

Producción excepcional de maíz en humedal: la milpa marceña de Tabasco, México

Juan Rogelio Aguirre Rivera¹

Ángel Isauro Ortiz Ceballos^{2*}

¹Universidad Veracruzana, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, ave. Culturas Veracruzanas núm. 101, Col. Emiliano Zapata, Xalapa, Veracruz. C. P. 91090. México.

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas. Av. Salvador Nava Martínez núm. 382, Zona Universitaria, San Luis Potosí, S.L.P. C. P. 78290. México.

*Corresponding author: angortiz@uv.mx Tel: 2283480109, ORCID ID: 0000-0001-8700-4503.

Resumen

En la región geomórfica denominada Planicie Costera del Sureste, entre los ríos Tonalá y Grijalva, se encuentra la planicie aluvial tabasqueña, la cual conforma un gran humedal con predominio de pantanos estacionales de vegetación herbácea conocida como popal o popalería. Las tierras de popal permanecen variablemente anegadas (hasta 2 m) de julio a febrero, por el desbordamiento de los ríos y por la abundante precipitación local (unos 2000 mm). En marzo el popal se roza para sembrarlo con maíz Mején y varias cucurbitáceas, cosechándose en junio; esta es la milpa marceña. La fertilidad del suelo renovada anualmente y la humedad remanente permite utilizar frecuentemente las parcelas con popal, con rendimientos de maíz similares o superiores a los obtenidos con cultivares mejorados más tardíos, bajo fertilización química y riego, pero en otros

suelos de la región. En comparación con la milpa roza-tumba-quema de las tierras no inundables, la milpa marceña requiere 30 % menos jornadas para su producción. El rendimiento de grano del cultivar tradicional de maíz de este sistema de producción (Mején), es similar al de las razas más tardías Olotillo y Dzit Bacal (sus probables progenitores), pero el Mején se diferencia de ellas por su ciclo más corto (intermedio), sin menoscabo del rendimiento de grano.

Palabras clave: Tierras bajas, popal, agroecología, suelos aluviales, maíz Mejen.

Abstract

Keywords: Lowlands, popal, agroecology, alluvial soils, Mejen maize.

Fecha de recibido: Marzo 15, 2023.

Fecha de aceptado: Mayo 1, 2024.

Introducción

La milpa marceña es una variante de producción de maíz muy peculiar porque está circunscrita actualmente a las tierras bajas inundables estacionalmente de la planicie costera aluvial de Tabasco. Esta milpa forma parte del sistema tradicional de aprovechamiento de recursos naturales renovables, practicado por campesinos chontales (Maimone et al., 2006), y está vinculada espacialmente al herbazal climácico (Beard, 1944, 1955; Miranda, 1958) conocido como popal (Miranda, 1958; Miranda & Hernández, 1963), el cual permanece inundado desde principios de junio con el inicio del periodo de lluvias hasta principios de marzo, cuando con su corte con machete comienza el ciclo de cultivo de la milpa marceña.

La milpa marceña es claramente prehispánica, pues como señalan Whitmore & Thurner II (2001) de todas las formas de cultivo indígenas, ninguna fue más productiva, compleja y extraña para los españoles que los sistemas de humedales, particularmente en los pantanos de Tabasco. Es muy probable que la milpa marceña fuera uno de los componentes principales del sistema de subsistencia olmeca. Sin embargo, solo se tiene un registro algo vago de su existencia a finales del

siglo diecinueve, por las fechas de siembra y cosecha coincidentes (Gil & Sáenz, 1884), y su primera descripción general se publicó 100 años después (Ruvalcaba, 1982). En este ensayo se documenta primero el ambiente natural del popal y su entorno, complementado con datos inéditos sobre la vegetación, suelo y agua de un popal, para terminar con una síntesis descriptiva de la milpa marceña y de las peculiaridades del cultivar tradicional de este sistema de producción de maíz.

El objetivo de este artículo es integrar y complementar la caracterización ecológica del popal y la descripción de la milpa marceña. Para ello, se postula como hipótesis que la productividad y persistencia ecológica sobresalientes del popal, dentro de la complejidad ambiental de la Planicie Costera del Sureste, explican el origen y permanencia de la milpa marceña.

Desarrollo del Tema

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la Planicie Costera del Sureste, región geomórfica limitada al oeste por la sierra de San Martín Tuxtla, al este por la plataforma yucateca y al sur por la Sierra Madre de Oaxaca, la Sierra Atravesada y la Meseta Central de Chiapas. Comprende el sur del estado de Veracruz, casi todo Tabasco y partes menores de Campeche, Chiapas y Oaxaca; presenta una longitud de 350 km y una anchura media de 125 km, con escasa variación en su relieve y pendiente. Hasta finales del mesozoico, cuando la Meseta Central de Chiapas se elevó, la región estaba sumergida y se extendía hasta la Depresión Central chiapaneca. La erosión de la Meseta, de las sierras Atravesada y Madre de Oaxaca, y el drenaje de la Depresión, aportaron los materiales que han conformado esta gran planicie aluvial (Tamayo, 2013). Al respecto, cabe señalar que la escorrentía media anual de los cinco ríos más significativos de la región (Usumacinta, Grijalva, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá) representan casi la mitad de la escorrentía total estimada para

la República mexicana (García & Falcón, 1993). Estos grandes ríos con cauces sinuosos y dispersos, generan sistemas o medios fluviales naturales con microrrelieves complejos y dinámicos: cauces con sus bordes o diques naturales, planicies de inundación, meandros libres que cambian su configuración y posición con las grandes avenidas, dejando las planicies salpicadas de bancos de ribera, bancos de cauces y cauces abandonados, cordones de meandros y ciénegas alargadas; y el drenaje de los desbordamientos y de la precipitación *in situ* genera una red dendrítica riparia conectada con lagos y con lagunas, y con pantanos permanentes o estacionales dispersos sobre la planicie (Hardy, 1970; Lugo, 1989; Gutiérrez, 2008).

Originalmente el río Grande de Chiapas o Mezcalapa partía por mitad la planicie aluvial tabasqueña entre los ríos Tonalá y Grijalva, y desembocaba en la bahía de Dos Bocas, pero en el siglo XVII su cauce fue desviado intencionalmente hacia el este para conectarlo con los ríos González y Grijalva (Tamayo, 2013). Así, este desvío del cauce original, sus tres grandes presas de almacenamiento (Malpaso, Chicoasén y Angostura) y el drenaje artificial de 50 000 ha del Plan Chontalpa, han alterado profundamente la dinámica y características del sistema fluvial original de esta porción de la planicie.

Clima

Las especies de plantas que componen el popal carecen de lignificación, y sus hojas muy grandes, suaves, de color verde claro y muy abundantes cubren densamente la superficie, de manera que esta formación denota la ausencia de déficit de humedad en su hábitat (Miranda, 1958). Regionalmente las diferencias en la vegetación de pantanos o humedales son debidas principalmente a la duración y profundidad de la inundación y a la cantidad de sales en el agua (Beard, 1944; López, 1980).

