentan con una organización

productiva fuerte, que responda a sus intereses y permita optimizar la producción para distribuir de una mejor manera la riqueza generada. Por último, al identificar a los personajes claves que operan en las zonas productoras, se evidenció una problemática social única más profunda en la que está inmersa la comunidad ladrillera artesanal, porque se percibe un clima de intimidación y dominación directa por parte de los diversos estratos de control que existen en contra de los artesanos ladrilleros. Esta situación de coacción es descrita por Bourdieu y Passeron (1996) y Bourdieu (1997) como violencia simbólica que provoca sumisiones que ni siquiera se perciben.

En este sentido, los estratos de control que intervienen en el proceso productivo generan diversas dinámicas económicas y sociales que deja a los artesanos sin poder para negociar el precio de su producto en el mercado, y no permiten organización de estos para crear una cooperativa que supone ventajas en la producción, comercialización y administración del producto. En primer lugar, el intermediario, quien es el que controla la fase de insumos, al ponerse de acuerdo con el intermediario directo para próximas ventas de ladrillo, deja sin acceso a los artesanos a la concha de coco, pues en contraste, con el uso de leña esta no rinde en la productividad.

Posteriormente, el intermediario directo se encarga de generar angustia en los artesanos al buscar limitar la producción de ladrillos, con el objeto de bajar el precio final del producto muy por debajo del precio de venta actual, que en promedio es de \$1445.00 pesos por millar. Luego este lo vende entre \$4100.00 a \$4500.00 pesos por millar. Porque este a su vez presenta en la mayoría de los casos propuestas del municipio o de constructoras que le solicitan grandes cantidades del producto para realizar obras o construcciones inmobiliarias. Este grupo de estratos desencadenan en la comunidad ladrillera incertidumbre en la producción y venta de su producto, y la hace vulnerable para aceptar cualquier tipo de propuesta, sin darse cuenta de que está sometida, entonces ve a los intermediarios como su salvador, cuando ellos son los causantes de su propia realidad al exponerla a un gran desgaste social, ambiental y de salud, creando amenazas a las condiciones de vulnerabilidad de la población.

Por último, está la débil presencia del gobierno municipal que excluye a la industria ladrillera artesanal de los planes de desarrollo municipal, y mantiene a los artesanos inmersos durante mucho tiempo en el abandono y marginación social, y que

además, al estar ubicadas en la zonas suburbanas de los municipios de Coyuca de Benítez y Acapulco, presentan los más graves problemas de conflictos violentos e inseguridad a nivel nacional aunados a los problemas sociales y políticos que caracterizan al estado de Guerrero. Este tipo de prácticas, como consecuencia, potencian el crecimiento de la base social del crimen organizado, al quedarse los artesanos sin opciones de crecimiento.

#### *Alternativas potenciales a problemas ambientales y económicos*

Una de las tecnologías potenciales que se puede aplicar en la región es el horno ladrillero ecológico MK2 recomendado a nivel nacional (ELLA, 2012). Este consiste en la construcción de una bóveda cerrada que limita las emisiones al ambiente. La situación actual del sector ladrillero de Coyuca de Benítez indica que la capacidad de producción de 6 a 12 millares, es la óptima para implementar este horno ladrillero, el cual ha sido objeto de diversos estudios para corroborar la disminución de contaminantes. Bruce *et al.* (2007) reportaron una reducción del 50% en la cantidad de madera o combustible necesario para realizar la cocción de ladrillos crudos y un factor de densidad de partículas emitidas de 10 a 2 kg por periodo de quema, con el uso del horno filtro y con ello la mitigación de emisiones a la atmósfera, lo que se traduciría en el ahorro de combustible anual de \$850.00 considerando 3 quemas por mes de 20 productores que utilizan concha de coco. Además, la reducción del combustible se traduciría en la disminución de emisiones, lo que sería de, 4 163 t de CO<sub>2</sub>, 13 143 t de CH<sub>4</sub> y 426 t de NO<sub>2</sub>, dando un total aproximado de 17 738 t de gases de efecto invernadero por año.

