



Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Posgrado en Ciencias Biológicas

**La diversidad de maíz, frijol y calabaza en la milpa
maya de Xoy, Peto, Yucatán**

Tesis que presenta

ELIA MARÍA KU PECH

En opción al título de

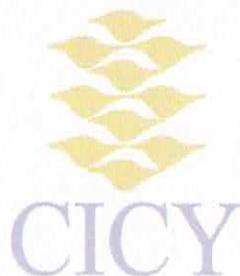
MAESTRO EN CIENCIAS

(Ciencias Biológicas: Opción Recursos Naturales)

Mérida, Yucatán, México

2019

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE YUCATÁN, A. C.
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



RECONOCIMIENTO

Por medio de la presente, hago constar que el trabajo de tesis de la estudiante **Elia María Ku Pech** titulado “**LA DIVERSIDAD DE MAÍZ, FRIJOL Y CALABAZA EN LA MILPA MAYA DE XOY, PETO, YUCATÁN**”, fue realizado en la Unidad de Recursos Naturales del **Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.** bajo la dirección del **Dr. Javier O. Mijangos Cortés**, dentro de la opción de Recursos Naturales, perteneciente al Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de este Centro.

Atentamente,



Dra. Clelia De la Peña Seaman

Director de Docencia

Mérida, Yucatán, México, 21 de marzo de 2019

DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en la sección de Materiales y Métodos Experimentales, los Resultados y Discusión de este documento proviene de las actividades de experimentación realizadas durante el período que se me asignó para desarrollar mi trabajo de tesis, en las Unidades y Laboratorios del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., y que a razón de lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente a dicho Centro de Investigación. Por otra parte, en virtud de lo ya manifestado, reconozco que de igual manera los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que deriven o pudieran derivar de lo correspondiente a dicha información, le pertenecen patrimonialmente al Centro de Investigación Científica, A.C., y en el mismo tenor, reconozco que si derivaren de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se registrarán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.



Firma: _____

Nombre: I.A.F. ELIA MARÍA KU PECH

Este trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, y forma parte del proyecto titulado La Milpa en Yucatán bajo la dirección del Dr. Javier O. Mijangos Cortés.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la beca otorgada No. 619339 durante el proceso de maestría. Al CICY, A.C. por los espacios brindados para mi formación como fueron aulas de clases, laboratorios, oficinas, así como por los equipos y servicios de Posgrado, entre otros.

A mi Comité Tutorial conformado por el Dr. Javier O, Mijangos Cortés, director de tesis, la Dra. Mariana Chávez Pesqueira, el Dr. Jaime Martínez Castillo y el Dr. Rubén H. Andueza Noh por su asesoría y tiempo para la revisión de este trabajo. Al Comité Revisor, Dra. Cecilia Rodríguez y Dr. Luis Arias Reyes, por sus aportaciones para la redacción, formato y diseño del documento.

A investigadores del Centro quienes me aportaron grandes enseñanzas: Dr. José L. Andrade Torres, Dr. Richard Feldman, Dr. Germán Carnevali Fernández-Concha y Dra. Celene Espadas.

A técnicos del Centro: Manuela Tamayo, José Luis Simá Gómez, Roberth Us, Matilde M. Ortiz García, Ma. Rosalina Rodríguez Román, Jaime Muñoz, Néstor Raigoza y Lilia Can.

A amigos Paulino Simá Polanco, Sayani Teresa López Espinosa, Diana Cisneros, Pedro Ruiz, Julio Salas Rabaza, Dinosca Rondón, Ana Carrillo, Grecia Montalvo, Hernán Morffi, José Cervantes, Aldo Echeverría, Gerardo Linares, Gerardo Niquete, Marypaz Medina, Gabriela Cerón, Susana Dzib, César Canché, Iván Tamayo, Irina Llamas, Gabriela Palomeque, Katya Romero, Claudia Díaz, Stephanie George, Emely Matú, Carolina Leal y Marilú Escamilla. A Laura Mills por su contribución y apoyo así como a personal del vivero del CICY, A.C.

A demás estudiantes por su apoyo a lo largo del proceso de maestría que formaron parte en mi formación en el Centro de Investigación.

DEDICATORIAS

A mi madre quien a pesar de tanto sufrimiento y escasez económica es quien estuvo a mi lado desde los inicios de mi educación, compañera siempre y a quien brindo los frutos de este esfuerzo.

A mis hermanos por ser cada uno tan particular con sus enseñanzas y por brindarme el apoyo que necesitaba en cada fase de mi vida.

De manera muy especial a mi esposo, quien me brindó paciencia, amor y un gran apoyo para concluir esta nueva etapa, por impulsarme para continuar en este camino de la enseñanza y a quien agradezco por su confianza, motivación y compañía durante la redacción de este documento en espera de que concluya esta etapa de mi vida.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN	8
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
ESTRATEGIA EXPERIMENTAL	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1. INTRODUCCIÓN.....	11
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	13
2.2.2. INVESTIGACIÓN ETNOBOTÁNICA	13
2.2.3. ANÁLISIS DE DATOS	15
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
2.3.1. ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA MILPA EN XOY, YUCATÁN.....	15
2.3.1.1. Diversidad de cultivos.....	15
2.3.1.2. Relación de los factores socioculturales y ambientales con la diversidad en las milpas.....	19
2.3.1.3. Uso del suelo.....	24
2.3.1.4. Estrategias de selección de semillas	25
2.3.1.5. Estrategias de siembra	25
2.3.1.6. Estrategias de cosecha	28
2.3.1.7. Destino de la producción	32
2.3.1.8. Procesamiento para el consumo de maíz y calabaza	36
2.4. CONCLUSIÓN.....	38
CAPÍTULO III.....	39
3.1. INTRODUCCIÓN.....	39
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	40
3.2.2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MILPA	41

3.2.3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	42
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
3.3.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MILPA	46
3.3.2.1. Maíz	48
3.3.2.2. Frijol	55
3.3.2.3. Calabaza	59
3.4. CONCLUSIÓN.....	62
CAPÍTULO IV	63
4.1. INTRODUCCIÓN.....	63
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	65
4.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	65
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.4. CONCLUSIÓN	77
CAPÍTULO V	79
5. CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS	79
5.1. CONCLUSIONES	79
5.2. PERSPECTIVAS	80
5.3. BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	92
1.1 ANEXO 1. ENCUESTA ETNOBOTÁNICA APLICADA A EJIDATARIOS	92
1.2 ANEXO 2. ENCUESTA APLICADA A RESPONSABLE (S) Y USUARIO (S) DEL MOLINO.....	95
1.3 ANEXO 3. ENCUESTA APLICADA A USUARIO (S) Y RESPONSABLE (S) DE LA TORTILLERÍA.....	97
1.4 ANEXO 4. FORMATOS DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN EN LAS MILPAS	98