El clima regional del popal tabasqueño es bastante homogéneo (López, 1980). Con base en los datos de cuatro estaciones meteorológicas (Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Jalpa de Méndez) se puede establecer que la precipitación media anual varía entre 1 871.5 y 2 251.0 mm,

la temperatura media anual de 26.0 a 26.6 °C, y la precipitación del mes más seco (menos húmedo) de 46.7 a 55.0 mm, lo cual corresponde a marzo y solo en Comalcalco ocurre en abril. La fórmula climática de Köppen modificada por García (2004) para las cuatro estaciones es Am(f)(i')gw". Los símbolos de esta fórmula corresponden respectivamente a un clima: a) "muy cálido", pues su temperatura media del mes más frío es mayor que 18 °C y su temperatura media anual mayor que 26 °C; b) "húmedo", con precipitación total anual menor que 2 500 mm, precipitación del mes más seco menor que 60 mm y porcentaje de lluvia invernal mayor que 10.2 del total anual; c) con "poca oscilación térmica", pues sus temperaturas medias mensuales extremas presentan diferencias entre 5 y 7 °C; con marcha anual de la temperatura tipo Ganges, esto es, que el mes más caliente del año se presenta antes del solsticio de verano; y con una época seca (menos húmeda) prolongada en el invierno, y otra corta en el verano (García, 2004).

Suelo

Los suelos del popal corresponden a los depósitos fluviales de desbordamiento o migración lateral, situados en la porción intermedia y más extensa de la planicie de inundación, entre los diques naturales (bordes o albardones) de los cauces y las porciones más bajas de la planicie. Los materiales que forman los bordes elevados sobre el nivel de la planicie presentan las texturas más gruesas (arenas finas y limos) de los depositados fuera de los cauces, y conforman suelos fértiles, bien drenados, sin inundaciones prolongadas, pero bien abastecidos de humedad capilar de las corrientes permanentes que encauzan. Las porciones más bajas de la planicie presentan suelos permanentemente inundados o al menos saturados durante todo el año, pues allí se depositan los sedimentos de menor tamaño y peso (arcillas). En cambio, en las planicies intermedias más extensas, las inundaciones, con frecuencia e intensidad variables, solo ocurren durante las grandes avenidas del período anual de lluvias; la amplitud y longitud de estos terrenos favorecen la reducción de la velocidad de las aguas desbordadas y el incremento de la sedimentación de

aluviones finos como limos, arcillas, detritus orgánicos y solutos, y coloides edáficos (Hardy, 1970; Gutiérrez, 2008; Schaetzl & Thompson, 2015).

La sedimentación de aluviones en las porciones intermedias de la planicie generalmente se presenta en capas horizontales, estratificadas y bien definidas, lo cual con la profundidad permite un descenso muy suave del contenido de carbono orgánico; así, en el Valle del Río Nilo se ha documentado que un incremento anual de solo un milímetro de aluvi6n aporta de 0.1 a 0.2 % al contenido de nitr6geno del suelo superficial, y que la descomposici6n de la materia orgánica ocurre progresivamente en las capas de sedimentos (Boul et al., 2003). Sin embargo, una gran avenida fluvial puede depositar una capa de aluviones de 50 a 55 cm de espesor en grandes porciones de la planicie intermedia (Ritter, 2002).

Al recibir regularmente dep6sitos de aluviones frescos, asociados a las inundaciones anuales, estos suelos presentan fertilidad alta y continuamente renovable; adem6s, en el per6odo seco, la materia orgánica superficial se mineraliza r6pidamente, y su capa freática superficial característica sufre oscilaciones fuertes que generan oxigenaci6n del agua y gradientes de humedad abastecidos por ascensi6n capilar, tanto normal como acelerada por la evaporaci6n superficial (Hardy, 1970; Duchaufour, 1975). Estas cualidades excepcionales para la producci6n de cosechas durante el per6odo seco del a6o, de los suelos de las planicies aluviales, fueron reconocidas y apreciadas por los agricultores ancestrales y por los campesinos tradicionales actuales (Boul et al., 2003).

Por su renovaci6n constante, ausencia de horizontes pedogenéticos y origen fluvial, los suelos de los popales corresponden al orden Entisoles, suborden Fluvents, lo cual es equivalente al anterior orden Azonales y gran grupo Aluviales (Boul et al., 2003; Schaetzl & Thompson, 2015).

El popal o popalería es un tipo de vegetaci6n primaria

J. S. Beard (1944) estableci6 las bases para el estudio sistemático e integral de la vegetaci6n tropical americana. Su sistema de clasificaci6n se bas6 en tres niveles o criterios: agrupamiento estructural

fisonómico (formación), agrupamiento por hábitat (series de formación) y agrupamiento florístico (asociación) (Beard, 1944, 1955). Al revisar la importancia relativa de los factores ambientales sobre la vegetación, Beard (1944) reconoció que la disponibilidad de agua determina en mayor medida las características y distribución de la vegetación primaria, y que dicha disponibilidad depende no solo de la precipitación total y su distribución en el año, sino también de los efectos de la topografía y el tipo de suelo sobre su almacenamiento y retención, y de la capacidad evaporativa de la atmósfera circundante.

Para Beard (1944) toda variación importante en la fisonomía de la vegetación primaria puede ser explicada en términos de estas relaciones hídricas; por ello, las consideraciones sobre el hábitat de las formaciones se reducen a cuestiones de humedad disponible. Según este autor, el hábitat óptimo donde la disponibilidad de agua es idealmente favorable, debe presentar suelo profundo, permeable y bien drenado, con humedad disponible suficiente durante todo el año, libre de vientos fuertes y evaporación excesiva, y sin inundación, estación seca sin heladas; estas condiciones naturalmente favorecen al tipo de vegetación más alto, exuberante y complejo de América tropical, la selva alta perennifolia; pero estas condiciones son muy poco comunes, al igual que las áreas con exceso de agua, y lo que predomina es la mayor o menor escasez de agua en cierta parte del año. Así, al alejarse del hábitat óptimo e incrementarse la adversidad hídrica, Beard (1944) reconoció cinco categorías subóptimas de hábitats, la más extrema de las cuales corresponde a las tierras con drenaje deficiente sujetas a inundación, a las que pertenecen las formaciones de pantano, características de los sistemas fluviales naturales.

De acuerdo con Beard (1944), un pantano o ciénega es un tipo de hábitat donde el suelo permanece inundado o saturado, sin que nunca llegue a estar absolutamente seco. La diferenciación del hábitat óptimo de la selva alta perennifolia, debida al exceso de agua, comienza cuando el suelo se inunda durante un periodo corto del año; la inundación estacional más prolongada genera una fisonomía más baja, formas vitales especializadas y empobrecimiento florístico, y en el pantano la selva se reduce primero a un herbazal alto, luego a un manto de herbáceas flotantes y se termina al presentarse un cuerpo de agua abierto (Beard, 1944, 1955).

Solo especies vegetales especializadas (hidrófilas) pueden persistir en suelos inundados (Beard, 1944; Smith & Smith, 2009). Según Jananer & Jolánkai (2008), esto explica que solo se conozcan unas 700 especies de plantas acuáticas, y señalan que a pesar de su número reducido aún se conoce

muy poco de su biología en general. Las macrófitas acuáticas o semiacuáticas pueden ser reconocidas a simple vista, y las macrófitas emergidas de pantano o helófilas presentan la mayor parte de su tallo en el aire (Font Quer, 1953). Las helófilas son bastante similares a las plantas terrestres en su economía hídrica (regulación estomatal, cutículas y coberturas cerosas); sin embargo, el transporte de O₂ a los rizomas (órganos que las caracterizan) y raíces embebidas en sedimentos deficientes en O₂ o anaerobios se realiza a través de un sistema lagunoso extenso, y durante períodos de anaerobiosis prolongados, el metabolismo de los rizomas puede cambiar de respiración a fermentación, y CO₂ generado en los sedimentos puede ser tomado por el sistema radical, como fuente adicional de carbono (Jananer & Jolánkai, 2008).

