Desde el Herbario CICY
14: 241–245 (10/noviembre/2022)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Directrices para incrementar el rendimiento de grano en sistemas de cultivos asociados

JACQUES FILS PIERRE

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Calle 10 S/N, 97345 C.P. 24520, Mérida, Yucatán, México.
jacquesfilspierre@gmail.com

Aunque el sistema de cultivo intercalado de la Península de Yucatán se considera amigable con el medio ambiente y juega un papel crucial en la producción de alimentos esenciales para la dieta mexicana, todavía se caracteriza por un bajo rendimiento debido a la competencia inter e intraespecífica (es decir, la disposición espacial de dos o más cultivos cuando se plantan en sistemas intercalados). En este sentido, el enfoque de este trabajo es proporcionar diferentes métodos que se pueden utilizar en sistemas de cultivo intercalado de maíz/leguminosas para reducir la competencia entre especies por los recursos.

Palabras clave: Agricultura, cultivo intercalado, frijol, maíz, milpa, xpelón, Yucatán.

El cultivo intercalado es la práctica agroecológica de sembrar dos o más cultivos simultáneamente en la misma parcela de tierra (Figura 1) (Bedoussac *et al.* 2015). Este método de cultivo tradicional varía según la región y, como resultado, los cultivos que se siembran bajo este sistema son diversos y varían según la especie o el tipo de sistema de cultivo intercalado. Este método de cultivo se considera respetuoso con el medio ambiente porque, entre otras cosas, respeta la tierra y puede producir más alimentos y una mayor variedad de alimentos que los monocultivos. El cultivo intercalado aprovecha las relaciones mutualistas entre las especies de cultivos, así como las diferencias en la ocupación de nichos a lo largo del tiempo y el espacio (Francis, 1986); lo que da como resultado una mayor rentabilidad y mejora de manera regular los servicios ecosistémicos. El sistema de cultivo intercalado tradicional de la región "milpa" es responsable de la producción de los cultivos más importantes (social, cultural y economía) en la región de Yucatán, como son la calabaza (*Cucurbita spp*.), el frijol (*Phaseolus spp*.) y el maíz (*Zea mays* L.) (Terán *et al.* 1998, Pierre *et al.* 2021). Además, cabe mencionar que estos cultivos son indispensables en la dieta mexicana (Pierre *et al.* 2021).

El cultivo intercalado se ha implementado a nivel mundial, especialmente en países en desarrollo. Si las especies de cultivo no están bien estructuradas (es decir, las especies no están arregladas de una forma que disminuya la competencia interespecífica), puede resultar en bajos rendimientos. Sin embargo, un manejo adecuado puede resultar en múltiples ventajas para el productor. En los sistemas de cultivo intercalado, la competencia por la luz, el agua y los nutrientes es el principal factor que inhibe el desarrollo óptimo

Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Diego Angulo y Lilia Lorena Can Itzá

Desde el Herbario CICY
14: 241–245 (10/noviembre/2022)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 1. El sistema tradicional de cultivo intercalado "milpa". (Fotografía: Jacques Fils Pierre).

de las especies. Una mejor comprensión de cómo evitar la competencia interespecífica por los recursos puede ayudar al productor a aumentar la productividad de diversas especies. Este trabajo se enfoca en el sistema de cultivo intercalado de maíz/leguminosas y de las técnicas que se pueden usar para reducir la competencia interespecífica por los recursos. A nivel mundial, existe una gran variedad de cultivos intercalados. Los tipos más comunes de sistemas de cultivo intercalado en la agricultura son; el cultivo intercalado en hileras, el cultivo intercalado mixto, el cultivo intercalado en franjas y el cultivo intercalado en relevo (Pierre *et al.* 2022). En la península de Yucatán, sin duda alguna el sistema mixto de cultivo intercalado más conocido y que se ha practicado por miles de años es la "milpa" en donde los agricultores generalmente siembran en la misma parcela maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita moschata* Duch; *C. argyrosperma* Huber y *C. pepo* L.) y frijoles (*Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus lunatus* L.), entre otras especies, (Lara-Ponce *et al.* 2012). Del sistema milpa se ha dicho mucho, por lo que aquí les hablaré de otras técnicas de cultivo intercalado que pueden ser practicadas en la región.