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Zonas de producción agropecuaria del estado de Yucatán.....	4
Figura 2 Estrategia experimental implementada en el estudio de la milpa en Xoy, Peto, Yucatán.	10
Figura 2.3.1 Variedades sembradas de maíz (a), ib (b), frijol (c) y calabaza (d) para el ciclo productivo 2016, en la comunidad de Xoy, Yucatán.....	16
Figura 2.3.2 Principales características seleccionadas por los milperos en las variedades sembradas en el ciclo productivo 2016 en Xoy, Yucatán.	17
Figura 2.3.3 Porcentaje de milperos que indicaron algún cultivo bajo abandono de siembra en las milpas de Xoy, Yucatán.....	23
Figura 2.3.4 Porcentaje de milperos que indicaron los meses de siembra para las especies de maíz, frijol, ib y calabaza en la comunidad de Xoy, Yucatán.	26
Figura 2.3.5 Rendimientos reportados por los milperos para variedades de maíz (a), ib (b), frijol (c) y calabaza (d) en una hectárea de superficie durante el ciclo productivo 2016, bajo temporal en la comunidad de Xoy, Yucatán.	29
Figura 2.3.6 Lugares de almacén reportados por los milperos en la comunidad de Xoy, Yucatán.	33
Figura 3.2.1 Ubicación de las milpas bajo seguimiento en la comunidad de Xoy, Yucatán.	42
Figura 3.3.1 ACP para las seis poblaciones de maíz obtenidas durante el seguimiento de las milpas en la comunidad de Xoy, Yucatán.	54
Figura 3.3.2. ACP para las poblaciones de frijol e ib en milpas de Xoy, Yucatán.	58
Figura 4.2.1 Milpas bajo registro de datos pluviométricos en Xoy, Yucatán durante el ciclo productivo de 2017-2018.....	66
Figura 4.3.1 Precipitación promedio (mm) en tres milpas de estudio de la comunidad de Xoy, Yucatán durante el ciclo productivo 2017-2018.	67
Figura 4.3.2 Registro histórico de promedios mensuales de precipitación (mm) en Peto de 1960-2018, y registro de la comunidad de Xoy de 2017-2018.	69

Figura 4.3.3 Precipitación promedio anual (mm) en Peto durante el período 1960-2018 y en Xoy de 2017-2018. 70

Figura 4.3.4 Gráfica comparativa de la fenología de las especies con la precipitación acumulada (mm) registrada en las milpas de estudio en Xoy, Yucatán..... 73

Figura 4.3.5 Fases fenológicas por variedad de las especies presentes en las milpas de Xoy y su relación con la precipitación promedio (mm) en el ciclo productivo 2017-2018. 75

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 2.3.1 Número de variedades por especie reportadas bajo siembra durante el ciclo productivo 2016 y 2017 en Xoy, Peto, Yucatán.	17
Cuadro 2.3.2 Correlación de los factores socioculturales y ambientales con la diversidad (número de variedades en 2016) en las milpas de Xoy, Yucatán.	21
Cuadro 2.3.3 Principales problemas reportados por los milperos durante el crecimiento de las variedades de maíz, frijol, ib y calabaza.	32
Cuadro 2.3.4 Cantidades almacenadas en kg por especie durante el ciclo productivo 2016 en la comunidad de Xoy, Yucatán.	33
Cuadro 2.3.5 Valores de productividad almacenados en trojes y en otros sitios para el ciclo productivo 2016 en la comunidad de Xoy, Yucatán.	35
Cuadro 3.2.1 Coordenadas geográficas de las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Peto, Yucatán.	41
Cuadro 3.2.2 Variables para la caracterización de las poblaciones de maíces nativos en las milpas de estudio.	43
Cuadro 3.2.3. Variables para la caracterización de las poblaciones de frijol e ib en las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Yucatán.	44
Cuadro 3.2.4 Variables para la caracterización de las poblaciones de calabaza en las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Yucatán.	45
Cuadro 3.3.1 Variedades presentes en milpas de Xoy, Yucatán en el ciclo agrícola 2017-2018 por productor.	46
Cuadro 3.3.2 Variedades, fechas y densidad de siembra en maíz, frijol, ib y calabaza en siete milpas de Xoy, Yucatán.	47
Cuadro 3.3.3 Cuadrados medios, error estándar y coeficientes de variación del análisis de varianza en variables morfológicas de maíz para las poblaciones de Xnuk Nal, Nal Tel, Sak Tux y Cubana en Xoy, Yucatán.	50
Cuadro 3.3.4 Comparación de medias para variables morfológicas entre las poblaciones de maíz	

Xnuk Nal, Nal Tel, Sak Tux y Cubana en Xoy, Yucatán.	52
Cuadro 3.3.5 Análisis de la variación total de los caracteres fenotípicos en maíz de las milpas de Xoy, Yucatán.	54
Cuadro 3.3.6. Cuadrados medios y coeficientes de variación del análisis de varianza en variables morfológicas para las poblaciones de frijol e ib en las milpas de Xoy, Yuc.	56
Cuadro 3.3.7 Comparación de medias para variables morfológicas entre las poblaciones de frijol e ib en Xoy, Yucatán.	57
Cuadro 3.3.8 Análisis de la variación total de los caracteres fenotípicos en frijol e ib en milpas de Xoy, Yucatán.	58
Cuadro 3.3.9 Resultados del análisis estadístico realizado a través de la prueba de T-Student en las variables registradas en calabaza en Xoy, Yucatán.	60
Cuadro 4.3.1 Precipitación promedio, desviación estándar, valores mínimos y máximos registrados en tres sitios de estudio, en Xoy, Yucatán.	68
Cuadro 4.3.2. Rendimientos obtenidos y esperados para las poblaciones de maíz, ib, frijol y calabaza en milpas de Xoy, Yucatán.	76

RESUMEN

La milpa es un sistema tradicional de policultivos, que ha apoyado a las comunidades locales durante muchos años. Por lo general se maneja en condiciones de sequía, Como ocurre en Yucatán, México. Este sistema ha sido importante debido a su implicación transversal a nivel biológico, ambiental y sociocultural, sin embargo, ha sufrido múltiples cambios que han afectado su manejo y sostenibilidad. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: a) conocer el manejo etnobotánico y las estrategias llevadas a cabo por los milperos, b) caracterizar la diversidad de especies y variedades de maíz, frijol y calabaza dentro de sus sistemas, y c) evaluar el papel del medio ambiente, centrándose en la lluvia recibida por los cultivos desde su establecimiento hasta su destino final. Esta investigación se llevó a cabo en la comunidad maya de Xoy, en Peto, al sur de Yucatán. Se aplicaron encuestas semiestructuradas al 30% de la población de milperos. Al mismo tiempo, se realizó una caracterización morfológica de 6, 5, 2 y 2 poblaciones nativas de maíz, ib, frijol y calabaza, respectivamente, en un total de siete milpas. La precipitación se registró en tres de esas milpas durante el ciclo agrícola 2017-2018. Se encontraron 22 variedades nativas en Xoy (8 de maíz, 7 de ib, 4 de calabaza y 3 de frijol). La conservación de la diversidad y la cantidad de semillas que se sembraron en sus milpas fueron determinadas por el factor sociocultural dentro de las familias. Los materiales caracterizados mostraron diferencias significativas en las variables de floración, vegetativas y de fruto, que reflejan una clara diferencia morfológica y una gran variación para las variedades presentes en Xoy, al igual que muestra la gran diversidad presente en los cultivos sembrados. La precipitación registrada durante este estudio fue menor que el registro histórico de Peto (1960-2018), así como los valores recomendados para obtener rendimientos óptimos. Los cultivos se vieron afectados por las pérdidas en las plantaciones de calabazas y por los bajos rendimientos de todos los cultivos, de acuerdo con los valores estimados. Estos efectos negativos fueron contrarrestados al sembrar simultáneamente variedades de cultivos tempranos y tardíos dentro de la misma milpa, para tener alternativas de alimentos.

