

## 6.17. Fertilidad de los suelos cafetaleros bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas, México

Velázquez-Rodríguez Alma S.<sup>1</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias. Campus El Cerrillo, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

<sup>2</sup>GRENASER, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Autor para correspondencia: almaver22@uaemex.mx

### Resumen

Los suelos cafetaleros son uno de los factores críticos en la productividad de este cultivo. En la campaña del Programa Mexicano del Carbono para conservar la sombra de los cafetales de la Sierra Madre de Chiapas, se realizaron 233 sitios de muestreo de suelos (0-30 cm) para realizar un análisis básico de fertilidad y revisar la existencia de restricciones. Las variables que se analizaron fueron textura del suelo, conductividad eléctrica, materia orgánica, pH, fósforo, potasio y nitrógeno inorgánico. Para la evaluación de la fertilidad, se estableció un semáforo de restricciones: verde, amarillo y rojo, en cada sitio con cafetales. Los resultados muestran que, en lo general, las restricciones en la fertilidad de los suelos cafetaleros son mínimas, producto de los disturbios experimentados en la estructura de la selva o bosque, así como a la extracción selectiva de nutrimentos, por algunos cultivos asociados al cafetal. El contenido de carbono orgánico del suelo en cafetales de la Sierra Madre de Chiapas, asemeja las condiciones de bosques y selvas maduras.

**Palabras clave:** *análisis básico de fertilidad; semáforo de restricciones; materia y carbono orgánico; productividad; cafetales.*

### Abstract

Coffee soils are one of the critical factors in the productivity of this crop. In the campaign of the Mexican Carbon Program to conserve the shade of the coffee plantations of the Sierra Madre de Chiapas, 233 soil sampling sites (0-30 cm) were carried out to carry out a basic fertility analysis and review the existence of restrictions. The variables analyzed were soil texture, electrical conductivity, organic matter, pH, phosphorus, potassium, and inorganic nitrogen. For the evaluation of fertility, a traffic light of restrictions was established: green, yellow and red, in each site with coffee plantations. The results show that, in general, the restrictions on the fertility of coffee-growing soils are minimal, as a result of the disturbances experienced in the structure of the forest or forest, as well as the selective extraction of nutrients, by some crops associated with the coffee plantation. The organic carbon content of the soil in coffee plantations of the Sierra Madre de Chiapas, resembles the conditions of forests and mature forests.

**Key words:** *basic fertility analysis; traffic light of restrictions; organic matter and carbon; productivity; coffee plantations.*

### Introducción

El carbono orgánico de los suelos cafetaleros es un almacén importante, que además de contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, constituye un factor crítico asociado a la fertilidad de los suelos, ya que representa hasta el 58% de la materia orgánica (MO) en el mismo (Padilla *et al.*, 2012). Un suelo fértil tiene asociada una cantidad adecuada de MO, lo que conlleva un contenido importante de carbono orgánico.

En 1999, Moguel y Toledo, analizaron la fertilidad de los suelos de los diferentes tipos de cafetales en la Sierra Madre de Chiapas. Sin embargo, en los últimos años, el Programa Mexicano del Carbono (PMC) ha centrado sus esfuerzos en los cafetales bajo sombra, ([http://pmcarbono.org/pmc/proyectos/REDD\\_para\\_Salvar\\_la\\_Sombra\\_Sierra\\_Madre\\_Chiapas.php](http://pmcarbono.org/pmc/proyectos/REDD_para_Salvar_la_Sombra_Sierra_Madre_Chiapas.php)), en el contexto de la epidemia de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) que se presentó recientemente (Libert-Amico y Paz-Pellat, 2018).

Como es conocido, el almacén del carbono orgánico de los suelos (COS) es muy importante en relación al resto de los almacenes (Salas-Aguilar *et al.*, 2018), ya que ocupa el primer lugar en la mayoría de los ecosistemas, con valores iguales o superiores al de biomasa aérea. En el caso particular de los cafetales, el COS es condicionante de la fertilidad y productividad de los cafetos (Escamilla, 2007), especialmente en condiciones de cultivo bajo sombra.