En las helófilas la reproducción sexual suele ser de poca importancia, pues, aunque en su mayoría florecen arriba de la superficie, la reproducción asexual es la forma principal de su propagación; así, la fragmentación y dispersión de rizomas y el crecimiento masivo del sistema rizomatoso son adaptaciones competitivas que resultan en rodales casi monoespecíficos y persistentes, típicos de la vegetación de pantanos (Jananer & Jolánkai, 2008). Debido a la disponibilidad plena de agua, la riqueza de nutrientes repuesta anualmente con las inundaciones y el acceso al CO₂ atmosférico, la productividad neta de los herbazales de helófilas suele ser superior a la de comunidades de plantas terrestres y de otros hábitats inundables con regímenes térmicos similares (Jananer & Jolánkai, 2008).

Los herbazales de helófilas en México son denominados popales y reconocidos como un tipo de vegetación primaria (Miranda, 1958; Miranda & Hernández, 1963; Flores et al., 1971). El origen y significado de popal es incierto. Aunque para Santamaría (1992) popal se deriva del nahual *potoni*, heder y *palli* barro negro, la palabra popal está ausente en diversos diccionarios de nahual (Robelo, 1904; Siméon, 1977; Portugal, 2015). En cambio, Miranda (1958) sugiere que podría derivar de popoay (palabra zoque que significa hoja blanca), nombre común de *Calathea lutea*, una de las especies que puede abundar en el popal, pero según Barrera (1991) popal procede de los nombres maya *pop* o *poop* designados al junco y espadaña (otras helófilas), y al petate o estera elaborado con sus tallos.

La superficie original ocupada por el popal (suroeste de Campeche, norte de Chiapas, sur de Veracruz y la planicie tabasqueña), pudo ser al menos de 3 945.1 km² (Flores et al., 1971) hasta antes de las alteraciones hidrológicas de la Planicie Costera del Sureste, generadas por las grandes

obras hidroeléctricas y de drenaje, las cuales generaron ampliaciones y reducciones en su área original al modificar localmente el patrón de inundación o hidropériodo (esto es, la duración, frecuencia, profundidad y época de las inundaciones, según Smith & Smith (2009).

La fisonomía del popal es de un herbazal muy alto (1 a 4 m) y cerrado que impide ver la superficie del agua de inundación, por la densidad de vástagos por cepa (seis o siete), de hojas por vástago (siete a 15) y gran superficie de cada lámina foliar (de 500 a 1 200 cm²; Figuras 1 y 2). Su composición botánica suele ser simple y con frecuencia dominada por *Thalia geniculata* L. (quentó, hojilla, popoay, popal o popote) que llegan a formar rodales extensos monoespecíficos, pero también asociaciones con tanay (*Calathea lutea* (Aubl.) G. Meyer y *C. crotalifera* S. Watson), platanillos (*Heliconia latispatha* Benth. y *H. bihai* (L.) L.) y molinillo (*Cyperus giganteus* Vahl.). En los márgenes del popal, con inundación menos profunda, la composición se enriquece con zacates como grama de agua (*Paspalum vaginatum* Sw.), camalote (*P. fasciculatum* Willd. ex Flügge), pan caliente (*Eragrostis reptans* (Michaux) Nees), lambedor (*Leersia hexandra* Sw.) y alemán (*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.) (Beard 1944; Miranda, 1958; Miranda & Hernández, 1963; López, 1980; Ruvalcaba, 1982).



Figura 1. Popal (*Thalia geniculata* L.) en pleno crecimiento (octubre 2015). Huimango, Cunducán, Tabasco.



Figura 2. Popal (*Thalia geniculata* L.) maduro (febrero 2015). Huimango, Cunduacán, Tabasco.

En un popal de 500 ha del ejido Santa Teresa, municipio de Cárdenas, Tabasco, utilizado para milpa marceña, se estableció un pozo freático de 2.0 m de profundidad para registrar el nivel del agua, cada 15 días durante el ciclo marceño y cada mes durante el resto del año (Figura 3). El suelo del popal permaneció saturado o inundado durante 7.8 meses, de julio a febrero; a principios de marzo el suelo aún presentaba algunos charcos de hasta 10 cm de profundidad, pero desde mediados de este mes hasta agosto, el nivel del agua fue uniformemente inferior al de la superficie del suelo, y en mayo se registró su nivel más bajo (-123.5 cm). El nivel más alto registrado fue de 30 cm en diciembre, pero debe aclararse que estos fueron registros puntuales y que, durante el período de inundaciones, el nivel del agua fluctúa amplia, frecuente y rápidamente en función de las avenidas y tormentas locales, y así es como dicho nivel oscila desde menos que 50 cm hasta 200 cm sobre el suelo.

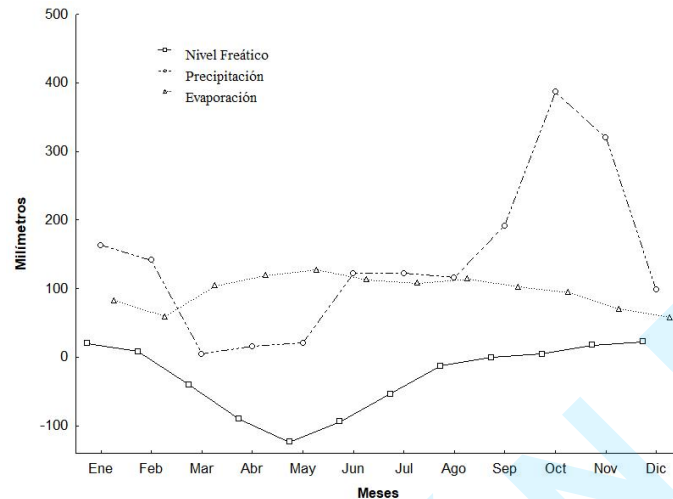


Figura 3. Ejemplo de la tendencia anual de las variables hídricas en el popal de Sta. Teresa, Cárdenas, Tabasco. Junio 1991 a agosto 1992. Los datos medios de precipitación y evaporación corresponden a la estación meteorológica CEW-75 del Colegio de Posgraduados-Tabasco.

El desarrollo fenológico del popal culmina con el término del período de inundación, cuando comienza a decaer su parte aérea y a entrar en letargo sus órganos subterráneos (rizomas y raíces). Así, la quema tradicional del popal en marzo (para milpa marceña, pesca y captura de quelonios) o en abril y mayo (solo para el aprovechamiento de fauna), reseñada por Gil & Sáenz (1872), probablemente contribuye a la persistencia de esta formación vegetal, al favorecer un rebrote vigoroso y muy competitivo, a partir de un sistema radical sin pérdida de reservas causada por la reproducción sexual y por los tejidos aéreos senescentes, y sin obstáculos en la superficie.

En el popal de Santa Teresa antes mencionado, en marzo de 1991 se estimó la biomasa aérea y la necromasa sobre la superficie del suelo. Estos materiales corresponderían a lo acumulado por el herbazal desde la última deshierba de la milpa marceña (principios de junio), previa al doblamiento de las cañas del maizal, hasta el inicio del nuevo ciclo en marzo; así, la biomasa acumulada en estos 10 meses puede considerarse como estimador conservador de la productividad primaria neta anual del popal. La biomasa desecada de popal estimada fue de $65.1 \pm 48.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$, la de los zacates asociados de $2.4 \pm 0.7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ y la de la necromasa de $6.2 \pm 5.4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$. Estas estimaciones de biomasa son concordantes con la publicada por Ruvalcaba (1982), de $126.68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}$ de biomasa fresca, y con la amplitud reseñada por Jananer & Jolánkai (2008) para herbazales emergidos de helófilas, de 30 a $120 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ de materia aérea seca. Aunque la biomasa aérea de la selva alta perennifolia puede ser de 200 a $600 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-2}$ de materia seca, su productividad neta (esto

es, el incremento anual de su biomasa) solo varía entre 8 y 16 t·ha⁻²·año⁻¹ de materia seca (Ghazoul & Sheil, 2010). Así, los herbazales de pantano tropicales destacan por ser de los ecosistemas más productivos, debido a las peculiaridades de su hábitat y las adaptaciones correspondientes de su flora (Jananer & Jolánkai, 2008; Smith & Smith, 2009).