ABSTRACT

Milpa is a traditional multi-crop system, which has supported local communities for many years. It is usually managed under rainfed conditions, like occur in Yucatan, Mexico. This system has been important due to its transversal implication at biological, environmental and socio-cultural levels, however, it has undergone multiple changes that have affected its management and sustainability. Hence, the objectives of this study were: a) knowing the ethnobotanical management and strategies carried out by the *milperos* (*milpa* managers), b) characterizing the species and varieties diversity of maize, bean, lima bean and squash within its systems, and c) assessing the role of the environment, focusing on the rainfall received by crops from its establishment to its final destination. This research was carried out in the Mayan community of Xoy, in Peto, southern of Yucatan. Semi-structured surveys were applied to 30% of *milperos* population. At the same time, a morphological characterization was carried out on 6, 5, 2 and 2 native populations of maize, lima bean, bean, and squash, respectively, in a total of seven *milpas*. Rainfall was recorded in three of those *milpas* during the 2017-18 agricultural cycle. Twenty-two native varieties were found in Xoy (8 of maize, 7 of lima bean, 4 of squash and 3 of beans). Conservation of diversity and the number of seeds to be sowed in their *milpas* were determined by the sociocultural factor within families. Characterized materials showed significant differences on flowering, vegetative and fruit variables, which reflect a clear morphological difference and a great variation for the varieties present in Xoy, just as showing the high diversity present in the crops sowed. The rainfall registered during this study was lower than the historical record of Peto (1960-2018), as well as the recommended values to obtain optimum yields. Crops were affected by losses in squash plantations and by low yields for all crops, according to estimated values. These negative effects were counteracted by sowing simultaneously early and late varieties of crops within the same *milpa*, in order to have alternative options of food.

INTRODUCCIÓN

La milpa maya es un sistema de producción agrícola tradicional, basado en fuentes de energía natural que involucra la acción del hombre. Las especies producidas bajo el sistema milpa han sido empleadas desde épocas prehispánicas como la principal fuente de alimento por el ser humano, involucrando los conocimientos y prácticas tradicionales (Warman, 1985).

La milpa, es un sistema conformado por el suelo, las especies vegetales y los animales que de ella se alimentan desde microorganismos hasta insectos, aves, animales de traspatio, entre otros (Virgili, 2017).

El manejo de la milpa se basa en cultivos itinerantes donde la vegetación es cíclicamente cortada y quemada siendo su esencia básica la roza-tumba-quema (RTQ); estos cultivos son el maíz (*Zea mays*, L.), la calabaza (*Cucurbita moschata* Duch; *Cucurbita argyrosperma* Huber, *Cucurbita pepo* L.) y los frijoles (*Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus lunatus* L.) (Lara *et al.*, 2012). Junto a estas especies principales, se asocian una amplia variedad de plantas comestibles como chile (*Capsicum* spp.), plátano (*Musa paradisiaca* L.), yuca (*Manihot esculenta* C.), macal (*Xanthosoma sagittifolium* L.), camote (*Ipomoea batatas* L.), jícama (*Pachyrhizus erosus* L.), entre otros. Posteriormente los espacios de tierra explotados durante la milpa pasan por un periodo de barbecho o descanso que les permite regenerar los nutrientes extraídos durante la etapa productiva (Terán y Rasmussen, 1994).

Aunque la milpa es un sistema tradicional que ha sobrevivido a lo largo del tiempo, se han propiciado cambios drásticos en el manejo de los recursos cultivados bajo este sistema. La eficiencia de la milpa del siglo XXI ha ido disminuyendo debido a condicionantes externas derivadas de procesos socioeconómicos originados a través de la historia (Jouault *et al.*, 2018) como: la introducción de variedades híbridas y de nuevas tecnologías de producción no disponibles para los milperos debido a sus altos costos (Ortiz-Timoteo *et al.*, 2014), las preferencias del mercado local hacia variedades específicas, la escasa participación de las nuevas generaciones, la amenaza sobre la tenencia de la tierra de los campesinos y el agotamiento de los montes debido a la

reducción de los espacios para la agricultura tradicional generado por el crecimiento urbano (Bracamonte y Sosa, 2011).

Es debido a esas dinámicas y complejas relaciones que se dan durante la elaboración de la milpa y por la importancia que representa a nivel social, cultural y biológico, que surge el interés y la necesidad de realizar un estudio que documente las prácticas de manejo de los milperos, así como las problemáticas por las que éstos transitan generando información valiosa sobre el estado actual de la milpa maya.

Este estudio está basado en el conocimiento de los milperos de una comunidad ubicada en la zona maicera del estado de Yucatán denominada Xoy, Peto, Yucatán; donde fueron recabados los datos socioculturales, la diversidad de especies de maíz, frijol y calabaza con sus respectivas razas y variedades y la precipitación en las milpas durante el periodo 2017-2018. Se presentan los retos que los milperos enfrentan para dar continuidad a este sistema productivo ancestral en su comunidad, dando a conocer la conservación de los cultivos de la milpa en la comunidad de Xoy; sitio interesante e importante por preservar características propias de las áreas rurales, lo que ha favorecido la permanencia de las costumbres y tradiciones relacionadas a las actividades milperas, donde las especies nativas son de suma importancia para su estudio y preservación.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

La palabra milpa deriva del náhuatl “milli” parcela sembrada, y “pan” encima, en; esto es, “lo que se siembra encima de la parcela” (Álvarez-Buylla *et al.*, 2011). La milpa ha sido descrita como un sistema itinerante y destinado predominantemente para el autoconsumo de las comunidades. Este sistema de cultivo funciona como unidad de conservación de la agrobiodiversidad, practicado de manera sustentable bajo el establecimiento de policultivos debido al número de especies y variedades locales cultivadas en ella al mismo tiempo (Ortiz-Timoteo *et al.*, 2014).

La instauración de la milpa, como el de todos los sistemas agrícolas y pecuarios, implica una alteración en los flujos naturales de energía y nutrientes los cuales son re-direccionados hacia el consumo humano (Eastmond y De Fuentes, 2006). Las especies que se encuentran en las milpas para consumo humano son el maíz (*Zea mays*, L.), los frijoles (*Phaseolus* spp.) y las calabazas (*Cucurbita* spp.), conocidas como la tríada mesoamericana.