Por otra parte, la mano de obra representa el 60% del costo del ladrillo, esto se optimizaría al utilizar el horno ecológico MK2, ya que disminuye el número de trabajadores dedicados a la construcción de los hornos tradicionales tipo campaña y se emplearían para aumentar la producción de ladrillos. Este ahorro junto con el combustible sería de \$1 827 360.00 pesos en los 20 hornos que queman con concha de coco. Otras ventajas del horno ecológico MK2 son el desarrollo de la quema en cualquier temporada del año y el almacenamiento temporal del producto dentro de la bóveda. El desarrollar esta tecnología servirá como detonante para estimular su uso en el estado de Guerrero, promoviendo el desarrollo económico local, social y ambiental del sector. Por

último, con la finalidad de que los artesanos ladrilleros logren mejores condiciones de vida y facilitar el desarrollo económico local del sector, se plantea la creación de una cooperativa como modelo socio-productivo. En coincidencia, Boscán y Sandrea, (2010) señalan que las cooperativas, como modelos socioproductivos podrían impulsar el desarrollo endógeno de diversas organizaciones; porque estos principios pueden fomentar una relación equilibrada con el entorno (interés por la comunidad), acción solidaria, flexibilidad y capacidad empresarial, lo que les permite facilitar el cambio tecnológico, incorporar actividades a la cadena productiva, así como proteger al medio ambiente. Pero, subrayan, la importancia de la cooperación de los actores involucrados y que estén dispuestos a transformar sus pequeñas empresas en cooperativas, además, de la necesidad de una actitud favorable hacia el trabajo colectivo. Al respecto, Páez (1998) coincide también en señalar que, para fomentar la participación de diversos actores clave en el desarrollo comunitario, es fundamental establecer relaciones de abajo hacia arriba, estimular entre los involucrados un sentido de autodependencia grupal a nivel local; y agrega la importancia de buscar potenciar las capacidades internas de la comunidad local; de modo que puedan ser utilizadas para fortalecer su economía de adentro hacia afuera. Adicional a lo anterior, la importancia de que los productores ladrilleros se asocien en una cooperativa plantea que puedan ejecutar sus propias decisiones ante las diversas dinámicas de incertidumbre a las que son expuestos; además, tiene como objetivo maximizar las utilidades en el proceso de compra de los insumos y venta de los productos. Esta asociación permitirá optimizar la producción y distribuir la riqueza que se genera en los eslabones de comercialización, por lo que será necesaria capacitación continua, asistencia técnica y acompañamiento profesional de la comunidad artesanal, contribuyendo en reducir los márgenes de intermediación.

## CONCLUSIONES

El proceso de producción artesanal de ladrillo en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, es una industria a pequeña escala que se caracteriza por su potencial de causar efectos negativos al bienestar del medio ambiente y los recursos naturales, que requiere atención inmediata, porque trasciende

cuestiones económicas, ambientales y sociales. Asimismo, se utilizan técnicas predominantemente manuales, en particular, hornos ladrilleros de baja eficiencia energética que representan altos costos de producción, con quema de combustibles que generan, por periodos prolongados, volúmenes masivos de emisiones contaminantes en el ambiente, y pueden transportarse a largas distancias ocasionando riesgo potencial a sectores o grupos de la población cercana a los lugares de producción. Es necesario mejorar la capacidad productiva, sobre todo incrementar la eficiencia energética, con la concomitante reducción de combustible, que da como resultado la disminución de emisiones en relación con una baja inversión de capital. La situación actual del sector ladrillero de Coyuca de Benítez indica que la capacidad de producción es la óptima para implementar la tecnología del horno ladrillero ecológico MK2 que se adapta al proceso productivo y puede ser construido con materiales propios de la región. Además, los productores presentan disposición para implementar el horno ladrillero, pues de ello depende combatir la resistencia al cambio tecnológico.