En el presente trabajo se presentan los resultados de una campaña realizada para caracterizar la fertilidad de los suelos de los cafetales con diferentes tipos de sombra, en la Sierra Madre de Chiapas, con el fin de determinar si existen limitaciones importantes que condicionen la productividad de los cafetales, además de cuantificar el carbono orgánico del almacén suelo.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio y sitios de muestreo

La Figura 1 muestra los sitios de muestreo, cafetales y otros tipos de vegetación, en la región de la Sierra Madre de Chiapas. Los muestreos se realizaron en sitios de estudio previamente establecidos para estimar almacenes de carbono (PMC, 2016a) y sitios de control de la roya del SENASICA (PMC, 2016b), con metodologías específicas de caracterización y colecta en campo, adecuadas a los objetivos de cada estudio. En total se muestrearon 233 sitios.

La colecta de muestras de suelo se hizo mediante el uso de barrenas cilíndricas (nucleadores), hasta la profundidad de 30 cm. Se tomaron varias muestras en cada sitio y estas se mezclaron para obtener una muestra compuesta, representativa (PMC, 2016 a y b). Las determinaciones analíticas para el estudio básico de fertilidad se realizaron en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos del Colegio de Postgraduados, bajo metodologías estandarizadas.

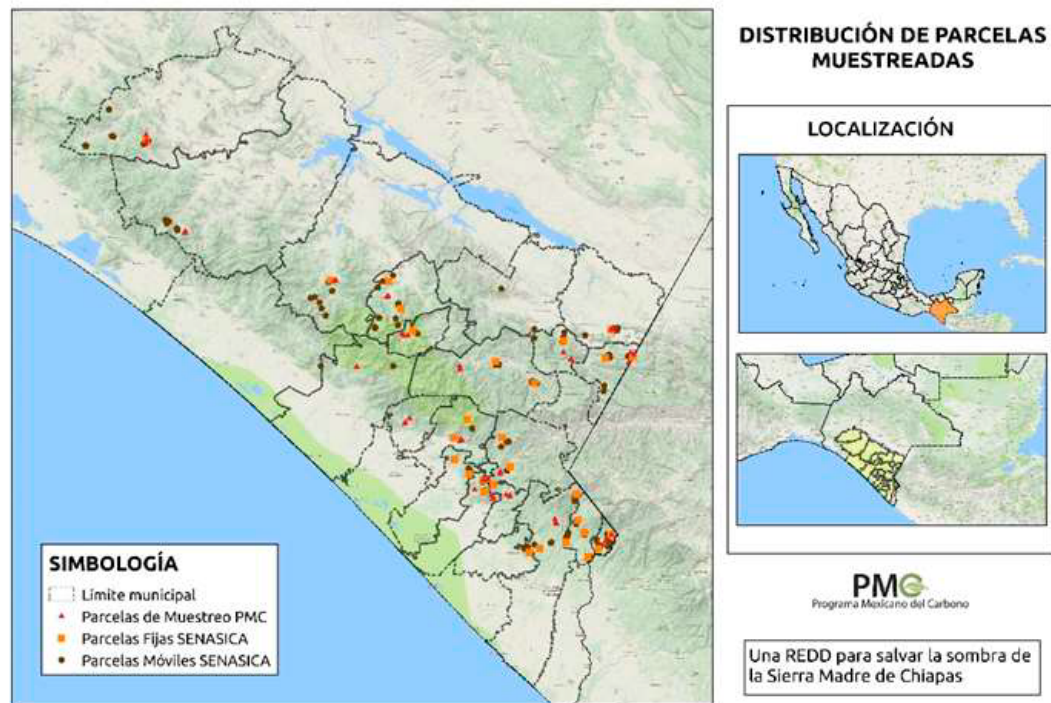


Figura 1. Localización geográfica de los sitios de muestreo de suelos en la Sierra Madre de Chiapas.

### Metodología

Para el análisis de los resultados de fertilidad de los suelos se utilizó un semáforo de colores, en el que el color verde representa a los suelos con un estado óptimo de la variable evaluada; el amarillo (blanco en las figuras mostradas más adelante) corresponde a los suelos sin restricciones aparentes y, el rojo, indica la presencia de restricciones. Cabe destacar que el color amarillo incluye condiciones como problemas en la calidad de los granos o rasgos organolépticos desfavorables en taza (Escamilla, 2007).

El análisis básico de fertilidad incluyó textura del suelo, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno inorgánico ( $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{NH}_4$ ).