La integración de la “tríada” en la milpa ocurrió paulatinamente, siendo el primer componente vegetal cultivado la calabaza (8,025 - 4,360 a.C.), posteriormente el maíz (4,280 - 2,455 a.C.) y finalmente el frijol (380 a.C. - 730 d.C.). Otras especies se fueron incorporando como solanáceas (chile (*Capsicum* spp.), tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill), algunos tubérculos como yuca (*Manihot esculenta* C.), macal (*Xanthosoma sagittifolium* L.), camote (*Ipomoea batatas* L.), jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) y una amplia variedad de plantas comestibles (Álvarez-Buylla *et al.*, 2011).

La siembra tradicional en las milpas se realiza en terrenos empleando el sistema de roza, tumba y quema (RTQ) en el cual la vegetación es cortada y quemada de manera cíclica. La RTQ es el proceso donde se eliminan las plantas herbáceas con ayuda de herramientas menores como una coa o machete, para dar paso a la tumba de árboles de mayor porte con un hacha y finalmente después de un tiempo que se da para la seca del material vegetal cortado hacer uso del fuego, proceso que se conoce como quema, eliminando tocones y la biomasa generada en el corte de la vegetación.

Previo a la quema se establece en el terreno destinado a la milpa una franja limítrofe llamada guardarraya, que es una separación de tierra entre el área destinada a siembra (parcela) y el área aledaña a preservar, evitando propagar el fuego a sitios no deseados (Lara *et al.*, 2012). Posterior a la etapa productiva, en las milpas se “deja descansar la tierra” permitiendo así la regeneración de la vegetación y de los ecosistemas, periodo conocido como barbecho (Eastmond y De Fuentes, 2006).

La milpa es manejada por las comunidades mayas representando un eje importante en el contexto sociocultural, pero también a nivel productivo satisfaciendo las necesidades alimentarias de la población maya junto con el huerto familiar y con otras actividades no agrícolas como la cacería, apicultura, aprovechamiento de árboles maderables producto de la quema y plantas medicinales (Jouault *et al.*, 2018).

En el estado de Yucatán, México, la superficie milpera es de 78,000 hectáreas (ha). A nivel peninsular, el estado de Yucatán, representa un 46 % de la superficie milpera, Quintana Roo un 29 % y Campeche un 25 %, de acuerdo a lo reportado por Jouault *et al.* (2018) que toma como fuente de información la Alianza México REDD+ (2016). En la Figura 1 se presentan las zonas de producción agropecuaria de acuerdo a García-De Fuentes y Morales en el 2000.

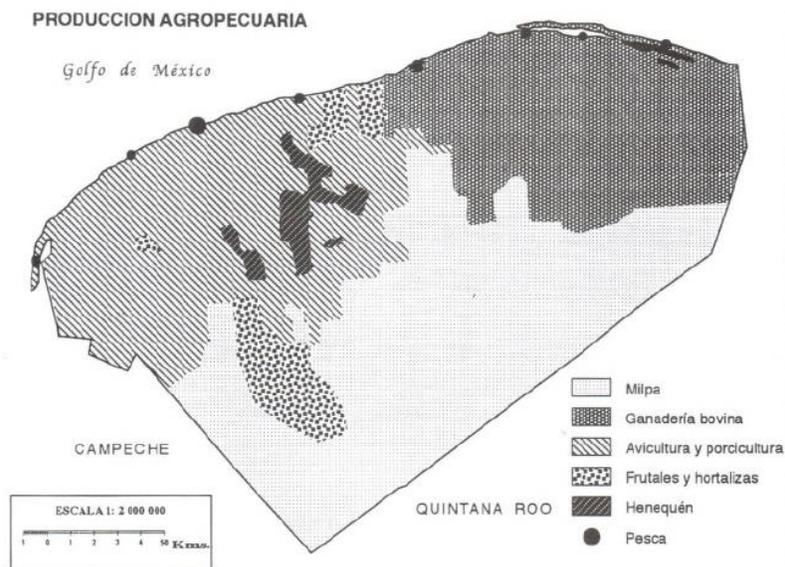


Figura 1 Zonas de producción agropecuaria del estado de Yucatán.

De la zona milpera, la comunidad de Xoy, Peto, Yucatán se eligió como sitio de estudio de acuerdo al antecedente de trabajo, donde previamente se habían realizado actividades con los milperos, lo que permitió la aceptación de la comunidad y la accesibilidad en la información. Además de que en dicho sitio se efectúa mejoramiento genético de forma tradicional de acuerdo a lo reportado por Dzib-Aguilar *et al.* 2016 y Mijangos *et al.* 2011 en maíces nativos.

En la comunidad de Xoy, Peto, Yucatán, la superficie ejidal actual es de 2,100 ha aproximadamente según datos reportados por el Comisario Ejidal de dicha localidad, Alfredo Canul Palomo en el 2017. La cantidad total de ha fue repartida entre los agricultores comunitarios desde la constitución del ejido en los años 20, teniendo acceso a 20 ha cada ejidatario. Sin embargo, la tierra se ha vuelto un recurso escaso y limitado, el acceso es a través de la compra de parcelas o mediante la organización de una nueva unidad de productores (subgrupo de productores del ejido) que demanda la perforación de un pozo de riego (Hernández *et al.*, 1995b).

Los terrenos elegidos para siembra en Yucatán son aquéllos ligeramente profundos, estos suelos son conocidos como Kankabales, de los grupos cambisoles y luvisoles. Debido a la pedregosidad que caracteriza a los suelos de la región, la disposición de espacios adecuados para la siembra de los cultivos es reducida (Bautista, 2017), lo que dificulta la homogeneización en las superficies de siembra.

Adicionalmente, la mayoría de las milpas en Yucatán son manejadas bajo temporal, lo que determina las fechas de siembra que pueden variar de acuerdo a las condiciones pluviales del año agrícola (Martínez y Becerra, 2004).

La incertidumbre en el régimen pluvial, como resultado de los cambios ambientales, causa dilema entre los milperos, donde las lluvias son fundamentales para la siembra de los cultivos y demás actividades de la milpa como lo son los deshierbes y limpieza de las superficies de cultivo, la dobla de la caña de maíz, la cosecha, el secado de semillas y el almacenamiento de semillas; afectando también la actividad de RTQ con el que se inicia de nueva cuenta el ciclo de la milpa (Bracamonte y Sosa, 2011).

El periodo de lluvias erráticas en Yucatán, esto es, períodos inestables de lluvia, ha sido descrito por Cáliz-de Dios (2016), Cuanalo-de la Cerda y Uicab (2006) y Moya *et al.* (2003) como uno de los factores que aumentan el riesgo de pérdida de cosechas en las milpas debido a la llegada de éstas a destiempo en la región. La milpa se ha enfrentado a grandes cambios y retos a lo largo de la historia, donde en la actualidad las personas encargadas de su manejo son aquéllas de edad avanzada sin sucesión generacional de hijos o nietos interesados en continuar las actividades productivas de la milpa, resultando en el bloqueo de transmisión de conocimientos tradicionales que involucran el proceso de la milpa (Roland *et al.* 2017).