En cuanto a la dinámica del popal, parece claro que mientras se presente y persista el patrón de inundación o hidroperíodo que condiciona su origen, el popal permanecerá sin cambios significativos que cuestionen su naturaleza como formación o tipo de vegetación primaria. Por otra parte, el número tan reducido de especies capaces de establecerse, desarrollarse y competir en este hábitat tan especial, el sistema radical especializado de sus especies dominantes, y la coincidencia de la roza y quema del popal con el término de su desarrollo fenológico, explican la ausencia de sucesión secundaria que podría resultar de esta fuerte perturbación exógena.

El proceso de la milpa marceña en popales

La descripción siguiente de la milpa de marzo o marceña está basada e integra lo publicado por Ruvalcaba (1982), Mariaca (1993, ídem 1996), Orozco (1999) y Maimone et al. (2006), excepto cuando se acreditan otras fuentes. En la **Figura 4** se esquematiza el ciclo anual de la milpa marceña. Las milpas marceñas en popales aún se practican en escala familiar, es decir, de acuerdo con la disponibilidad de fuerza de trabajo de cada familia; por ello, su extensión varía entre 1.0 y 2.0 ha. Para la milpa marceña solo se utiliza el cultivar tradicional denominado Mején, con algunas variantes de color del grano, pero con predominio del blanco.

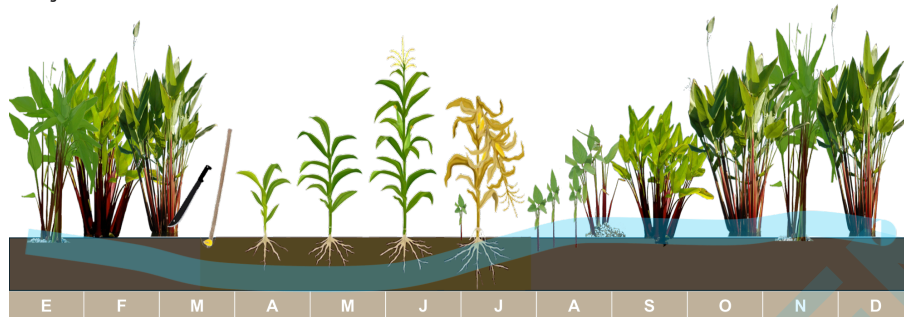


Figura 4. Secuencia anual de la milpa en el popal (*Thalia geniculata* L.).

En la zona de popales el período relativamente seco del año es de febrero a mayo; por ello, entre finales de febrero y principios de marzo el nivel del agua en el popal ya está ligeramente encima o debajo del nivel del suelo. Entonces se inicia el proceso, cuando con machete se corta el popal desde su base (roza) y se extirpan otras herbáceas, particularmente los zacates; este trabajo se programa de manera que cuando se termine, el nivel del agua esté entre 10 y 15 cm debajo del nivel del suelo, condición ideal para sembrar. El corte rasante del popal es necesario para retrasar al máximo el efecto competitivo de su rebrote sobre el maíz recién emergido. Los vástagos cortados del popal tardan de cuatro a seis días en secarse y a la vez, el suelo superficial se orea durante este tiempo, con lo cual la quema y la siembra se facilitan.

La siembra se realiza al terminar de cortar el popal o, alternativamente, una semana después, enseguida de quemar los vástagos secos. Si la siembra se adelanta a la quema puede presentarse mayor depredación de semilla en germinación por roedores y hormigas, pero las plantitas en desarrollo dispondrán de nutrientes derivados de las cenizas de los vástagos quemados una semana después, esto es, antes que las puntas de las plantitas de maíz sobresalgan de la superficie del hoyo de siembra y puedan sufrir daño por el fuego; además, de esta forma la competencia severa del rebrote del popal se retrasa unos días más. Pero si se siembra después de quemar los vástagos secos del popal, la semilla y las plantitas sufrirán menos daños por depredación de roedores y hormigas, y la siembra resulta espacialmente más regular, al realizarse sobre el terreno despejado.

La siembra se realiza manualmente con el espeque o palo sembrador, el cual se prepara de un tallo o rama recta, de 1.2 a 2.0 m de longitud y a 5 a 8 cm de diámetro, obtenido de especies reconocidas por su dureza y densidad sobresalientes, y cuyo extremo superior más delgado se afila y endurece al fuego. Al impulsarlo verticalmente, la punta del espeque se clava de 10 a 15 cm en el suelo; luego, sin extraerlo, se le empuja hacia el frente para despejar el fondo del hoyo, donde se arrojan

las semillas, las cuales quedan cubiertas con algo de suelo que les cae al retirar el espeque. El patrón espacial de la siembra en general corresponde a una distancia media de 1.0 m entre hoyos y se trabaja formando hileras con dicha separación; el número medio de cinco semillas por hoyo varía de cuatro a siete, de acuerdo con las condiciones climáticas esperadas y con la depredación estimada por el campesino, tanto de semilla por ratones y hormigas, como de plántulas recién emergidas por aves; no se hacen aclareos, excepto para trasplantar a hoyos sin o con pocas plántulas, donde también se suele resembrar con semilla casi germinada. La densidad final de maíz varía entre 32 000 y 42 000 plantas por hectárea. La primera descripción escrita (casi idéntica) de este método de siembra y cultivo de maíz en “tierras de arboleadas y cañaverales”, la hizo Fernández de Oviedo (1851:264-265) para la actual República Dominicana a mediados del siglo XVI. Intercalados con el maíz, es común que se siembren melón (*Cucumis melo* L.) y sandía (*Citrullus lanatus* (Thumb) Matsum. & Nakai) y ocasionalmente también pepino (*Cucumis sativus* L.) y calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Hort. Hubert), cultivos precoces caracterizados por requerir de días secos y soleados, por ser intolerantes a los excesos de humedad edáfica (Sauer, 1993), y por su gran capacidad para cubrir el suelo con sus tallos rastreros y grandes hojas, e inhibir así el desarrollo de arvenses (Rice & Vandermeer, 1990). En espacios reducidos y rodeados por la milpa, en ocasiones se siembra frijol, algunas hortalizas como jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.) y chiles (*Capsicum annum* L.), y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

La primera deshierba, con machete y a ras del suelo, se hace entre 20 y 30 días después de la siembra, cuando los rebrotes del popal comienzan a superar la altura de las plantas de maíz. Entre 75 y 90 días después de la siembra se hace una deshierba ligera, solo para facilitar el trabajo subsecuente del doblamiento de los tallos del maíz a la altura del entrenudo inferior al nudo de inserción de la mazorca; esta práctica ancestral, generalizada en las regiones cálido – húmedas de México, tiene como propósito dificultar la depredación por aves de la mazorca, impedir sus pudriciones por la entrada de agua de lluvia por el ápice y favorecer su secado final.

Entre dos y cuatro semanas después del doblamiento de las cañas, las mazorcas comienzan a cosecharse, en forma gradual durante junio y julio, o en una sola operación. Para entonces el popal suele estar inundado y sus rebrotes ya sobresalen del agua; por ello, la cosecha gradual más tardía suele hacerse desde canoas. El maíz se cosecha en mazorca, cubierta solo con las brácteas interiores; para ello, con una herramienta puntiaguda hecha de hueso y sujeta con un aro de cuero

al dedo cordial, se hace un corte longitudinal a las brácteas exteriores para acceder la mazorca cubierta firmemente con las brácteas interiores, para luego doblarla hasta romperle el pedúnculo y separarla del tallo.