Aun cuando, dependiendo del autor (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990; López 2000; Geissert *et al.*, 2013), existen diferentes intervalos para los valores de las variables medidas para caracterizar la fertilidad de los suelos, los análisis se asociaron al semáforo como se muestra a continuación:

- pH (en agua)
  - Verde: 5.5 - 6.5
  - Amarillo: 4.5 - 5.5 y 6.5 - 7.8
  - Rojo: < 4.5 y > 7.8
- MO (%)
  - Verde: > 7.0
  - Amarillo: 3 - 7
  - Rojo: < 3
- P (ppm)
  - Verde: 13 - 40
  - Amarillo: 6 - 13 y > 40
  - Rojo: < 6
- K (ppm)

- Verde: 110 - 156
- Amarillo: > 156
- Rojo: < 110
- N Inorgánico (ppm)
  - Verde: > 50
  - Amarillo: 20 – 50
  - Rojo: < 20

La conductividad eléctrica no se discute, dado que los valores obtenidos fueron muy bajos y no presentan problemas para los cafetos.

## Resultados y Discusión

El pH de los suelos cafetaleros se muestra en la Figura 2. Como se puede observar, el 52.5% de los suelos están en semáforo verde, 45.2% en amarillo y sólo un 2.3% en rojo. En general, los suelos no presentan restricciones asociadas con el pH del suelo.

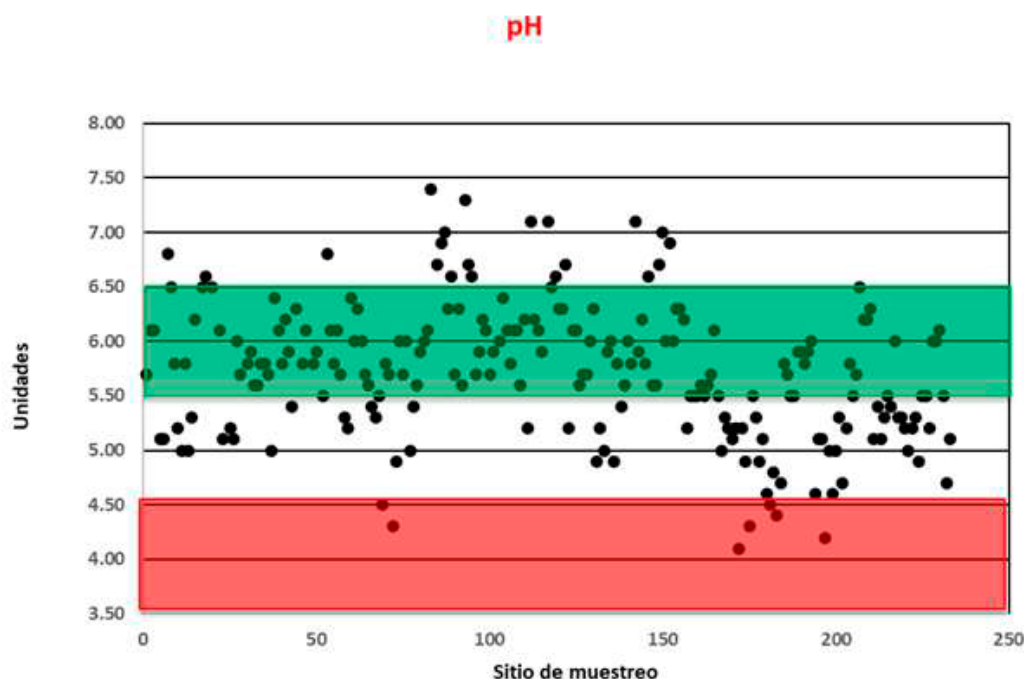


Figura 2. Semáforo de los sitios de muestreo para el pH del suelo.

Con respecto al contenido de materia orgánica (Figura 3), el 32.6% de los suelos se encuentra en semáforo verde, el 53.4% en amarillo y el 14.0% en rojo. En lo general, los valores altos de MO se presentan en los sitios asociados a selvas altas con poca perturbación y, los bajos, a cultivos de establecimiento reciente en los que se eliminó la vegetación original y/o la sombra.