El conocimiento adquirido por el milpero con el paso del tiempo favorece la conservación de un mayor número de cultivos en el sistema de producción, favoreciéndose también por el consumo de la familia, al ser la base de su alimentación las especies vegetales provenientes de la milpa (Salazar-Barrientos *et al.*, 2016).

Por otra parte, las asociaciones de las especies y variedades en las milpas han sufrido modificaciones y adaptaciones de acuerdo a los espacios de terreno disponibles en las milpas, donde las superficies se vieron reducidas hace 20 años por efecto del crecimiento demográfico, competencia con la actividad ganadera, necesidad de obtener ingresos complementarios para la subsistencia del milpero, entre otros (Valderrama, 1999). Hace un poco más de dos décadas se describieron 110 especies (Zizumbo, 1992), posteriormente hubo una disminución de los cultivos, del 29 % (Terán, 2010; Castillo y Jiménez, 2004). Ahora es común encontrar la siembra de maíz, calabaza, frijol o ibes en el primer año del cultivo y posteriormente sólo maíz. Otro factor que ha limitado aún más el policultivo o modificado las prácticas en lo relativo a fechas de siembra es la aplicación de herbicidas, debido a la susceptibilidad de las especies que conforman la milpa ante los efectos de los herbicidas.

La diversidad puede estar influenciada por preferencias de consumo y el color de las semillas. Productores del sur y oriente de Yucatán reportaron una relación entre el color del grano de una semilla, el ciclo de la semilla que siembra el mismo productor y la selección (Van Heerwaarden, 2003). Entender el papel que juega dicha diversidad en las estrategias productivas de los milperos y conocer las causas de su pérdida sería indispensable si se pretende conservar la riqueza genética de los cultivos.

A pesar de la problemática actual, el patrimonio genético que la milpa representa se ha acumulado en las comunidades mayas como resultado de miles de años de selección, adaptación y domesticación de especies a las diferentes condiciones ecológicas, de suelo y clima propias de la Península de Yucatán (Toledo *et al.*, 2008, Chávez-Servia *et al.*, 2004). Es precisamente el tipo de manejo tradicional que han recibido las especies presentes en la milpa lo que ha permitido su permanencia en las comunidades, tanto de las especies como del sistema milpa por sí mismo.

La relación que se ha dado entre los hombres y las plantas, así como los usos que se le han brindado a estas últimas con fines alimenticios se ha estudiado mediante la etnobotánica desde siglos atrás, donde el principal objeto es el estudio de las sabidurías botánicas tradicionales siendo de importancia para el rescate de los conocimientos que poseen las culturas, para la protección y para la conservación de las especies vegetales (Evans, 1990; Barrera-Marín, 1979).

La complejidad de la milpa va más allá del aprovechamiento de las plantas, la interacción de una gran cantidad de especies en un mismo sitio convierte a la milpa en un ecosistema, donde las características de suelo, clima, de las tradiciones y saberes locales, gustos y necesidades tanto culinarias como alimenticias del milpero convierte a cada milpa con particularidades propias, por lo que no existe un solo tipo de milpa sino muchas, por lo que los estudios de caso, es decir casos concretos, permiten comprender y precisar el manejo de cada milpero (CONABIO, 2012; Terán *et al.*, 1998).

Por lo tanto, la milpa maya es un sistema agrícola, técnico, productivo y sociocultural que, a pesar de las condiciones socioeconómicas, políticas y ambientales adversas, propias de un proceso de cambios globales, ha despertado el interés de muchas instituciones para patrimonializarlo bioculturalmente por el hecho de estar basado en el conocimiento tradicional con gran valor ecológico y cultural (Jouault *et al.*, 2018).

JUSTIFICACIÓN

La milpa es un sistema complejo que se ve afectado por los siguientes factores:

1. Sociocultural: La alta migración de la población rural hacia metrópolis, donde un gran porcentaje de dichas personas migrantes son hijos e hijas de milperos que probablemente sientan desapego hacia las actividades del campo. Esto provoca que la milpa sea practicada exclusivamente por personas de avanzada edad, bloqueando así la continuidad y transmisión del conocimiento milenario de una generación a la siguiente. En suma, se deja sin disposición de mano de obra a las milpas, vital para el éxito en el establecimiento y cuidado de las especies.
2. Biológico: De acuerdo al interés por parte del milpero, la predilección ante alguna especie y/o variedad puede surgir, lo que determina su siembra o no en el espacio de tierra destinado para la milpa. Esto genera que se den cambios en los tipos de asociación de múltiples especies en un mismo sitio, pudiendo provocar una baja o alta frecuencia de siembra para ciertas variedades en particular. Estas elecciones pueden deberse a preferencias por el milpero en cuanto a un fácil manejo agrícola, al tipo de color, a un mejor sabor, a alta resistencia contra plagas y/o enfermedades, entre otras características que determinan su uso y conservación.
3. Ambiental. Casi la totalidad de las milpas, particularmente en el estado de Yucatán, por su ausencia de ríos y arroyos se manejan bajo temporal (lluvia). La irregularidad en las precipitaciones en tiempos actuales genera incertidumbre en los milperos, afectando el fenotipo de los materiales presentes en las milpas. Adicionalmente, el periodo de barbecho o descanso que se brinda a los suelos para milpa cada vez es menor, llevando al decline del rendimiento en las variedades por no contar con los nutrientes necesarios.

A pesar de esta situación, la milpa ha perdurado en el tiempo, representando un sistema agroalimentario con una alta importancia de conservación gracias a la variación genética presente en las variedades nativas, lo que le confiere la importancia para continuar realizando estudios enfocados al manejo particular de la milpa, el cual varía en cada milpero, haciendo único cada proceso.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

Para contar con un diagnóstico cercano y actual sobre el manejo de la milpa en la comunidad de estudio, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las variedades en las especies de maíz, frijol y calabaza que los milperos de Xoy utilizan en sus milpas?, ¿Cuál es la razón de que los milperos elijan cierta especie y cierto número de variedades para su siembra bajo el sistema milpa?, ¿Qué estrategias implementan los milperos en actividades de siembra, selección y destino de la producción?, ¿Cómo determinan la cantidad a sembrar, cuando sembrar y los usos al que destinan los productos cosechados?, ¿Varían las estrategias de manejo del cultivo entre los milperos de Xoy?, ¿Cuál es la edad de la población de los milperos activos?, ¿Cuáles son las principales dificultades que tienen los milperos de la comunidad en el proceso de producción de las milpas? y ¿Qué rendimientos obtienen los milperos y qué consecuencias les trae obtener bajos rendimientos en los cultivos?

La milpa es un sistema tradicional complejo afectado por factores como el sociocultural y ambiental, por lo que se plantea la siguiente hipótesis:

Los factores socioculturales como la familia y la edad del milpero y el factor ambiental como la precipitación pobre y errática disminuyen la diversidad de las especies y variedades en maíz, frijol y calabaza presentes en las milpas de Xoy afectando las actividades que giran en torno a la milpa.