## REFERENCIAS

- Akter R.; Uddin, Md. J.; Hossain, M. F.; Parveen, Z. (2016). Influence of brick manufacturing on phosphorus and sulfur in different agro-ecological soils of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific Research*, 29, 123-131.
- Aponte Coronado C. H.; Silva Vinazco J. P.; Laín Beatove, S. (2010). Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos primarios de fuentes fijas puntuales en la Comuna 4 de la ciudad de Cali. *El Hombre y la Máquina*, 34, 106-144.
- Bikel, J. (2012). Políticas integrales para ladrilleras artesanales, un desafío para América Latina, <http://www.redladrilleras.net/assets/files/0af297b54d8ab1ffb1d7d3178a4ebccc.pdf>. 16 de diciembre de 2019.
- Bisht G., Neupane, S. (2015). Impact of Brick Kilns' Emission on Soil Quality of Agriculture Fields in the Vicinity of Selected Bhaktapur Area of Nepal. *Applied and Environmental Soil Science*, 2, 1-8.
- Bond, T., Doherty, S., Fahey, D., Forster, P., Bernsten, T., De Angelo, B., Flanner, M.; Ghan, S., Kärcher, B., Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P., Sarofim, M., Schultz, M., Schulz, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, X., Bellouin, N., Guttikunda, S., Hopke, P., Jacobson, M., Kaiser, J., Klimont, Z., Lohmann, U., Schwarz, J., Shindell, D., Storer, T., Warren, S., Zender, C. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system. A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research*, 118, 5380-5552.
- Boscán, M., & Sandrea, M. (2010). Cooperativas: modelo socio-productivo para el desarrollo endógeno del sector plástico zuliano. *Multi-ciencias*, 10 (1), 71-78.
- Bourdieu, Pierre Félix y Passeron, Jean Claude. *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. D.F., México: Editorial Laia S.A. 288. 1996.
- Bourdieu, Pierre Félix. *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*. Barcelona España, Anagrama. 233, 1997.
- Bruce C.W., Corral A.Y., Lara A.S. (2007). Development of cleaner burning brick kilns in Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *J. Air & Waste Manage*, 57, 444-456.
- Carazo, A. 2006. Cifras básicas de la relación madera-fijación de carbono-CO<sub>2</sub> atmosférico. *Revista de Ámbito Forestal*, 84, 48-52.
- Cárdenas B. (2012), Políticas públicas sobre la producción de ladrillo en México para mitigar el impacto ambiental, <https://es.scribd.com/document/367120011/2012-Ladrilleras-Pon-s2-Bcardenas>. 15 de diciembre de 2018.
- CONABIO (2012), Edafología, vegetación y tipo de suelo, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. 25 de diciembre de 2018.
- Corral Avitia, Alba Yadira; De la Mora Covarrubias Antonio. Environmental Assessment of Brick Kilns in Chihuahua State, México, using Digital Cartography. En: Prof. Mahamane Ali (Ed.), *The Functioning of Ecosystems*, Rijeka, Croacia. *InTech*. 261-282, 2012.
- Corral-Avitia A. Y.; Bruce, C.; Jiménez, R.; Lara, A.; Márquez, R. (2009). Implementación de una Nueva Tecnología para Minimizar la Contaminación del Aire Derivada de Hornos Ladrilleros. *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ*, 7, 33-40.
- EELA (2011). Programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina para mitigar el cambio climático – EELA, <http://www.redladrilleras.net/assets/files/e375e>