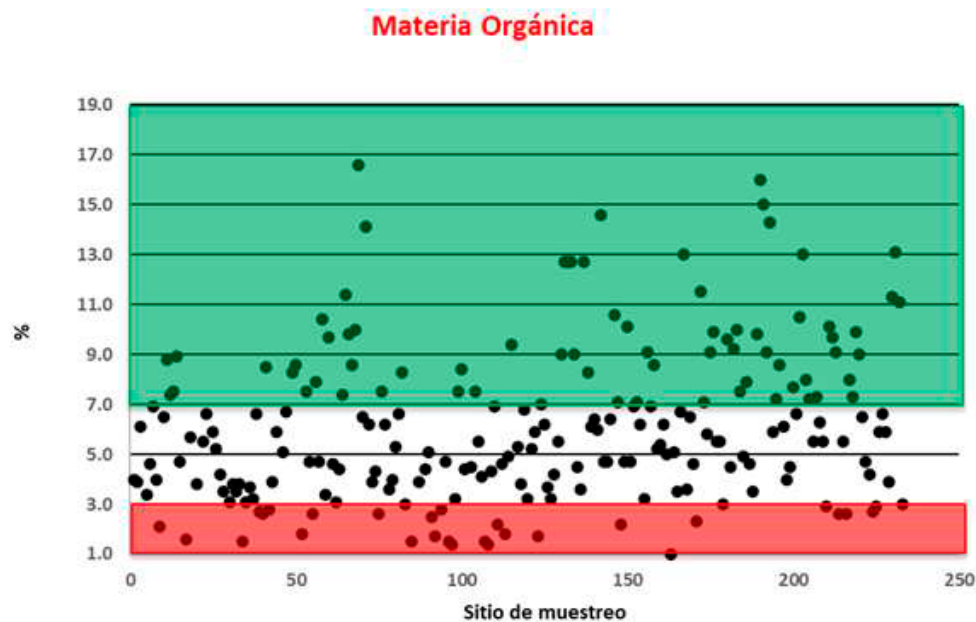


Figura 3. Semáforo de los sitios de muestreo para la materia orgánica del suelo.

En el caso del fósforo, la Figura 4 muestra los resultados obtenidos, en donde el 29.9% está en semáforo verde, el 57.4% en amarillo y el 12.7% en rojo. No se detectaron problemas de fertilidad asociados al fósforo.

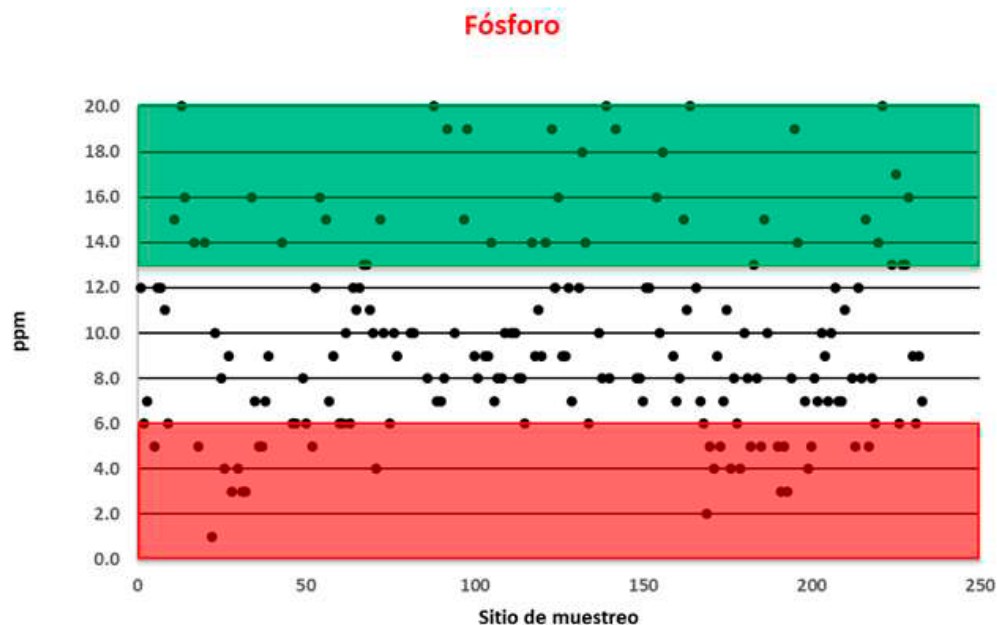


Figura 4. Semáforo de los sitios de muestreo para el fósforo en el suelo.

La Figura 5 muestra los resultados obtenidos para el potasio, en donde el 18.6% está en semáforo verde, el 53.3% en amarillo y el 28.1% en rojo. A partir de las observaciones en campo y pláticas con los productores, la deficiencia de potasio en algunos suelos se atribuye a la presencia de plantas silvestres y cultivos de plátano (asociados o previos al cafetal), ya que se trata de un cultivo que se caracterizan por

una extracción significativa de este elemento. Al eliminar este factor, la restricción nutricional puede eliminarse.