La siembra de las dos especies (maíz-xpelón) en franjas estrechas ha demostrado ser una práctica muy beneficiosa (Figura 3). Para reducir la competencia interespecífica entre las dos especies, se recomienda sembrar la leguminosa al menos dos semanas después del maíz. Además, si se siembran ciertas variedades de leguminosas trepadoras como el xpelón (*Vigna unguiculata* L.), este intervalo de tiempo de siembra permitirá que el maíz alcance una etapa de crecimiento vegetativo suficiente para brindar soporte mecánico a la leguminosa. En el caso de algunas especies de *Phaseolus* y *Vigna*, cuando el intercalado es de una hilera de maíz y una hilera de xpelón, recomendamos una densidad de siembra comparable a la del maíz, con una distancia mínima entre hileras de 50 y100 cm para cada especie (Figura

Desde el Herbario CICY
14: 241–245 (10/noviembre/2022)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

2C, Figura 3), cuando se siembran dos hileras de maíz y dos hileras de xpelón, así como tres hileras de maíz y tres hileras de xpelón, recomendamos una densidad de siembra comparable a la del maíz, sin embargo, con una distancia mínima de 20 y 40 cm entre las dos o tres líneas de la misma especie (es decir, maíz-maíz; xpelón-xpelón), y 50 y 70 cm entre hileras de las dos o tres especies diferentes (es decir, maíz-xpelón), y una distancia de 30 cm entre plantas con el fin de evitar competencia intraespecífica e interespecífica. Esta estrategia permite que las plantas de maíz reciban la cantidad necesaria de luz para producir la cantidad total de biomasa, y ayuda a minimizar el estrés en el suelo (por ejemplo, agua, nutrientes). Todos estos factores pueden contribuir a mejorar el desempeño del sistema de producción, aunque en estas situaciones, el maíz siempre emerge como el cultivo más favorecido. Las densidades de siembra varían para este tipo de sistema de cultivo intercalado (Figura 2). En ambientes con milpas de menos de 5 hectáreas, recomendamos una relación maíz-leguminosa de 1:1 o 1:2. Si el productor tiene acceso a tractores, recomendamos una proporción de siembra mínima de 3:3 si el espacio entre hileras es de 1 metro (Figura 2D) o si el espacio entre hileras es de 75 cm, se recomienda una relación de 4:4.

Además, se puede implementar como un sistema de cultivos intercalados de relevo para reducir la competencia interespecífica mediante la selección de especies con distintas temporadas de crecimiento. En este caso, una de las especies se puede plantar primero. Se recomienda plantar la segunda especie después de que la primera haya florecido. A diferencia de un sistema de monocultivo, con esta estrategia el suelo nunca se agota y las dos especies continúan brindando servicios ecosistémicos al medio ambiente. Finalmente, puede ser beneficioso intercalar maíz con especies de leguminosas más cortas; sin embargo, si la especie de leguminosa es alta (como *Crotalaria juncea* L.), se recomienda sembrarla en franjas por lo menos 30 días después de la fecha de siembra del maíz o hasta la fecha de floración del maíz. Las especies de leguminosas con un uso eficiente del agua deben elegirse sobre aquellas con una mayor tasa de consumo de agua. Además, es una buena idea encontrar especies de leguminosas que puedan atraer insectos más útiles.

En 2021, realizamos un experimento de campo en Becal, Campeche, para determinar el impacto de un sistema de cultivo intercalado de maíz y xpelón

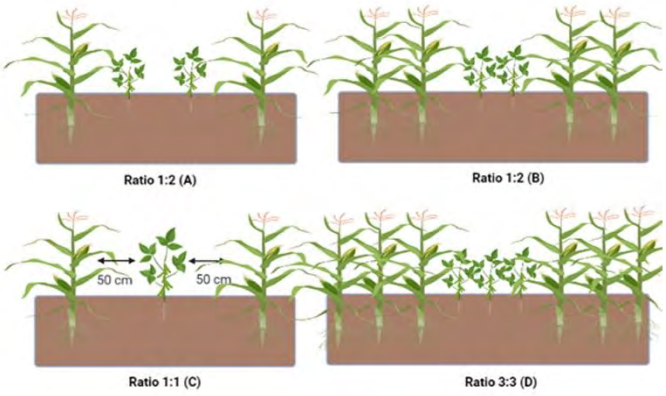

Figura 2. Esquema de diferentes sistemas de cultivos intercalados en franjas. (Fotografía: (Jacques Fils Pierre).