El rendimiento presentado en las descripciones recopiladas adolece de imprecisiones; así, las estimaciones de 10 a 11 t·ha⁻¹ parecen tratarse de mazorcas enteras y bastante húmedas y cuando se refieren a grano (de 2.5 a 4.5 t·ha⁻¹) se desconoce su porcentaje de humedad. De manera experimental, en una milpa marceña se obtuvo un rendimiento estimado de 3.3 t·ha⁻¹ de grano seco (100 % MS) con el cultivar tradicional Mején, por encima significativamente del rendimiento de tres cultivares mejorados (Aguirre et al., 2019). El trabajo requerido para una hectárea de milpa marceña, desde la roza del popal hasta la cosecha, es de unas 35 jornadas de seis horas, de personas adultas de la familia: a) tres jornadas para cortar el popal, b) tres para hacer el corta fuego y la quema, c) cinco jornadas para la siembra y resiembra, d) diez jornadas para la deshierba primera, e) otras cuatro requiere la deshierba para despejar, f) cinco jornadas se toma el doblamiento de cañas, y g) otras cinco son para la cosecha. En cambio, las milpas de roza-tumba-quema de Yucatán, por ejemplo, requieren de unas 15 jornadas adicionales para su producción (Cortina, 1995; Mariaca et al., 1995).

En un trabajo reciente (Peraza et al., 2019) se localizaron directamente en el campo 203 parcelas con milpa marceña en ocho municipios de Tabasco, principalmente de Comalcalco, Nacajuca y Cunduacán, lo cual sería equivalente a solo unas 400 ha; pero estos autores estimaron que el 18.4 % de la superficie de Tabasco actualmente presenta potencial para milpa marceña.

El maíz Mején de la milpa marceña

El componente fundamental de la milpa marceña es el cultivar tradicional o variante de maíz denominado Mején. Según el tabasqueño Santamaría (1992), este nombre deriva del maya mehén, que significa hijo pequeño o criatura, y que “En Tabasco y región del sureste en general, cierta clase de maíz de grano pequeño, suave y muy fino”. Además de pequeño y chico, Bastarrachea et

al. (1992) incluyen para Mején, la acepción: hijo de hombre o engendrado por algún hombre. Al referirse al mején Gil & Sáenz (1884) afirma que “Este es un maíz chico pero superior, y aunque en su clase es uno, participa de los colores de los demás”; los colores referidos por este autor para las variantes de maíz cultivadas en otros ambientes de Tabasco son el blanco, rojo, morado, negro, “atabacado” (castaño) y amarillo. En una evaluación de la calidad industrial del grano de maíz de nueve variantes regionales (Jiménez et al., 2015), el grano de Mején destacó por su mayor dureza y mayor contenido de proteína cruda.

El Mején se caracteriza por sus plantas de gran tamaño, desde 2.2 m (Aguirre et al., 2019), 2.8 (Ruvalcaba, 1982) y hasta 3.1 m (De la Cruz et al., 2006), con alrededor de 20 hojas (Aguirre et al., 2019) y la inserción de la primera mazorca a una altura media del suelo entre 1.42 m (Aguirre et al., 2019) y 1.62 m (De la Cruz et al., 2006), sin riesgo de acame por el soporte del agua, pero con altura de la mazorca suficiente para librar el nivel máximo de las primeras inundaciones de la temporada lluviosa. En una milpa marceña experimental (Aguirre et al., 2019), el mején produjo 3.3 t de grano seco, equivalentes a 3.8 t con 14 % de humedad; en cambio, en otro experimento, con las recomendaciones técnicas para producción comercial, realizado fuera del ambiente y del periodo marceño, el mején produjo 3.0 t de grano, cuando las doce variantes restantes, entre comerciales y bajo selección, produjeron de 2.6 a 4.4 t (De la Cruz et al., 2006). Así, el rendimiento del mején marceño es relativamente elevado para lo usual en las condiciones tropicales de México (Puente et al., 1963; Lane et al., 1997).

Con estas características morfológicas (gran altura y abundantes hojas) y de alto rendimiento asociado a ellas (Ustimenko-Bakumovski, 1982), el mején resulta semejante a las razas mexicanas de maíz de altitudes medias a bajas, con el ciclo de cultivo más prolongado (unos 200 días), como Jala, Comiteco, Tehua y Olotillo, catalogadas como razas mestizas prehistóricas por Wellhausen et al. (1951), las cuales, por su ciclo mayor de 150 días son calificadas como ultratardías (Durán, 1996). En cambio, en 120 días después de sembrado, el mején alcanzó la madurez fisiológica (Aguirre et al., 2019), esto es, presentó los granos duros, con menos que 20-25 % de humedad y hojas completamente secas, de manera que por su ciclo de cultivo sería calificado solo como “intermedio” (Durán, 1996). Así, el mején es toda una singularidad, pues constituye el elemento principal de un sistema agrícola extraordinario, se sale del patrón general para maíz, de que a mayor precocidad resulta menor estatura y menos hojas (Purseglove, 1972; Ustimenko-Bakumovski,

1982), y que a mayor duración del ciclo de cultivo se genera mayor rendimiento (Durán, 1996). El ajuste preciso del mején a los cuatro meses de un sistema de producción tan singular como lo es la milpa marceña es imposible que sea casual, más bien, se puede reconocer como el resultado lógico de un proceso dilatado de humanización en el ambiente del humedal.

Entre las peculiaridades del mején destaca la forma de la mazorca. Al respecto, Díaz (1964) señala que en México las variantes de maíz con mazorcas cilíndricas son originarias de regiones cálidas situadas entre 0 y 1000 msnm; que las de mazorcas semicilíndricas son propias de regiones entre 1200 y 1900 msnm; y que las variantes con mazorcas cónicas corresponden a valles altos, entre 1900 y 2700 msnm. Así, por las características morfológicas de la planta y de la mazorca, y por su distribución geográfica y ecológica, el Mején parece claramente relacionado con las razas Olotillo y Dzit Bacal (**Cuadro 1**), como se documenta enseguida.

Cuadro 1. Promedios de algunos atributos del maíz mején y de sus ancestros probables.

Atributo	Olotillo¹	Dzit Bacal²	Mején³
1. Amplitud altitudinal (msnm)	10-1870	0-782	1-10
2. Período de cultivo (sin riego)	Jun-Oct, Nov- Mar ⁴	Jun-Oct	Mar-Jun
3. Días a la madurez fisiológica	150	140	116
4. Altura de la planta (m)	3.00	2.90	2.70
5. Número de hojas	20	18	19
6. Altura de la mazorca inferior (m)	1.50	1.55	1.50
7. Longitud de la mazorca (cm)	17.61	15.33	16.87
8. Diámetro central de la mazorca (cm)	3.96	3.70	4.45
9. Número de hileras de la mazorca	10.06	11.04	11.55
10. Granos por hilera	44.00	30.72	39.60
11. Diámetro central del olote (cm)	2.04	2.10	2.41
12. Peso de 100 granos (g)	29.66	24.43	34.90
13. Longitud del grano (mm)	11.63	10.30	10.53
14. Anchura del grano (mm)	9.82	9.10	8.93
15. Grosor del grano (mm)	3.80	3.55	4.65

¹ Wellhausen et al. (1951); Ruiz et al. (2008); Sierra et al. (2014); Rendón et al. (2015); Hernández et al. (2020).