OBJETIVO GENERAL

Registrar la diversidad actual en especies de maíz, frijol y calabaza, así como las estrategias en actividades de siembra, selección y destino de la producción en la población milpera y en estudios de caso en milpas, determinando los factores que afectan la diversidad en las milpas de Xoy, Peto, Yucatán.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer y analizar las estrategias de selección, siembra, cosecha y destino de la producción de especies de maíz, frijol y calabaza en la población milpera mediante encuestas y estudios de caso en siete milpas de la comunidad de Xoy.

2. Identificar y caracterizar morfológicamente la diversidad de variedades de maíz, frijol y calabaza cultivadas en estudios de caso (siete milpas) de la comunidad de Xoy.
3. Evaluar el efecto de la distribución de las precipitaciones en tres milpas durante el ciclo fenológico de los cultivos en las actividades relacionadas a la milpa.

ESTRATEGIA EXPERIMENTAL



Figura 2 Estrategia experimental implementada en el estudio de la milpa en Xoy, Peto, Yucatán.

CAPÍTULO II

ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA MILPA MAYA (MAÍZ, FRIJOL Y CALABAZA), DESDE LA SIEMBRA HASTA LOS USOS EN XOY, PETO, YUCATÁN

2.1. INTRODUCCIÓN

El manejo de la milpa maya tradicional involucra una diversidad de actividades y estrategias derivadas del conocimiento milenario de experiencias de los milperos, que van desde la elección del terreno adecuado para el establecimiento de los cultivos hasta el consumo, almacenamiento de grano y selección de semilla (Salazar-Barrientos *et al.*, 2016).

Por lo tanto, el factor sociocultural está íntimamente relacionado con el manejo de la milpa y con la conservación de los recursos genéticos cultivados en ella, lo que permite conocer sus interrelaciones y sus efectos independientes (Rosales *et al.*, 2004).

Históricamente la milpa era practicada de manera sustentable mediante el establecimiento de policultivos y la alternancia de especies de diferentes familias botánicas, una vez elegida la semilla, las especies para siembra y el área para el cultivo. Se permitía la regeneración de la fertilidad de los suelos mediante un descanso de 20 años como mínimo al término de la etapa de cosecha; sin embargo, este modelo de desarrollo sustentable de la milpa ha cambiado acortándose el periodo de descanso del suelo, impidiendo la reposición de los nutrientes extraídos por las cosechas de los cultivos sembrados (Moya-García *et al.*, 2003).

A finales del siglo XX, los productores en el estado de Yucatán habían acortado los periodos de barbecho brindando un mayor periodo de uso continuo a sus tierras (Rosales *et al.*, 2004). Como resultado del uso continuo de los suelos, se tuvo un incremento en la población de arvenses, lo que dio paso al uso de herbicidas para su control, cambiando el manejo tradicional de limpieza de las milpas basado en el deshierbe manual (Ortiz-Timoteo *et al.*, 2014).

CAPÍTULO II

En la actualidad, los suelos destinados para milpa en Yucatán son de dos tipos, la denominada milpa nueva (Chacbén en lengua maya) y la milpa de cañada (que se realiza en el 2° o 3^{er} año), ambas bajo manejo de temporal con una marcada estacionalidad a lo largo del año que consiste en una época de lluvias y otra época de sequías que hace que la siembra sólo pueda efectuarse una vez al año, siendo el número de hectáreas (ha) por milpero muy variable (Moya-García *et al.*, 2003).

Llegada la etapa de cosecha y de acuerdo a los métodos tradicionales de resguardo en las comunidades de Yucatán, la producción puede ser almacenada en trojes, estructuras elaboradas con madera de diferentes especies que llevan por techo ramas de huano (*Sabal japa*), o en otros sitios como la cocina con la finalidad de hacer disponibles los granos y las semillas por uno o dos años durante su uso. El concepto de grano, para el cultivo de maíz, se refiere a lo destinado para consumo y semilla a lo destinado para siembra ubicado en la parte central de la mazorca (las semillas de los extremos de la mazorca son destinados para su uso como grano).

Pocos estudios abordan los temas de almacenamiento para maíz, frijol y calabaza en Yucatán, originando cierto desconocimiento con información escasa al respecto, siendo importante ya que proporciona las bases para entender el proceso de conservación *in situ* que realizan los milperos (Latournerie-Moreno *et al.*, 2005), la duración y disponibilidad de los cultivos para su consumo en las comunidades y los cambios en el tiempo.

Durante el consumo de los cultivos de la milpa figura la participación de la mujer, al ser la principal encargada en la elaboración de alimentos en las comunidades de Yucatán siendo un vínculo de conocimiento entre generaciones, sobre todo en la nixtamalización, que consiste en la eliminación de la cubierta del grano de maíz al ser hervido en agua con cal durante cierto tiempo, dejando reposar la mezcla un día previo a su molienda. Este proceso ha permitido que la milpa perdure hasta nuestros días generando la conservación *in situ* de ciertas variedades de interés alimenticio para los milperos, mientras que en otras comunidades ha ido sufriendo adaptaciones de acuerdo al *modus vivendi* que predomina en la actualidad (García-Quintanilla, 1999).

Esta situación tan cambiante y compleja que se ha percibido en el sistema milpa llevó a plantear uno de los objetivos de este estudio que es, conocer las estrategias actuales de

selección, siembra, cosecha y destino de la producción de las especies de maíz, frijoles y calabazas producidas en las milpas de la comunidad de Xoy, Peto, área rural ubicada en la denominada zona maicera del estado de Yucatán.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Xoy, perteneciente al municipio de Peto, Yucatán, México ubicada al sur del estado a 20°08'03" N y 88°58'02" W, a una altura promedio de 35 msnm con un clima cálido subhúmedo, donde la temperatura media anual es de 26 °C, reportándose una precipitación pluvial media anual de 1,050 mm (CIBCEC, 2003, Borges-Gómez *et al.*, 2005).

Cuenta con una población total de 714 individuos, 353 hombres y 361 mujeres, de acuerdo a datos demográficos del 2010 (SEDESOL, 2013). Se reporta para el año 2017 un número de 162 ejidatarios de los que 121 se encuentran activos actualmente, de acuerdo a datos proporcionados por el Comisario Ejidal de Xoy, Alfredo Canul.

2.2.2. INVESTIGACIÓN ETNOBOTÁNICA

La investigación etnobotánica se llevó a cabo mediante la aplicación de encuestas semiestructuradas (ANEXO 1) bajo la validación del Dr. Javier O. Mijangos Cortés, investigador del CICY, A.C., a los ejidatarios milperos de la comunidad. Las encuestas tuvieron la finalidad de conocer las prácticas agrícolas de la milpa, específicamente el comportamiento de las variedades de maíz, frijoles y calabazas, así como las decisiones que toman los milperos antes, durante y después de la siembra.

Se tomó una muestra al azar de 48 ejidatarios milperos que representó el 30 % del total de ejidatarios (que se dedican a la milpa). Se realizó un muestreo de conglomerados el cual consistió en abarcar los cuatro puntos cardinales de la comunidad de Xoy y por cada punto cardinal se eligieron aleatoriamente a los milperos.