en el rendimiento de grano de maíz, las características fotosintéticas y la abundancia de insectos benéficos (depredadores y parasitoides) (Pierre *et al.* 2022b). Se utilizan un cultivo intercalado en fajas con una proporción de siembra de 1:1 entre maíz y xpelón, una densidad de siembra de 50.000 plantas por hectárea, una distancia de un metro entre hileras y 40 cm entre plantas. Según los hallazgos de este estudio, el sistema de maíz y xpelón asociado tiene el potencial de producir rendimientos de grano comparables a los del sistema de monocultivo. Dado que ambos cultivos juegan un papel fundamental en la seguridad alimentaria de la región, esta estrategia de siembra puede ser una alternativa viable para promover esta práctica sostenible además de la seguridad alimentaria. Además, se incrementó la tasa de fotosíntesis, lo que tuvo un impacto diferente en el rendimiento y un aumento similar en la eficiencia del uso del agua al del monocultivo (Pierre *et al.* 2022b). Por ello, se recomienda el uso de esta técnica en los sistemas de cultivo antes mencionados. En cuanto a los insectos benéficos, se observó una mayor abundancia de insectos benéficos (parasitoides y depredadores) cuando se combina maíz con xpelón. El sistema de cultivo intercalado tiene el potencial de atraer más parasitoides que el monocultivo. Sin embargo, al comparar el número de depredadores, no se han observado diferencias significativas (Pierre *et al.* 2022). Para los depredadores las familias de insectos que se destacaron fueron Coccinelidae, Formicidae, Araneidae, Thomisidae, Syrphidae, Chrysomelidae, Oxypidae, Vespidae, Reduviidae, Carabidae, Asilidae, Salthicidae, Dolichopodidae, mientras que entre los parasitoides las familias más fre-

Desde el Herbario CICY
14: 241–245 (10/noviembre/2022)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 3. Maíz intercalado con xpelón in Becal, Campeche, 2021. (Fotografía: Jacques Fils Pierre).

cuentes fueron Eurytomydae, Braconidae, Tachinidae, Pteromalidae, Scelionidae y Figitidae (Pierre *et al.* 2022b). A pesar de que la práctica del cultivo intercalado tiene un gran potencial para mejorar la sustentabilidad agrícola de la región, se recomienda realizar experimentos adicionales con diferentes densidades de siembra, espaciamiento e intervalos de siembra, así como diferentes tasas de siembra en pequeñas y grandes escalas. Debido a los bajos rendimientos, actualmente hay un éxodo de jóvenes que no quieren practicar sistemas de cultivo intercalado en la región (Pierre *et al.* 2021). Si queremos que estos jóvenes no abandonen el campo, debemos buscar estrategias que aumenten el rendimiento de los cultivos y promuevan la sostenibilidad agrícola en la región. Modernizar esta práctica para que los jóvenes que usan maquinarias lo puedan practicar, puede ser una estrategia viable para aumentar su tasa de adopción y su seguimiento. En conclusión, recomendamos la realización de cursos, talleres y parcelas demostrativas que pueden ser la mejor forma para incrementar el rendimiento de esta práctica en la península de Yucatán.

Referencias

Bedoussac L., Journet E.P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., … y Justes E. (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 35:911-935. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7.

Francis C.A. (1986). Multiple cropping systems (No. 632.58/F814). Macmillan, New York. https://doi.org/10.1080/21683565.2013.763888

Lara-Ponce E., Caso-Barrera L. y Aliphat-Fernández M. (2012). El sistema milpa roza,

tumba y quema de los mayas Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai* 8(2): 71-92. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46123333007DB Redalyc > (consultado 26 octubre 2021).

Pierre, J. F., Latournerie-Moreno L., Garruña-Hernández R., Jacobsen K. L. Laboski, C.A.M., Salazar-Barrientos L. de L. y Ruiz-Sánchez E. 2021. Farmer Perceptions of Adopting Novel Legumes in Traditional Maize-Based Farming Systems in the Yucatan Peninsula. *Sustainability* 13(20): 11503. https://doi.org/10.3390/su132011503

Pierre J. F., Latournerie-Moreno L., Garruña-Hernández R., Jacobsen K.L., Guevara-Hernández F., Laboski C.A.M. y Ruiz-Sánchez E. (2022). Maize legume intercropping systems in southern Mexico: A review of benefits and challenges. *Ciência Rural, Santa Maria* 52: 11 e20210409. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210409.

Desde el Herbario CICY, 14: 241–245 (10-noviembre-2022), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, **www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx.** Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Diego Angulo y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 10 de noviembre de 2022. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.