² Ortega (1973); Burgos et al. (2004); Camacho y Chávez (2004); Ruiz et al. (2008); González et al. (2017); Morales y Padilla (2017); dos Santos et al. (2019); Villalobos et al. (2019).

³ De la Cruz et al. (2006); Jiménez et al. (2012); Morales et al. (2017); Aguirre et al. (2019); Datos inéditos de 14 mazorcas procedentes del ejido Gregorio Méndez, Cunduacán, Tabasco (2022).

⁴ Solo en la vertiente del Golfo de México (Tornamilpa).

Además de los atributos comparativos presentados en el Cuadro 1, de 14 mazorcas procedentes de Cunduacán se obtuvo el peso medio del olote (21.8 g), el peso medio de la mazorca con brácteas, joloché o totomoxtle (212.9 g), el número medio de brácteas por mazorca (7.8), el peso medio de las brácteas por mazorca (25.0 g) y el peso medio de grano por mazorca (159.1 g); en la **Figura 5** se muestra la variación en el aspecto de las mazorcas de Mején, encontrada en dicha recolecta.



Figura 5. Aspectos de la variación encontrada en una muestra de 14 mazorcas de maíz Mején procedentes de Cunduacán, Tabasco (2022).

Raza Olotillo. Este maíz se caracteriza por sus mazorcas largas, delgadas y cilíndricas y por su olote delgado y flexible; su distribución conocida en los años cuarenta del siglo pasado estaba concentrada en Chiapas, específicamente en la cuenca superior del río Grijalva, en la Depresión Central y en las partes altas (100 a 500 msnm) de las planicies costeras extendidas hasta Guerrero (Wellhausem et al., 1951). Posteriormente (Ortega, 1973), se le documentó en Chiapas como la raza con más variantes de colores y texturas del grano y de tamaños de la mazorca (incluso con mazorcas ramificadas), y la más adaptable a suelos pobres, hasta 1 600 m de altitud, y con precipitaciones mayores que 800 mm; además, que su facilidad para desgranarse manualmente y las cualidades de su grano también favorecían su mayor aprecio comercial. Con base en las recolectas de Chiapas depositadas en el banco de germoplasma del INIFAP hasta 2003, Perales & Hernández (2005) encontraron que las muestras correspondientes a Olotillo (87) procedían de 37 localidades de 24 municipios, que solo fueron superadas por las recolectas de Tuxpeño (217) y las de Comiteco (149), y que entre sus 87 recolectas predominaron las de grano blanco (64) y amarillo (26), pero hubo también de color morado (2), negro (2) y rojo (5). Recientemente (Hernández et al., 2020) se documentaron 15 variantes de Olotillo, distinguidas por el color y tono del grano, en solo cinco de los seis municipios de la región Frailesca de Chiapas.

Del maíz Olotillo existen en los bancos de germoplasma recolectas documentadas procedentes de 16 estados, cantidad solo superada por la raza Tuxpeño, representada en 25 estados de la república; entre los estados con mayores recolectas de Olotillo destacan Chiapas (34), Puebla (40), Guerrero (73) y Veracruz (162) (Ortega et al., 2013a), y sobresale la ausencia de muestras de Oaxaca, a pesar del señalamiento de Wellhausen et al. (1951). En efecto, en un estudio en cinco municipios de la Sierra Sur de Oaxaca (Rendón et al., 2015), Olotillo destacó, entre las 10 razas registradas, por su mayor número de variantes (14) y por presentar 1 921 m de amplitud altitudinal de cultivo, solo superado por Tuxpeño (1 950 m) y por Tepecintle (1 941 m).

Con base en los datos de campo, más de 4 000 recolectas depositadas en los bancos de germoplasma de maíz, Ruiz et al. (2008) encontraron registrados para Olotillo una amplitud altitudinal de 10 a 1 870 msnm (promedio de 731 m), la tercera mayor, después que las correspondientes a Tabloncillo y Tuxpeño; a la vez, que la temperatura media durante su período de cultivo es de 24.7 °C (amplitud de 18.7 a 28.6 °C) y precipitación media de 1 267 mm (amplitud de 649 a 2 899 mm), con lo cual Olotillo resultó ser la segunda raza más adaptable, superada solo por Tuxpeño. Con los datos ambientales recopilados, Ruiz et al. (2008) realizaron una clasificación racial multivariable que resultó concordante y complementaria con las clasificaciones raciales basadas en datos de morfología, distribución geográfica y genética (Sánchez et al., 2000).

Raza Dzit Bacal. En general, esta variante de maíz es considerada en la actualidad como una raza, pero inicialmente fue propuesta como subraza de Olotillo por Wellhausen et al. (1951), quienes al compararlo con el Olotillo de Chiapas señalaron que tiene granos más pequeños y cristalinos, y el olote más flexible. Es pertinente notar que estos autores reconocieron el problema de establecer el área original de ambas razas, al indicar que “Algunos maíces de ocho hieleras del tipo Olotillo que se encuentran en Guerrero, aparentemente son similares a la subraza Dzit Bacal de Yucatán”. Al respecto, es conveniente considerar la mayor antigüedad cultural de esa región del Pacífico (particularmente del Socomusco) que la de la península de Yucatán (Blake et al., 1992; Clark, 1994).

La relación estrecha entre Olotillo y Dzit Bacal se ha confirmado con las clasificaciones multivariadas basadas en datos morfológicos (Ortega et al., 2013a; Morales & Padilla, 2017) y en datos ambientales de las áreas de cultivo respectivas (Ruiz et al., 2013). Entre 2000 y 2010 se recolectaron 22 muestras de Dzit Bacal (las cuales se depositaron en el banco de germoplasma del (INIFAP), procedentes de los estados de Campeche (nueve), Chiapas (seis), Yucatán (cuatro) y Quintana Roo (tres), pero en dicho banco ya existían hasta 2006, recolectas probables de esta raza procedentes de los estados de Guerrero, Veracruz, San Luis Potosí y Tamaulipas (Ortega et al., 2013b).

En un experimento realizado por Villalobos et al. (2009), en Pocyaxum, Campeche (30 msnm), establecido en julio y repetido dos años, se evaluaron 13 variantes, entre ellas el Dzit Bacal, el cual produjo el segundo mayor rendimiento de grano (4 417 kg·ha⁻¹, con 14 % de humedad), presentó solo cuatro granos abortados por mazorca y 406 granos por mazorca con peso de 93 g. En cambio,

en otro experimento (Dos Santos et al., 2019) realizado en Tizimín, Yucatán (17 msnm), establecido con riego y fertilización en febrero y cosechado en junio, se incluyeron dos muestras diferentes de Dzit Bacal más otras 10 variantes tradicionales, las cuales superaron en rendimiento pues solo produjeron 2.79 y 3.42 t·ha⁻¹, pero se destacaron al producir en promedio 1.3 y 2.0 mazorcas por planta, respectivamente. Así, el periodo de cultivo parece ser crítico para el Dzit Bacal, al igual que para el Mején.

En relación con el nombre de esta raza, parece que Wellhausen et al. (1951) adoptaron la expresión usada en español más próxima al nombre en maya. Al respecto, Arias et al. (2007) se aplicaron para establecer los nombres en maya de los maíces cultivados tradicionalmente en Yucatán, y encontraron que el correspondiente a Dzit Bacal es “ts iit bakal”, el cual podría traducirse como “olote para limpiar el ano”. En efecto, Mariaca (1993, ídem 1996) registró la preferencia del olote de Mején para este propósito, por ser delgado, flexible y con glumas sedosas.