En las encuestas se recabaron datos generales del milpero como nombre, dirección, lugar de origen, estado civil, número de integrantes en la familia, edad y coordenadas del domicilio para su georreferenciación, así como los años que se ha dedicado a la milpa y

CAPÍTULO II

años de uso del suelo de su milpa actual, datos de superficie destinada a la milpa y variedades que anteriormente eran utilizadas en la producción y que ahora ya no son aprovechadas por los milperos, así como la razón de su abandono.

En las encuestas aplicadas, fue recabada información correspondiente al apoyo, en mano de obra, que el milpero recibe para la realización de actividades en la milpa. Además, se registró la problemática de los cultivos durante su producción. Se obtuvo información del ciclo agrícola 2016 y 2017 referente a las variedades y superficies sembradas, mes de siembra, rendimiento obtenido y destino de la producción donde fueron incluidas variables como: 1) autoconsumo, 2) venta, 3) alimentación para animales de traspatio y 4) semilla para siembra. De igual manera, se cuestionó la razón de elección de dichas variedades de acuerdo a productividad de la planta, necesidad o experiencia del milpero.

Se registró información sobre el manejo poscosecha como: sitios de almacén y la razón de su elección, variedades almacenadas, proceso de estibado, tratamientos (si fuera el caso), métodos de protección de la semilla, factores que afectan el almacenamiento y tiempo de almacenaje. En los casos donde el milpero contaba con troje, se tomaron los datos de ubicación y medidas (largo, ancho y alto).

Con la finalidad de conocer el consumo de los cultivos, como el maíz, se aplicaron encuestas semiestructuradas a los responsables de los establecimientos que brindan servicio a la comunidad como molino (ANEXO 2) y tortillería (ANEXO 3), así como a 10 usuarios de cada uno de estos servicios, indagando sobre los servicios que ofertan, la procedencia de la materia prima (maíz) y la preferencia de las variedades nativas por las familias de la comunidad de Xoy, Peto, Yucatán.

Para el caso de las encuestas realizadas a los usuarios del molino y tortillería, se investigó el procesamiento de las variedades de maíz, como caso particular la nixtamalización, su proceso y la manera en que les fue transmitido el conocimiento.

En todas las encuestas semiestructuradas se utilizaron preguntas mixtas, es decir, preguntas abiertas y cerradas. En el caso de las preguntas cerradas se tuvo la elección única, dicotómica y politómica, múltiple y de escala numérica. La observación directa y la evidencia fotográfica también fueron empleados para enriquecer el registro de los datos

en cuanto a los temas de almacenamiento y utilización de las variedades criollas para la fabricación de alimentos por las familias milperas.

2.2.3. ANÁLISIS DE DATOS

Con la información recabada se generó una base de datos y se procedió a la codificación mediante agrupación en categorías, y fueron descargados los puntos georreferenciados, de los domicilios de las personas entrevistadas, mediante Google Earth.

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva obteniendo el porcentaje de proporciones así como el mínimo, máximo y medias de las variables que así lo requirieron, mediante el paquete estadístico SPSS Versión 19 (IMB Corp, 2010) generando análisis de correlaciones, tablas de contingencia y gráficas de barras.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA MILPA EN XOY, YUCATÁN

El 94 % de los ejidatarios encuestados tienen como lugar de origen la comunidad de Xoy, únicamente un 6 % son provenientes de otras comunidades como Libre Unión, Peto y Dzilam Bravo, pertenecientes todas al estado de Yucatán. Un 92 % de la población encuestada pertenece al género masculino y un 8 % al femenino, todos inmersos en la actividad milpera. Estos porcentajes reflejan que la información obtenida mediante las entrevistas proviene, en su mayoría, de pobladores que han vivido muchos años en la comunidad de estudio, al ser su lugar de origen permite mayor confiabilidad en los datos.

La actividad de la milpa en Xoy es realizada a la par con actividades complementarias como la albañilería, venta de productos de diferente índole y trabajos asalariados por un 22 % de la población encuestada; el 78 % restante depende exclusivamente de la milpa para satisfacer sus necesidades de subsistencia.

2.3.1.1. Diversidad de cultivos

La diversidad de cultivos de la milpa encontrada en Xoy fue de 22 variedades nativas, ocho corresponden a maíz, siete a ib, cuatro a calabaza y tres a frijol común (Figura 2.3.1). Además, se reportó la presencia de cuatro variedades mejoradas en maíz: Sac Be, Uxmal, Santa Rosa y un maíz mejorado del que no se indicó el nombre por parte de los

CAPÍTULO II

milperos por desconocimiento; y una variedad mejorada de frijol de crecimiento determinado, denominada jamapa.

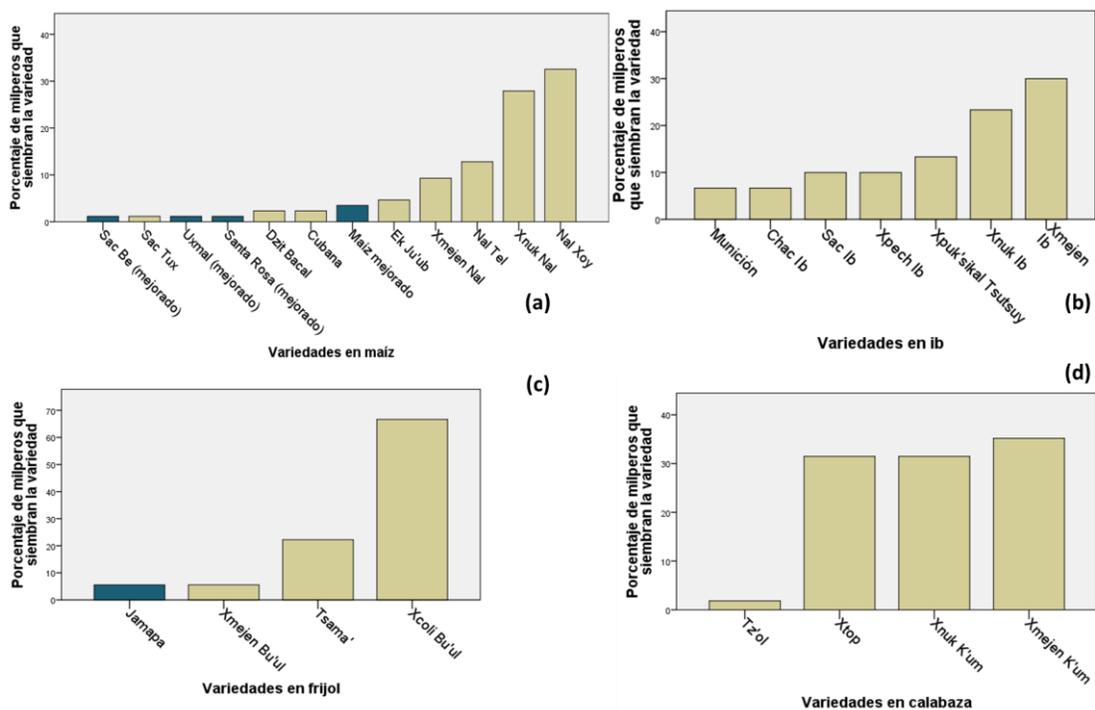


Figura 2.3.1 Variedades sembradas de maíz (a), ib (b), frijol (c) y calabaza (d) para el ciclo productivo 2016, en la comunidad de Xoy, Yucatán.

