

Agricultura de Conservación: ¿Una alternativa para el mejoramiento de la milpa en Yucatán?^φ

Carlos A. Gamboa-Cimé¹, José B. Castillo-Caamal^{2*}, Jorge S. Santos-Flores¹,
Jesús F. Escalante-Euán³

Introducción

La milpa representa la fuente principal de alimentos para las familias de las comunidades rurales del sur y oriente de Yucatán. De la milpa, estas comunidades obtienen maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus lunatus* L.) y calabaza (*Cucurbita moschata* Duch, *Cucurbita argyrosperma* Huber y *Cucurbita pepo* L.), la denominada “triada mesoamericana”. Sin embargo, obtienen otras variedades de cultivos que varían dependiendo de la región y el campesino que maneje la milpa (Terán y Rasmussen 2009).

En Yucatán por lo pedregoso del suelo, donde es prácticamente imposible el uso de maquinaria agrícola o de animales para labores de labranza, la milpa se realiza bajo el sistema de roza, tumba y quema (RTQ). Este es un sistema de agricultura migratoria que implica la perturbación de la selva para adecuar el terreno antes de la siembra, trabajarlo por alrededor de tres años consecutivos y posteriormente abandonarlo para permitir la regeneración del suelo durante 20 a 30 años (Hernández *et al.* 1994).

La fertilidad del suelo tras la RTQ tiende a incrementar y mantenerse por los próximos tres años. Posteriormente, la materia orgánica disminuye rápidamente y, con ello, los

^φFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

²Departamento de Producción Animal en Agroecosistemas Tropicales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

³Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

*Autor para correspondencia: jose.castillo@correo.uady.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5197>



rendimientos del cultivo de maíz y sus asociados (Pool y Hernández 1995). La disminución de la selva por la urbanización y el incremento poblacional ha ocasionado la reducción en cobertura de tierras disponibles para que el campesino pueda establecer su milpa. Esto lo ha forzado a incrementar el tiempo de uso del suelo hasta por 10 años y se ha reducido el tiempo de descanso a dos o seis años. Esta reducción impide que el suelo recupere su fertilidad completamente y agota las reservas de nutrientes (Pérez 1981). Además, se desencadenan efectos secundarios negativos, como el incremento de poblaciones de otras especies, plagas y malezas, que en conjunto contribuyen a la baja productividad del cultivo de maíz (Caamal *et al.* 2001). Ante este problema, en la agricultura de RTQ en Yucatán se ha recurrido al uso de fertilizantes y herbicidas que, si bien cumplen su función de mejorar la producción en la milpa, muchas veces se encuentran fuera de alcance debido a los costos de adquisición elevados (Kú 1992). Además, estos productos resultan ser perjudiciales para el ambiente y la salud humana debido a su alta toxicidad y persistencia en el suelo (Ortíz *et al.* 2014).

La sustentabilidad de la milpa se logra a partir de dos principios fundamentales: la diversificación del sistema y el mantenimiento de la calidad del suelo (Martínez *et al.* 2020). Fortalecer la milpa a través del manejo agroecológico con prácticas de la Agricultura de Conservación (AC) es una opción para conservar y mejorar el suelo en sus tres componentes (físico, químico y biológico), en consecuencia, mejorar la producción de maíz en milpas con barbechos cortos o suelos de uso continuo en condiciones de temporal. El objetivo de este trabajo es describir el origen, los principios de la Agricultura de Conservación y algunas experiencias generadas en el sistema milpa de Yucatán.

ISSN 2007 - 431X

“En Yucatán por lo pedregoso del suelo, donde es prácticamente imposible el uso de maquinaria agrícola o de animales para labores de labranza, la milpa se realiza bajo el sistema de roza, tumba y quema.”