- 46f770e2bcc3621b7d30c993617.pdf. 14 de Julio de 2018.
- EELA (2012). Diagnóstico nacional del sector ladrillero, <http://www.redladrilleras.net/assets/files/692ecaa0a857372af35a529441387778.pdf>. 22 de junio de 2018.
- EELA (2016). Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina, [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Manual\\_capacitacion\\_sector\\_ladrillero.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Manual_capacitacion_sector_ladrillero.pdf). 02 de febrero de 2019.
- FAO (2008). Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para la clasificación, correlación y comunicación internacional, <http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf>. 04 de febrero de 2019.
- Gallegos A., Lang B., Fernández M., Luján M. (2006). Contaminación atmosférica por la fabricación de ladrillos y sus posibles efectos sobre la salud de los niños de zonas aledañas, <https://es.scribd.com/document/70119116/Contaminacion-Atmosferica-Por-La-Fabricacion-de-Ladrillos>. 05 de febrero de 2019.
- Guttikunda S. K.; Goel R. (2013). Health impacts of particulate pollution in a megacity-Delhi, India. *Environmental Development*, 6, 8-20.
- Hoffman M., Márquez R., Huston R. (2002). A study of Brick-Making processes along the Texas Portion of the U.S.-Mexico border, [https://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm\\_exec/pubs/sfr/081.pdf](https://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm_exec/pubs/sfr/081.pdf). 05 de febrero de 2019.
- INECC (2016). “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 CCVC de Ladrilleras Artesanales en México”. Informe Final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México. 117 p.
- INEGI (2014). Directorio estadístico nacional de unidades económicas, <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>. 04 de febrero de 2019.
- Linares, J.; Huertas, F.; Capel, J. (1983). La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento. *Revista de la Universidad de Granada*, 8, 479-490.
- Márquez C., Cárdenas B. (2011), Determinación de emisiones de gases de invernadero en base a factores de emisión y monitoreos de eficiencia energética en la comunidad ladrillera El Refugio, León Guanajuato, <http://www.redladrilleras.net/assets/files/36384a7203344e5defea4a4607ffc76c.pdf> 25 de noviembre de 2018.
- Munawer E. M. (2018). Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes. *Journal of Sustainable Mining*, 17, 87-96.
- Nebel, B.; Wright R. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. México: Pearson-Prentice Hall. 408, 1999.
- Páez, A. (1998). “Hacia un desarrollo endógeno”. [Documento en línea]. Disponible: [www.tuobra.unam.mx/publicadas/060429104912.pdf](http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/060429104912.pdf) [Consulta: 15 agosto 2019]
- Proaire (2016). Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Guerrero, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310366/29\\_ProAire\\_Guerrero.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310366/29_ProAire_Guerrero.pdf). 18 de febrero de 2019.
- Rajonee, A. A.; Uddin, Md. J. (2018) Changes in Soil Properties with Distance in Brick Kiln Areas around Barisal. *Open Journal of Soil Science*, 8, 118-128.
- Rodríguez Ramírez, J.; Diego Nava, F.; Martínez Álvarez, C.; Méndez Lagunas, L.; Aguilar Lesca, M. (2004). Perfiles de temperatura en un horno ladrillero. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 3, 209-217.
- Rodríguez Villanueva, B.; Mejía, de León, Y.; Vásquez Mireles, R. D.; Rodríguez Ruiz, N. (2015). Análisis estratégico para el desarrollo de los productores de ladrillo en la ciudad de Saltillo, Coahuila. México. Global Conference on Business and Finance Proceedings, 10, 1212-1221.
- Romo-Aguilar M. L.; Córdova, B.; Cervera, G. (2004). Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez. *Estudios Fronterizos*, 5, 9-34.
- Swisscontact (2010). Diagnóstico inicial del sector ladrillero sistematización de las encuestas de línea de base, <http://www.redladrilleras.net/assets/files/4a60b3a32a21b89e2c04dd5dc44d0f3a.pdf>. 06 de febrero de 2019.
- Zea Osorio, Norma Lisette. Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales, Tesis de licenciatura. Guatemala. Ed. Universidad de San Carlos de Guatemala. 165 p, 2005.



# Normas de publicación para los autores

*Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

La publicación de *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez* se inició en 1999 con el apoyo del Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la Coordinación Editorial del Dr. Luis Fernando Plenge Tellechea. Desde su inicio, la revista *Ciencia en la Frontera* ha incluido en su comité de revisores a docentes de instituciones con presencia nacional e internacional dando valor agregado a los manuscritos publicados en la revista.

La dependencia editora es por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el Departamento de Ciencias Químico Biológicas.

## Descripción de la revista

*Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez* publica contribuciones originales e inéditas de investigación y divulgación, de interés en todos los ámbitos de la Ciencias y la Tecnología.

## Comité Editorial

El comité editorial de la revista *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, recibe propuestas de artículos sobre tópicos de ciencia en general para su publicación bajo dos modalidades: artículos de investigación y artículos síntesis de investigación (revisiones). Las normas establecidas para la publicación son las siguientes:

1. Los trabajos deberán ser de *calidad científica e inéditos*.

2. Una vez publicado el artículo, los derechos de autor pasan a la UACJ.
3. Los artículos pueden ser artículos de investigación original y revisiones, los cuales deberán referirse a las áreas de ciencias naturales y exactas, ajustándose al dictamen del Comité Editorial, el que evalúa la calidad de su contenido científico y decide sobre la pertinencia de su publicación.
4. Los trabajos pueden ser enviados para su publicación en el idioma inglés o el español. Los artículos deberán incluir resumen en español seguido de uno en inglés (y viceversa).
5. Los trabajos deben ajustarse al siguiente formato:

Título del trabajo, breve y conciso, menor a 120 caracteres (incluyendo espacios)

Un resumen del contenido en español de 150 palabras como máximo y un abstract en inglés

Nombre de los autores

Adscripción de todos los autores

La institución de adscripción de los autores participantes deberá incluirse como un pie de página, comenzando con el número 1

Ejem. Ramírez, J. L.<sup>1</sup> y Martínez, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Puebla, México.