Conclusiones

El popal o popalería, uno de los ecosistemas primarios del gran humedal del Golfo de México y posiblemente el más productivo de ellos, requirió para su aprovechamiento agrícola permanente del desarrollo de la milpa marceña, un sistema de producción ajustado a su dinámica cíclica natural.

El componente principal de dicho sistema de producción es el maíz Mején, cultivar tradicional derivado probablemente de la raza Dzit Bacal, con ciclo de cultivo de solo cuatro meses, pero con rendimiento de grano similar al de los maíces tropicales tardíos, posiblemente por su gran capacidad para aprovechar las condiciones favorables de humedad y fertilidad del popal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a tres revisores anónimos por sus valiosos comentarios y la revisión del manuscrito. Agradecemos a Rogelio Lara González por el apoyo en el diseño de las figuras 3 y 4.

Referencias

- Aguirre R., J. R.; Zavala C. J.; Ortiz C. G.; Andrade T. A.; Salgado G. S.; Ortiz C., A. I. (2019). Wet agriculture in the lowlands: maize marceña. *Agrosystems, Geosciences and Environment*. 2(1):1-16.
- Arias, L. M.; Latournerie, L.; Montiel, S.; Sauri, E. (2007). Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Universidad y Ciencia*. 23(1): 69-74.
- Bastarrachea, J. R.; Yah P. E.; Briceño Ch, F. (1992). *Diccionario básico español/ maya/ español*. Maldonado. Mérida, Yucatán. México. 134 p.
- Barrera V., A. (1991). *Diccionario maya*. 2ª Ed. Porrúa. México. 1344 p.
- Beard, J. S. (1944). Climax vegetation in tropical America. *Ecology*. 25 (2): 127-158.
- Beard, J. S. (1955). Classification of tropical American vegetation. *Ecology*. 36(1): 89-100.
- Blake, M.; Chisholm B. S.; Clark J. E.; Voorhies B.; Love M., W. (1992). Prehistoric subsistence in the Socomusco region. *Current Anthropology*. 33(1):83-94.
- Boul, S. W.; Southard, R. J.; Graham R. C.; McDaniel P. A. (2003). *Soil genesis and classification*. 5th ed. Blackwell. Ames, Iowa. USA. 494 p.
- Burgos M., L. A.; Chávez S., J. L.; Ortiz C., J. (2004). Variabilidad morfológica de maíces criollos de la península de Yucatán, México. En: J. L. Chávez S.; J. Tuxill; D. I. Jarvis (Eds.). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. IPGRI. Cali, Colombia. pp. 58-66.
- Camacho V., T. C.; Chávez S., J. L. (2004). Diversidad morfológica del maíz criollo de la región centro de Yucatán, México. En: Chávez S., J. L.; Tuxill J.; Jarvis, D. I. (Eds.). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. IPGRI. Cali, Colombia. pp. 47-57.

Clark, J. E. (1994). Antecedentes de la cultura olmeca. En: J. E. Clark (Coord.). Los olmecas en Mesoamérica. El Equilibrista. México. pp. 31-41.

Cortina V., H. S. (1995). La milpa tradicional en Becanchén. En: E. Hernández X.; E. Bello B.; S. Levy T. (Comps.). La milpa en Yucatán. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. México 1:201-223.

De la Cruz L., E.; Osorio O., R.; Mendoza P., J. R.; Estrada B., J. D.; Brito M., N. P.; Córdova O., H. (2006). Relación entre rendimiento y sus componentes en genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. En; M. Hernández M. (Comp.). Semana de divulgación y video científico UAJT 2006. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México. pp. 265-270.

Diaz del P., A. (1964). El Maíz: cultivo-fertilización, cosecha. 2ª ed. B. Trucco. México. 393 p.

Dos Santos, L. F. C.; Garruña R.; Andueza M., R. H.; Latournerie M., L.; Mijangos C., J. O.; Pineda D., A. (2019). Comportamiento agronómico y fisiológico de maíces nativos del sureste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 10(6): 1247-1258.

Duchaufour, P. (1975). Manual de edafología. Toray- Masson. Barcelona. España. 476 p.

Durán A., J. M. (1996). Una síntesis agrobiológica y comercial del maíz. En: J. López L. (Ed.). El maíz, de grano celeste a híbrido industrial. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. pp. 111-166.

Fernández de Oviedo y V., G. (1851). Historia general y natural de las Indias, islas y tierra firme del mar océano. Real Academia de la Historia. Madrid. España. 632 p.

Flores M., G.; Jiménez L., J.; Madrigal S., X.; Moncayo R., F.; Takaki F., F. (1971). Mapa y descripción de los tipos de vegetación de la República mexicana. Dirección de Agrología, Secretaría de Recursos Hidráulicos. México. 59 p.

Font Quer, P. (1953). Diccionario de botánica. Labor. Barcelona. España. 1244 p.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª ed. UNAM. México. 90 p.

García de M., E.; Falcón de G., Z. (1993). Nuevo atlas Porrúa de la República mexicana. 6ª Ed. Porrúa. México. 219 p.

Ghazoul, J.; Sheil, D. (2010). Tropical rain forest ecology, diversity and conservation. Oxford University Press. Oxford. UK. 516 p.

Gil y Sáenz, M. (1872). Compendio histórico, geográfico y estadístico del estado de Tabasco. Editado por el autor. San Juan Bautista, Tabasco. México. 252 p.

Gil y Sáenz, M. (1884). El caporal o indicaciones, para la agricultura, ganadería y pastos artificiales de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México. 156 p.

González V., N. A.; Cetzal Ix, W. R.; Martínez P., J. F.; Soria F., M. J.; Burgos C., M. A.; Arcocha G., E. (2017). Razas y variedades nativas de maíz (*Zea mays* L.) en la península de Yucatán, México. Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. México. 29 p.

Gutiérrez E., M. (2008). Geomorfología. Pearson. Madrid. España. 898 p.

Hardy, F. (1970). Suelos tropicales, pedología tropical con énfasis en América. Herrero. México. 334 p.

Hernández R., M. A.; Guevara H., F.; Basterrechea B., J. L.; Coutiño E., B.; La O. A., M. A.; Pinto R., R. (2020). Diversidad y conservación de maíces locales de la Frailesca, Chiapas, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 43(4):471-479.

Jananer, G. A.; Jolánkai G. (2008). Lotic vegetation processes. In: D. Harper; M. Zalewski; N. Pacini (Eds.). Ecohydrology: processes, models and case studies. CABI. Wallingford, Oxfordshire. UK. pp. 46-61.

Jiménez J., J. A.; Arámbula V. G.; de la Cruz L., E.; Aparicio T., M. A. (2015). Calidad nixtamalera y tortillera de maíces del trópico húmedo de México. *Phyton*. 84:1-7.

Jiménez J., J. A.; Arámbula V. G.; de la Cruz L., E.; Aparicio M., A. T. (2012). Características del grano, masa y tortilla producida con diferentes genotipos de maíz del trópico mexicano. *Universidad y Ciencia*. 28(2): 145-152.

Lane R., M.; Aguirre R., J. R.; González, J. (1997). Producción campesina del maíz en San Lorenzo Tenochtitlán. En: A. Cyphers (Coord.). Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlán. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México. pp. 55-73.

López M., R. (1980). Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. UACH. Chapingo, México. 121 p.

Lugo H., J. (1989). Diccionario geomorfológico. UNAM. México. 337 p.

Maimone C., M. R.; Aliphath; D. M.; Martínez, C.; Ramírez V., B.; Valdez H., J. I.; Macías L., A. (2006). Manejo tradicional de humedales tropicales y su análisis mediante sistemas de información geográfica (SIGs): el caso de la comunidad maya-chontal de Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 22(1):27-49.