La labranza: el factor que dio origen a la Agricultura de Conservación

La labranza es una práctica que consiste en la roturación del suelo, donde se altera su estructura física por medio de volteos que se realizan con herramientas manuales, o con ayuda de tecnología pesada, para asegurar un suelo blando y libre de malezas para un correcto desarrollo de los cultivos (Baker y Saxton 2008). Sin embargo, esta práctica trae consigo efectos negativos, pues la destrucción de las macropartículas del suelo favorece la formación de microporos ocasionando compactación y contribuyendo a la erosión de este (Gómez *et al.* 2017).

La idea de reducir la labranza del suelo surgió alrededor de la década de 1930 durante el “Dust Bowl” de los Estados Unidos de América (EUA) (Donovan 2020) donde la agricultura

era de labranza intensiva con el uso de maquinaria. En ese entonces 40 millones de hectáreas fueron impactadas por una serie de vientos fuertes que formaron grandes nubes de polvo y erosionaron el suelo (Baumhardt 2003). Posteriormente, en 1943 el agrónomo Edward H. Faulkner en su obra “Plowman’s Folly” criticó el uso de arado considerándolo una práctica sin sustento científico (Hossne 2004). Con el paso del tiempo, la idea de reducir la labranza del suelo y utilizar coberturas para protegerlo ganó popularidad hasta adquirir el nombre de labranza de conservación (Farooq y Siddique 2015). Durante la década de 1940s en los EUA los avances en el desarrollo de la maquinaria de siembra permitieron entonces realizar la siembra directa sin labranza, mientras que, al mismo tiempo, Edward Faulkner definía lo que ahora se conoce como los principios de la Agricultura de Conservación (AC), aunque hasta el período de 1960’s comenzaron a adoptarse estas prácticas en EUA (Friedrich *et al.* 2012).

En los 1970’s se introdujeron prácticas de labranza cero en Brasil, donde agricultores junto con los científicos, trabajaban en conjunto para transformar y mejorar el sistema de producción al que hoy se le conoce como AC, mientras que, al mismo tiempo, la labranza cero y el uso de coberturas en el suelo eran validadas en el occidente africano y fue en la década de los 1990’s que el concepto se expandió alrededor del mundo por medio de diferentes organizaciones nacionales e internacionales se comenzó a revolucionar la agricultura, principalmente en países de América Latina, Asia y África (Friedrich *et al.* 2012, Donovan 2020). La AC a través de sus tres principios (labranza cero, cobertura permanente del suelo y diversificación de cultivos) ha presentado efectos positivos en la agricultura en términos de rendimiento, sostenibilidad, facilitación del trabajo y adaptación al sistema productivo, por lo que cada vez el porcentaje de adopción de estas prácticas incrementa en el mundo (Friedrich *et al.* 2012). Actualmente, millones de hectáreas alrededor del mundo se cultivan bajo el sistema de AC y es el continente americano el que representa más de la mitad de la superficie mundial total (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución global de tierras bajo Agricultura de Conservación de 2018-2019.

Región	Hectáreas	Porcentaje de la superficie total
Sur y Centroamérica	82,996,000	40.41
Norteamérica	65,937,000	32.10
Australia y Nueva Zelanda	23,293,000	11.34
Asia	17,529,000	8.53
Rusia y Ucrania	6,900,000	3.36
Europa	5,601,000	2.73
África	3,143,000	1.53
Superficie total	205,399,001	100.00

Fuente: CA Global (<https://www.ca-global.net/ca-stat>, visitado el 02 de noviembre de 2023).

“Edward Faulkner definía lo que ahora se conoce como los principios de la Agricultura de Conservación (AC), aunque hasta el período de 1960’s comenzaron a adoptarse estas prácticas en EUA.”