<sup>2</sup> Universidad de Santiago Compostela, España

Naturaleza del trabajo: artículo de investigación original, síntesis de información (revisión)

Dirección para correspondencia que incluya: teléfono, fax y correo electrónico. El nombre del autor al cual se dirigirá la correspondencia debe indicarse con

un asterisco (\*) y la leyenda “Autor para correspondencia”.

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL.

Deberá constar de las siguientes secciones:

- Introducción.
- Método Experimental. En el caso de presentar experimentos con animales vivos, anexar aprobación del Comité de Bioética de la institución de los autores
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Bibliografía. Las referencias bibliográficas deben asentarse de la forma convencionalmente establecida en español, indicando estas en el cuerpo del texto con los apellidos del primer autor y año de publicación entre paréntesis, y los datos bibliográficos al final del escrito. La bibliografía se presenta al final del artículo por orden alfabético.

Distribuir los datos de las referencias bibliográficas de la siguiente manera:

#### REFERENCIA DE LIBRO:

Apellidos, nombre del autor. *Título del libro*. Ciudad y País, Editorial. Número de páginas totales, año.

Ejemplo:

Foucault, Michael. *Las palabras y las cosas*. México: Siglo XXI. Pp. 30-45. 1984.

#### REFERENCIA DE CAPÍTULO LIBRO:

Apellidos, nombre del autor. Título del capítulo. In: Apellido e iniciales del editor (ed.). *Título del libro*. Ciudad y País, Editorial. Páginas del capítulo, año.

Ejemplo:

Levine, F. Economic perspectives on the Comanchero trade. In: Spielmann CA (ed.). *Farmers, hunters and colonists*. Tucson, AZ: The University of Arizona Press. 155-169, 1991.

#### REFERENCIA DE REVISTA:

Apellido(s) del autor, inicial(es); otros autores. (año). “Título del artículo”. *Nombre de la revista*, volumen, páginas.

El título de la revista debe abreviarse según el Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>

Ejemplos:

Sagara, Y., Fernandez-Belda, F., de Meis, L. e Inesi, G. (1992). “Characterization of the inhibition of intracellular Ca<sup>2+</sup> transport ATPases by thapsigargin”. *J. Biol. Chem.*, 267, 12606-12613.

Rivas-Cáceres, R. (1999). “Médanos de Samalayuca. Un urgente reclamo, una estrategia emergente”. *Ciencia en la Frontera*, 1, 29-32.

#### REFERENCIA DE PÁGINA ELECTRÓNICA

Se acepta la información proveniente de páginas de internet que tengan reconocido prestigio en la veracidad de sus datos y que esté respaldada por instituciones académicas y/o científicas; el formato para incluir la referencia es el siguiente:

Nombre del autor (año), título completo del artículo, dirección de la página electrónica. Fecha de consulta.

### ARTÍCULO DE SÍNTESIS DE INVESTIGACIÓN (REVISIÓN)

Introducción. Se sugiere exponer enfáticamente la relevancia del tema de la Revisión dentro de un área del conocimiento.

Desarrollo del tema y subtemas

Perspectivas. Analizar la síntesis expuesta con el planteamiento de los posibles descubrimientos ó desarrollos dentro del área, e implicaciones de índole terapéutica, industrial, o de impacto social.

Bibliografía. Conforme se ha expuesto para los artículos de investigación original

El manuscrito debe remitirse en formato de “Word”; la tipografía Arial de 12 puntos, con 1.5 de espacio entre renglones. La extensión del trabajo deberá ser máximo de 30 cuartillas de texto.