Mariaca M., R. (1993). Características tecnológicas del sistema marceño de cultivo de maíz en las tierras bajas de Tabasco. *Geografía Agrícola*. 18: 69-76.

Mariaca M., R. (1996). El ciclo marceño en tierras bajas pantanosas de Tabasco: producción tradicional de maíz altamente eficiente. *Agrociencia*. 30: 279-286.

Mariaca M., R.; Hernández X., E.; Castillo M., A.; Moguel O., E. (1995). Análisis estadístico de una milpa experimental de ocho años de cultivo continuo bajo roza-tumba-quema en Yucatán, México. En: E. Hernández X.; E. Bello B.; S. Levy T. (Comps). *La milpa en Yucatán*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. México. 2: 339-368.

Miranda, F. (1958). Estudios acerca de la vegetación. En: E. Beltrán (Ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. IMRNR. México. 2:215-271.

Miranda, F.; E. Hernández X. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28:29-179.

Morales V., G.; Padilla V., J. (2017). Variedades locales de maíz en comunidades CH'oles de Tacotalpa, Tabasco. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. 3(7):49-56.

Ortega C., A.; Guerrero H., M. de J.; Preciado O., R. E.; Cota A., O. (2013a). Razas de maíz: relaciones fitogenéticas y geográficas. En: A. Ortega C.; M. de J. Guerrero H.; R. E. Preciado O. (Eds.). *Diversidad y distribución del maíz nativo y sus parientes silvestres en México*. Colegio de Postgraduados e INIFAP. Montecillo, Texcoco, México. pp. 21-43.

Ortega C., A.; Guerrero H., M. de J.; Hernández C., J. M.; Preciado O., R. E.; Vidal M., V. A.; Gómez M., N. O.; Sierra M., M.; Aguilar C., G.; Castillo R., A.; Valdez G., J.; García H., M.; Palacios V., O.; Rincón S., F. (2013b). Diversidad y distribución de los maíces nativos en México. En: A. Ortega C.; M. de J. Guerrero H.; R. E. Preciado O. (Eds.). *Diversidad y distribución del*

maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Colegio de Postgraduados e INIFAP. Montecillo, Texcoco, México. pp. 47-171.

Ortega P., R. A. (1973). Variación de maíz y cambios socio-económicos en Chiapas, Méx. 1946-1971. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México, México. 199 p.

Orozco S., A. D. L. (1999). El marceño en las zonas inundables de Tabasco. En: A. González J.; S. del Amo R. (Eds.). Agricultura y sociedad en México: diversidad, enfoques, estudios de caso. Plaza y Valdés México. pp. 111-122.

Perales R., H.; Hernández C., J. M. (2005). Diversidad del maíz en Chiapas. En: González E., M.; Ramírez M., M.; Ruiz M., L. (Eds.). Diversidad biológica de Chiapas. Plaza y Valdés. México. pp. 337-355.

Peraza V., H.; Casas, A.; Lindig C., R.; Orozco S., A. (2019). The marceño agroecosystem: traditional maize production and wetland management in Tabasco, México. *Sustainability*. 11(7):1-18.

Portugal C., E. C. (2015). Diccionario de la lengua náhuatl. Porrúa. México. 952 p.

Puente F., F.; Sánchez D., H.; Chávez R., S.; Laird R., J. (1963). Prácticas de fertilización y población óptima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Folleto Técnico No. 45. INIA. México. 53 p.

Purseglove, J. N. (1972). Tropical crops, Monocotyledons. Longman. London, UK. 607 p.

Rendón A., B.; Aguilar R., V.; Aragón M., M. del C.; Ávila C., J. F.; Bernal R., L. A.; Bravo A., D.; Carrillo G., G.; Cornejo R., A.; Delgadillo D., E.; Hernández C., G.; Hernández H., M.; López A., A.; Sánchez G., J. M.; Vides B., E.; Ortega P., R. (2015). Diversidad de maíz en la Sierra Sur de Oaxaca, México: conocimiento y manejo tradicional. *Polibotánica*. 39:151-174.

Rice, R. A.; Vandermeer, J. (1990). Climate and the geography of agriculture. In: C. R. Carroll; J. H. Vandermeer; P. M. Rosset (Eds.). *Agroecology*. Mc Graw – Hill. New York. USA. pp. 21-63.

Ritter, D. F. (2002). Floodplains. *Encyclopaedia Britannica*. 15th ed. Chicago, Illinois. USA. 26: 863-868.

Robelo, C. A. (1904). Diccionario de aztequismos. Editado por el autor. Cuernavaca, Morelos. México. 505 p.

Ruiz C., J. A.; Durán P., N.; Sánchez G., J. de J.; Ron P., J.; González E., D. R.; Holland, J. B.; Medina G., G. (2008). Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 Mexican maize races. *Crop Science*. 48: 1502-1512.

Ruiz C., J. A.; Ortega C., A.; Ramírez O., G.; Guerrero H., M. de J.; Sánchez G., J. de J. (2013). Distribución actual de las razas mexicanas de maíz. En: A. Ortega C.; M. de J. Guerrero H.; R. E. Preciado O. (Eds.). *Diversidad y distribución del maíz nativo y sus parientes silvestres en México*. Colegio de Postgraduados e INIFAP. Montecillo, Texcoco, México. pp. 175-208.

Ruvalcaba M., J. (1982). Tecnología y productividad de las tierras bajas de Tabasco. *Geografía Agrícola*. 2:139-147.

Sánchez G., J. J.; Goodman M., M.; Stuber C., W. (2000). Isozymatic and morphological diversity in the races of maize in Mexico. *Economic Botany*. 54 (1): 43-59.

Santamaría, F. J. (1992). *Diccionario de mexicanismos*. 5ª Ed. Porrúa. México. 1207 p.

Sauer, J. R. (1993). *Historical geography of crop plants*. CRC. Boca Raton, Florida. USA. 309 p.

Schaetzl, R. J.; Thompson M., L. (2015). *Soils genesis and geomorphology*. 2nd ed. Cambridge University Press. New York, NY. USA. 778 p.

Sierra M., M.; Andrés M. P.; Palafox C. A.; Meneses M. L.; Francisco R., R.; Zambada M., A.; Rodríguez M., F.; Espinoza C., A.; Tadeo R., M. (2014). Variación morfológicas de maíces nativos (*Zea mays* L.) en el estado de Veracruz, México. *Agroproductividad*. 7(1):56-61.

Siméon, R. 1977. *Diccionario de la lengua náhuatl o mexicana*. Siglo Veintiuno. México. 783 p.

Smith, T. M.; Smith R., L. (2009). *Elements of ecology*. 7th ed. Pearson. San Francisco, California. USA. 649 p.

Tamayo, J. L. (2013). *Geografía moderna de México*. 13ª Ed. Trillas. México. 544 p.

Ustimenko – Bakumovski, G. V. (1982). *El cultivo de plantas tropicales y subtropicales*. MIR. Moscú, URSS. 427 p.

Villalobos G., A.; López H., M. B.; Valdivia G., N. A.; Arocha G., E.; Medina M., J. (2019). Variabilidad morfológica de maíz nativo (*Zea mays* L.) en la península de Yucatán, México. *Agroproductividad*. 12(11):15-20.

Wellhausen, E. J.; Roberts L., M.; Hernández X., E.; Mangelsdorf P., C. (1951). Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales, SAG. México. 237p.

Whitmore, T.M.; Thurner II. B., L. (2001). Cultivated landscapes of Middle America on the eve of conquest. Oxford University Press. Oxford. UK. 311p.

PUBLICACIÓN EN
AVANZADA