Cobertura permanente del suelo y su relación con la labranza cero

La materia orgánica desempeña un papel importante en los agroecosistemas pues contribuye en la formación del suelo y su fertilidad. Los residuos vegetales son reservas de esta materia por lo tanto con un buen manejo de los residuos (rastros) son fundamentales para la conservación y el mejoramiento del suelo (Verhulst *et al.* 2015). El rastrojo que se deposita en el suelo proviene del cultivo anterior, el cual es cortado y eventualmente triturado para facilitar la descomposición y la siembra del siguiente ciclo. La retención de rastrojo disminuye la erosión del suelo gracias a la protección de éste contra el viento, la lluvia y la temperatura. También mejora la retención de agua y aumenta su disponibilidad para las plantas, reduce la incidencia de malezas, incrementa el contenido de materia orgánica gracias a su descomposición, la disponibilidad de nutrientes y mejora la actividad biológica en el suelo (Donovan, 2020).

La labranza cero en la AC minimiza la roturación del suelo a través del método de siembra directa, que a su vez se acompaña con otras prácticas como el uso de cobertura vegetal en el suelo (Donovan 2020). Con el método de siembra directa es innecesaria la preparación previa del suelo, por lo que se puede entender también como un cultivo “sin laboreo”, donde únicamente se abre un agujero a través de los residuos en descomposición de la cosecha anterior, en el cual se depositará la semilla, procurando reducir al mínimo la roturación del suelo y garantizar su protección; y de las posiciones de siembra con la cobertura vegetal (Fig. 1) (FAO 2022).



Figura 1. Cultivo de maíz con retención de rastrojo en una milpa en Kancabdzonot, Yucatán (Plataforma de Investigación Yaxcabá, Yucatán.). Foto: Itzá KGM.

Diversificación de cultivos

La complejidad determina el nivel de interacciones que son la base fundamental para el diseño de agroecosistemas sostenibles (Gliessman 2002). Esta complejidad está estrechamente ligada a la diversidad del sistema. La diversificación implica el manejo de dos o más especies, o variedades, dentro de una misma parcela (Fig. 2), mismas que pueden estar establecidas al mismo tiempo (cultivos intercalados) o de manera secuencial (rotación de cultivos). La diversificación contribuye a la reducción de la incidencia de plagas y enfermedades al interrumpir sus ciclos de vida, al control de malezas, a la distribución adecuada de los nutrientes en el suelo y a una reducción en el riesgo económico en caso de alguna pérdida de cierto cultivo por alguna eventualidad negativa (Donovan 2020).



Figura 2. Diversificación de una milpa con maíz y calabaza en Yokdzonot-Hú, Yaxcabá, Yucatán. Foto: Castillo CJB.

Las leguminosas poseen cualidades que las vuelven aliadas para los agricultores en la diversificación del agroecosistema. Entre sus atributos se puede mencionar: a) son resistentes a la sequía, b) se adaptan a suelos erosionados y contribuyen a su mejoramiento, c) algunas especies tienen el potencial para inhibir el crecimiento de malezas, d) son de gran importancia para la alimentación humana y e) tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, así aprovecharse como opción al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y de esa manera reducir la emisión de CO₂, gas de efecto invernadero (FAO 2016; Stagnari *et al.* 2017).

Experiencias con prácticas de Agricultura de Conservación en Yucatán

Desde hace tres décadas, en Yucatán se ha estudiado el efecto de diferentes leguminosas leñosas-arbustivas, como Waaxim (*Leucaena leucocephala*) y Piich (*Enterolobium cyclocarpum*) y herbáceas, como el Frijol espada (*Canavalia ensiformis*), Ib (*Phaeolus lunatus*), Xkooli bu'ul (*Phaseolus vulgaris*), Xpéron (*Vigna unguiculata*) y Frijol terciopelo (*Mucuna* spp.) en el cultivo de maíz y su rendimiento (Castillo *et al.* 2016) para el establecimiento de sistemas diversificados. Por consiguiente, se ha generado información de gran relevancia para entender la dinámica de estos cultivos y su interacción con otras especies cuando se asocian en la milpa. Por ejemplo, el frijol terciopelo y frijol espada tienen la capacidad para disminuir el desarrollo de las malezas a partir del tercer ciclo de cultivo. Sin embargo, es necesario un manejo de poda

en el frijol terciopelo debido a que presenta un crecimiento vigoroso que puede ocasionar daño en las plantas de maíz (Caamal *et al.* 2001; Ayala 2009).