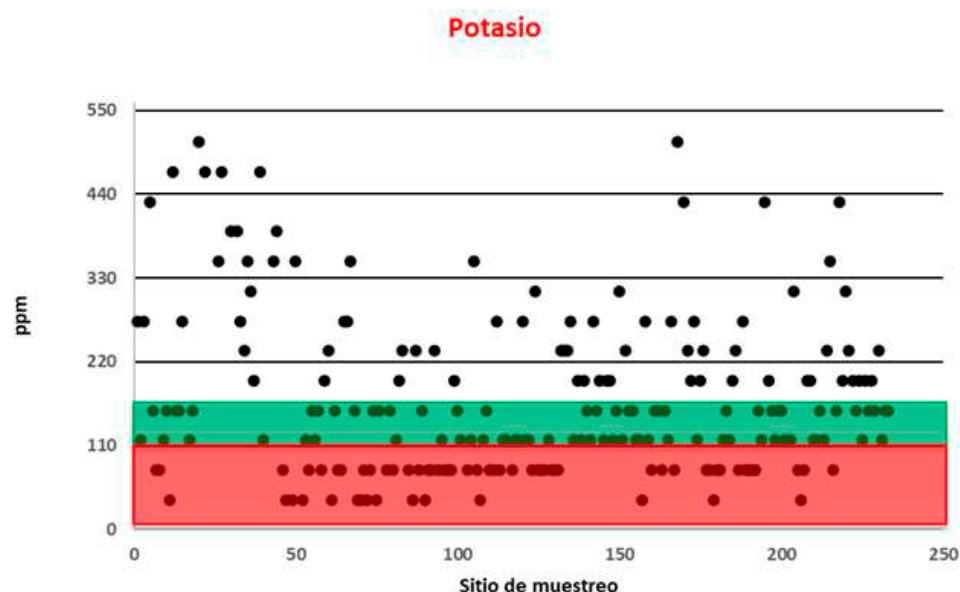


Figura 5. Semáforo de los sitios de muestreo para el potasio en el suelo.

Finalmente, en la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos para el nitrógeno inorgánico, en donde el 25.3% de los suelos se encuentran en semáforo verde y el 74.7% en amarillo, sin que se presenten casos en rojo. No se presentan deficiencias por nitrógeno inorgánico en los suelos cafetaleros de la Sierra Madre de Chiapas.

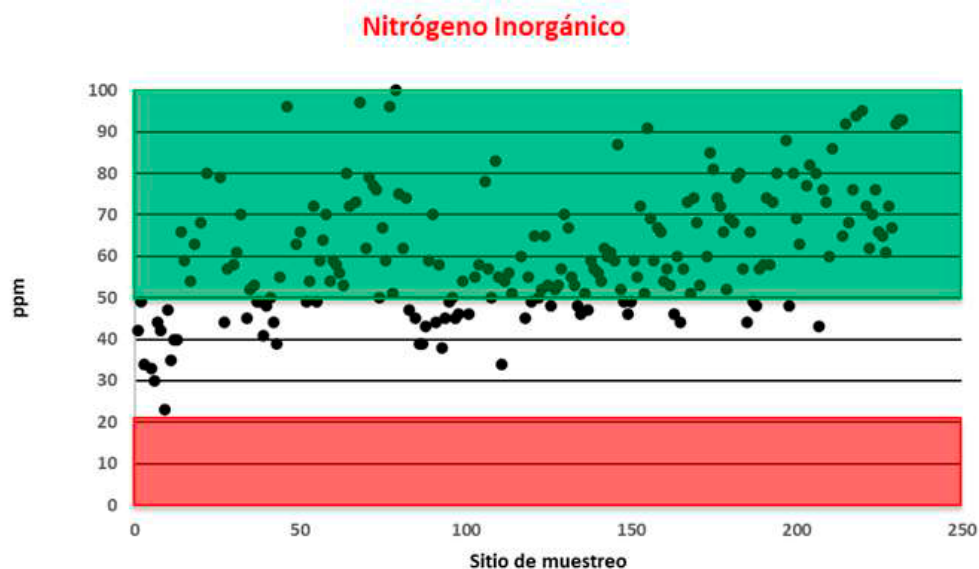


Figura 6. Semáforo de los sitios de muestreo para el nitrógeno inorgánico en el suelo.

En condiciones de no perturbación, la vegetación natural está en balance con el medio físico, pero ante una perturbación, como la introducción de un cultivo, el sistema tiene que encontrar un nuevo balance. Para lograr este nuevo equilibrio entre la disponibilidad y la demanda de nutrientes del



sistema, en la mayoría de los casos es necesario proporcionar al suelo los elementos faltantes. El conocimiento de la fertilidad en suelos cafetaleros es clave ante la epidemia de la roya y otras amenazas del cambio climático: una planta bien nutrida es una planta tolerante a la roya o al menos puede resistir más su ataque. Por otra parte, la producción de café depende, en gran medida, de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, pero también, el contenido elevado de algunos minerales suele incrementar la acidez o astringencia del café, lo que disminuye su calidad.