Las figuras pueden ser ilustraciones, gráficas y fotografías; las figuras y los cuadros deberán referirse dentro del texto, enumerándose en el orden que se citan en el mismo, e indicar el programa de cómputo en el que están elaborados. Los cuadros deben separarse del texto del artículo y colocarse en un listado después de la bibliografía. Los pies de figura deberán ser explícitos sin necesidad de leer el texto principal, deberán incluirse en un listado después de los cuadros. Los archivos de las figuras, que pueden ser fotografías, ilustraciones y gráficas deben enviarse aparte, indicando el título del trabajo y la secuencia (Figura 1, Figura 2, etc.). Los archivos de las figuras deben ser menores a 2 MB.

#### EVALUACIÓN DE LA ORIGINALIDAD DEL MANUSCRITO Y COMBATE AL PLAGIO

La coordinación de Ciencia en la Frontera está comprometida con la originalidad de la investigación científica y de su difusión y divulgación, en consecuencia, nos preocupamos por verificar que no existe forma alguna de plagio, tanto en el uso de datos ó resultados, como en la redacción de los textos científicos. Para la detección de plagio en los textos remitidos, el Comité Editorial evaluará cada manuscrito de la siguiente forma:

-Mediante el software Plagiarism Checker ([smallseotools.com/plagiarismchecker](http://smallseotools.com/plagiarismchecker)) se revisará por separado cada párrafo o fragmentos del manuscrito (de extensión máxima de mil palabras); el trabajo remitido iniciará el proceso de evaluación y dictamen cuando se alcance un parámetro de al menos 90% de originalidad. En caso de detectarse un porcentaje menor, la Coordinación Editorial notificará al autor responsable, a fin de solicitar las modificaciones pertinentes.

#### SOBRE LA REMISIÓN DE ARTÍCULO Y EL PROCESO EDITORIAL

Remitir el original por correo electrónico a [ciencia.frontera@uacj.mx](mailto:ciencia.frontera@uacj.mx)  
con atención al Comité Editorial

En el texto del correo electrónico debe exponerse el título del artículo y los autores, en archivos anexos deben incluirse:

Datos de contacto de tres revisores que dictaminarán la calidad del trabajo, los revisores deben ser de una institución diferente a la de los autores; las facultades, escuelas, institutos o centros de investigación de la misma universidad se considerarán como una misma institución; los diferentes departamentos de una empresa también se considerarán como pertenecientes a la misma institución y por lo tanto no podrá incluirse a su personal como dictaminadores. Los datos de contacto son:

- Nombre completo del revisor
- Adscripción: Institución, Dependencia, Departamento, Grupo de Trabajo.
- Correo electrónico
- Números de teléfono, y fax
- Dirección con código postal.

El Comité Editorial acusará recibo del trabajo mediante correo electrónico. No se extienden oficios por la recepción del manuscrito. La recepción del manuscrito no garantiza su publicación.

Posteriormente a un tiempo de dictamen de un mes máximo, el Comité Editorial remite, vía correo electrónico, el trabajo a sus autores para que realicen las modificaciones que hubiera, con base en las acotaciones de los dictaminadores.

Los autores remitirán la segunda versión del manuscrito en un plazo máximo de 2 semanas y el Comité Editorial acusa recibo mediante correo electrónico. En caso de no recibir la versión corregida en este plazo, el comité se reserva el derecho de descartar la publicación y su posterior remisión se considerará como un nuevo proceso.

No se emitirán oficios por la recepción de los trabajos corregidos.

Posteriormente a la recepción del artículo en su versión definitiva, el Comité Editorial emite un acuse de recibo por correo electrónico y anunciará el proceso de revisión de galeras y publicación. Durante este, el Comité Editorial trabaja en con-

junto con la Subdirección de Publicaciones de la UACJ.

No se emiten oficios por cada artículo aceptado para publicación.

Cada fascículo se incluye en la página de publicaciones periódicas de la UACJ, bajo la dirección:

<http://www2.uacj.mx/Publicaciones/cienciaenlafrontera/default.htm>

La versión impresa de cada fascículo se procesa por la Subdirección de Publicaciones.

## **Descripción del arbitraje**

El comité editor revisa las propuestas recibidas evaluando el valor científico; si dicho parámetro es aceptable, se establece un comité de revisores compuesto de al menos dos pares expertos en el área temática del trabajo en cuestión; una vez evaluado por los pares expertos, el comité editor toma la decisión sobre la aceptación o no del manuscrito para publicación.