Se ha evaluado el efecto de la retención de rastrojo, junto con la diversificación de la milpa con dos cultivos tradicionales (Ib y Calabaza) y un cultivo introducido (frijol terciopelo). Los rendimientos obtenidos con las prácticas de conservación pueden ser similares a los rendimientos obtenidos bajo la práctica tradicional de RTQ, al menos, hasta el segundo año de cultivo. En ocasiones, presentan un mayor rendimiento que aquellos sistemas bajo la RTQ. En especial en parcelas en donde se ha retenido el rastrojo presentaron una media de rendimiento de grano de 1,061 kg/ha contra 879 kg/ha que se ha obtenido en parcelas sin cobertura (Castillo y Balam 2020a; Castillo y Balam 2020b).



Figura 3. Cultivo de maíz bajo Agricultura de Conservación (izquierda) y la práctica de la quema (derecha) en Xoy, Yucatán (Plataforma de Investigación Peto, Yucatán). Foto: Gamboa CCA.

“Los rendimientos obtenidos con las prácticas de conservación pueden ser similares a los rendimientos obtenidos bajo la práctica tradicional de RTQ, al menos, hasta el segundo año de cultivo”.

A pesar de los avances en las investigaciones, aún se requiere continuar con estudios que permitan entender con mayor precisión los efectos de la AC en su totalidad como modelo de producción de la milpa. Se requiere resultados más robustos para definir acciones que atiendan las problemáticas que persisten en el sistema y permitan mejorar la productividad de las tierras agrícolas sin comprometer los recursos naturales y económicos, así como la salud de las personas y el ecosistema.

Conclusiones

La milpa es un sistema agrícola de gran importancia económica, social y cultural para las familias de las comunidades mayas de Yucatán ya que representa la fuente de alimentos de la cual se obtiene el maíz, frijol, calabaza, entre otros, que en conjunto constituyen la base para la alimentación de las personas. A través de los años, la extensión de la selva en Yucatán se ha reducido y con ella la disponibilidad de tierras para establecer la milpa. En consecuencia, el tiempo de uso del suelo se ha incrementado y ha traído consigo una serie de efectos negativos, como la disminución de la fertilidad del suelo, el incremento de las poblaciones de plagas y malezas, y finalmente, la reducción del rendimiento de grano de maíz al punto de ser insuficiente para satisfacer las necesidades básicas de las familias. La AC es una alternativa complementaria al sistema tradicional cuyos principios son de fácil adopción para el sistema milpa, pues dos de ellos son, por naturaleza, elementos característicos de la agricultura maya: la labranza cero y la diversificación de cultivos.

ISSN 2007 - 431 X

Referencias

- Ayala A, Krishnamurthy L, y Basulto J. 2009. Leguminosas de cobertera para mejorar y sostener la productividad de maíz en el sur de Yucatán. *Terra Latinoamericana* 1:63-69
- Baker CJ y Saxton KE. 2008. Los ¿qué? y ¿por qué? de la agricultura con labranza cero. En: Baker CJ, Saxton KE, Ritchie WR, Chamen WCT, Reicosky DC, Ribeiro MFS, Justice SE y Hobbs PR. (Eds). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación*. FAO-Acribia S.A.
- Baumhardt RL. 2003. Dust Bowl Era. En: Stewart BA y Howell TA. (Eds). *Encyclopedia of Water Science*. Marcel Dekker, Inc. pp. 187-191
- Caamal JA, Jiménez JJM, Torres A y Anaya AL. 2001. The use of Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Control in Cropping Systems. *Agronomy Journal* 1:27-36
- Castillo JB y Balam BA. 2020a. Peto, Yucatán - Resultados PV 2018- Años dos. En: Fonteyne S. y Verhulst N. (Eds). *Red de Plataformas de Investigación CIMMYT. Resultados PV 2018 y OI 2018-2019*. CIMMYT. México. pp. 504-509
- Castillo JB y Balam BA. 2020b. Yaxcabá, Yucatán – PV 2018 – Años uno. En: Fonteyne S. y Verhulst N. (Eds). *Red de Plataformas de Investigación CIMMYT. Resultados PV 2018 y OI 2018-2019*. CIMMYT. México. pp. 510-514