De acuerdo con los resultados, el 14% de los suelos cafetaleros de la Sierra Madre de Chiapas, presenta deficiencias de materia orgánica, asociada a la disminución en la caída de la hojarasca, por desaparición de la vegetación original o de la sombra, durante el establecimiento del cultivo, lo que hace necesaria la fertilización nitrogenada o el aporte de suplementos orgánicos. El 12.7% de los suelos presentó deficiencias de fósforo, lo que se expresa como una mancha rojiza que inicia en la punta de las hojas del cafeto y hace necesaria la aplicación de este nutrimento. El 28% presentó deficiencias de potasio, pero se trata de casos perfectamente delimitados, en los que los cafetales se encuentran mezclados con plantas silvestres de plátano o asociados a cultivos de éste, restricción que puede subsanarse eliminando las plantas de plátano o, si se desea mantener el cultivo, adicionando el nutrimento en las parcelas afectadas.

## Conclusiones

Los suelos cafetaleros de la Sierra Madre de Chiapas no se presentan restricciones de fertilidad significativas, lo cual se atribuye a su asociación con la vegetación natural, de bosques y selvas, que sirve como sombra al cultivo. Esta situación, abre la posibilidad de incrementar la productividad de los cafetales a través de prácticas sustentables de bajo impacto y bajo costo.

El contenido de materia orgánica de los suelos cafetaleros, bajo sombra, tiene valores altos, comparables, incluso, con los de bosques y selvas maduras, lo que constituye un sólido argumento para su conservación, manteniendo la estructura y composición actual.

## Literatura citada

- Escamilla, E. 2007. Influencia de los factores ambientales genéticos agronómicos y sociales en la calidad del café orgánico en México. Tesis doctoral. Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados. 267 p.
- Geissert, D., I. Barois, A. Mólgora, P. Mokondoko, K. Maas y R. Manson. 2013. Manual para el Manejo Sustentable del Suelo en Cafetales de Sombra. Instituto Literario de Veracruz S.C. Xalapa, Veracruz, México. 48 p.
- INMECAFÉ-NESTLÉ. 1990. El Cultivo del Cafeto en México. Instituto Mexicano del Café y Compañía Nestlé S.A. de C.V. México. 248 p.
- Libert-Amico, A. y F. Paz-Pellat. 2018. Del papel a la acción en la mitigación y adaptación al cambio climático: la roya del cafeto en Chiapas. *Madera y Bosques*. 24, e2401914, doi:10.21829/myb.2018.2401914
- López, J. C. 2000. Interpretación de resultados de los análisis químicos de suelos agrícolas. Instituto de Recursos Naturales. Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados 45 p.
- Moguel, P. and V. M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21
- Padilla, J., J. D. Etchevers, R. C. Gomora, C. I. Hidalgo, M. Carrasco y V. Saynes. 2012. Relación entre los métodos TOC, LOI, Walkley-Black y NIR para determinar carbono en suelos. pp. 187-194. En: F. Paz y R. Cuevas (eds.). Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2011. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de México y el Instituto Nacional de Ecología. Texcoco, Estado de México, México. ISBN 978-607-715-085-5
- Programa Mexicano del Carbono, A.C. 2016a. Una REDD para SALVAR la SOMBRA de la Sierra Madre de Chiapas. Manual de Procedimientos Inventario de Carbono +. Paz Pellat F. (Coord.). Texcoco, Estado de México, México. 66 p.
- Programa Mexicano del Carbono, A.C. 2016b. Una REDD para SALVAR la SOMBRA de la Sierra Madre de Chiapas. Manual de Procedimientos Inventario Rápido de Carbono+. Red de Puntos de Control. Paz Pellat F. (Coord.). Texcoco, Estado de México, México. 39 p.
- Salas-Aguilar, V.M., F. Paz-Pellat, F. Rojas-García y M. Bolaños. 2018. Almacenes de carbono en sistemas agroforestales cafetaleros de la Sierra Madre de Chiapas. pp. 671-677. En: F. Paz, A. Velázquez y M. Rojo (eds.). Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2018. Texcoco, Estado de México, México. ISBN 978-607-96490-6-7.