- Castillo JB, Belmar CR. y Trejo W. 2016. Contribución de las leguminosas en la agroecología y la alimentación animal en la región peninsular maya de México. *Leisa Revista de Agroecología* 2:15-17.
- Donovan M (23 enero 2020). ¿Qué es la agricultura de conservación? Explicativos. Fecha de consulta 30/08/23 en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-agricultura-de-conservacion/>
- Farooq M y Siddique K. 2015. Conservation Agriculture: Concepts, Brief History, and Impacts on Agricultural Systems. En: Farooq M. y Siddique K. (Eds). *Conservation Agriculture*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_1
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2022). *Agricultura de Conservación*. Fecha de consulta 5/9/23 en: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/es/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. *Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible*. FAO. 189 pp.
- Friedrich T, Derpsch R y Kassam A. 2012. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports*. (En línea). Special Issue 6. Fecha de consulta 02/11/23 en: <http://journals.openedition.org/factsreports/1941>
- Gliessman SR. 2002. Diversidad y Estabilidad del Agroecosistema. En: Gliessman SR (Ed). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 359 pp.
- Gómez CN, Villagra MK. y Solorzano QM. 2017. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Tecnología en Marcha*. 1:168-177
- Hernández XE, Levy SI y Bello, BE. (1994). La Roza-Tumba-Quema en Yucatán. En: Hernández, E. Bello, BE. & Levy, SI. (Eds). *La milpa en Yucatán: Un sistema de producción agrícola tradicional*. México: El Colegio de Postgraduados. pp. 35-76
- Hossne AJ. (2004). Las rastras a discos, características ingenieriles, agrónomicas y sus implicaciones físicas en el Nororiente de Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*. 1:53-65
- Kú NR. 1992. La Milpa Yucateca y sus Innovaciones Técnicas. En: Zizumbo VD. Rasmussen CH. Arias LM y Terán S. (Eds). *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía ó realidad*. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán - DANIDA Dinamarca. pp 267-277
- Martínez DY, Sánchez J; Rodríguez, MN y Astier M. (2020). Sustentabilidad de agroecosistemas de milpa en La Trinidad Ixtlán, Oaxaca. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 2:1-16
- Ortíz J, Sánchez OM y Ramos JM. 2014. Productive activities and management of the milpa in three communities of the municipality of Jesús Carranza, Veracruz, México. *Polibotánica* 38:173-191
- Pérez TA. 1981. La agricultura milpera de los mayas de Yucatán. En: Varguez LA. (Ed). *La milpa entre los mayas de Yucatán*. Universidad de Yucatán. pp. 1-28
- Pool NL. y Hernández XE. 1995. Bases de la experimentación agrícola bajo roza-tumba-quema: el caso de milpa. En: Hernández XE. Bello BE. y Levy, SI. (Eds.) *La milpa en Yucatán: Un sistema de producción agrícola tradicional*. México: El Colegio de Postgraduados. pp. 313-337
- Stagnari F, Maggio A, Galieni A y Pisante M. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4(2) <https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1>

- Terán S y Rasmussen CH. 2009. La milpa de los mayas. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 395 pp.
- Verhulst N, François I y Govaerts, B. 2015. Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? CIMMYT. México. 18 pp.

Gamboa-Cimé CA, Castillo-Caamal JB, Santos-Flores JS, Escalante-Euán JF. 2023. Agricultura de Conservación: ¿Una alternativa para el mejoramiento de la milpa en Yucatán? *Bioagrociencias* 16 (2):55-64.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5197>