Los milperos en Xoy manejaron simultáneamente hasta cinco variedades de maíz en el 2016, sin embargo, para el siguiente ciclo productivo (2017) este número se redujo a cuatro, disminuyendo también en frijol de dos a uno y en calabaza de tres a dos. Es interesante señalar que para maíz los milperos manejan al menos una variedad durante el ciclo productivo, no así para frijol e ib donde pueden prescindir de su siembra (Cuadro 2.3.1), lo que refleja la ausencia de las leguminosas en las milpas en ciertos casos.

Cuadro 2.3.1 Número de variedades por especie reportadas bajo siembra durante el ciclo productivo 2016 y 2017 en Xoy, Peto, Yucatán.

	Número de variedades por especie			
	2016		2017	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Maíz	1	5	1	4
Frijol	0	2	0	1
lb	0	2	0	3
Calabaza	0	3	1	2

Las variedades preferidas por los milperos en la comunidad de Xoy para maíz (a), lb (b), frijol (c) y calabaza (d) (Figura 2.3.1) fueron Nal Xoy y Xnuk Nal, debido a preferencias como el rendimiento y tolerancia a estrés hídrico (Figura 2.3.2), propio de estas dos variedades al poseer un tamaño de mazorca más grande comparado con Nal Tel o Dzit Bacal. El maíz Nal Tel fue uno de los preferidos, lo que indica el estado de conservación de esta raza en la comunidad.

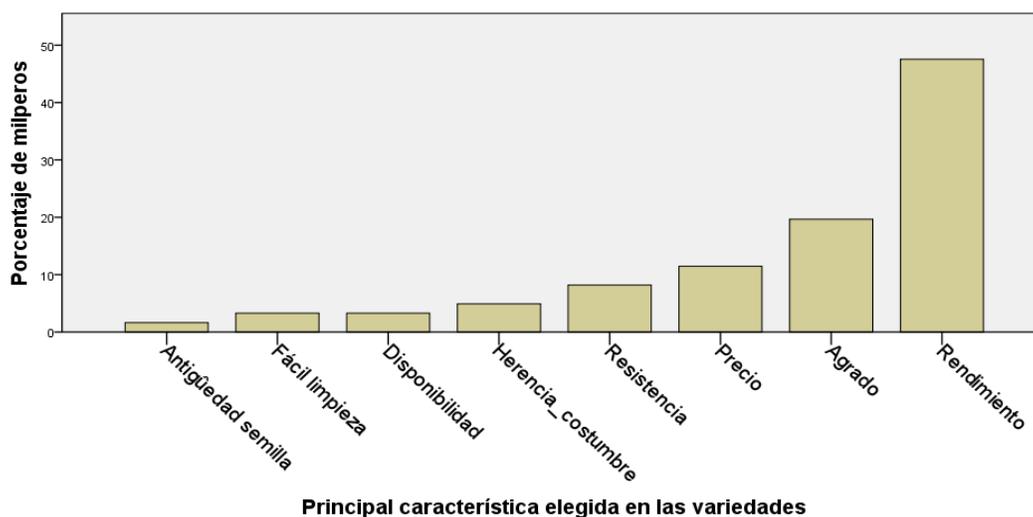


Figura 2.3.2 Principales características seleccionadas por los milperos en las variedades sembradas en el ciclo productivo 2016 en Xoy, Yucatán.

CAPÍTULO II

Arias-Reyes *et al.* (2007), basados en una encuesta a 68 agricultores en el municipio de Yaxcabá en la región maicera, comprobaron la preferencia de siembra por el maíz Xnuk Nal debido a características sobresalientes como: tolerancia a la sequía intraestival y su adaptación a suelos pedregosos. Por el lado contrario, la raza Nal Tel apareció escasamente dentro de las colectas realizadas en Yaxcabá, indicativo del riesgo de erosión genética al dejar de cultivarse, por lo que la implementación de programas de conservación *in situ* pueden mantener el interés de los productores por cultivar esta raza.

La variedad Xmejen Nal (cruza de Tuxpeño - conocido como Xnuk nal - con Nal Tel) también fue reportada bajo siembra en el ciclo agrícola 2016 en Xoy, así como variedades mejoradas pero en un porcentaje menor comparado con los maíces nativos. De acuerdo a los milperos, la baja adaptación de los maíces mejorados a las condiciones imperantes en la región de suelo y clima hace que requieran de insumos adicionales como fertilizantes para su desarrollo óptimo, incrementando los costos de producción no siendo rentable, por lo que su preferencia entre los milperos es baja.

Contradictoriamente, Arias-Reyes *et al.* (2007) en Yaxcabá reportaron que el maíz Xmejen Nal tenía una baja preferencia entre los milperos; incluso se reportaba la entrada de maíces mejorados que al parecer ocasionaban un decremento en la siembra de maíces nativos para la zona maicera de Yucatán. Esto debido a la introducción de materiales mejorados a través de los programas de gobierno en las comunidades mayas, sin embargo, el uso y preferencia hacia estos maíces se ha visto limitado por el hecho de tener que invertir en la adquisición de semilla en cada ciclo agrícola implicando un gasto, de igual manera, en la compra de insumos como fertilizantes y herbicidas sin los cuales no puede establecerse con éxito este tipo de maíces (Mijangos, 2013).

Para el cultivo de frijol se reporta la predominancia de Xcoli Bu'ul seguido de Tsama' en Xoy. Arias *et al.* (2004) en la comunidad de Yaxcabá, reportó a estas dos variedades con mayor predominancia en las milpas. En el caso del ib la variedad Xmejen fue preferida por su precocidad en producción y la Xnuk ib por generar granos de mayor tamaño, obteniendo así un mayor rendimiento.

En calabaza las variedades más reportadas en las milpas de Xoy fueron *C. moschata* (Xmejen K'um, Xnuk K'um) y *C. argyrosperma* (Xtop), encontrándose en un porcentaje

sumamente bajo a *C. pepo* (Tz'ol). Esto debido a que las necesidades hídricas de *C. pepo* son mayores comparadas con las otras dos variedades y a que su desarrollo es mejor en condiciones templadas (CONABIO, 2017). Otros estudios realizados sobre milpa en Yucatán, reportan sólo a *C. moschata* y *C. argyrosperma* (Canul-Ku *et al.*, 2005 y Arias *et al.*, 2004); siendo más frecuentes las variedades Xnuk k'um e Xmejen K'um, dentro de la especie *C. moschata*, como resultado de la predilección por sus características organolépticas (Cázares y Duch, 2004).

2.3.1.2. Relación de los factores socioculturales y ambientales con la diversidad en las milpas

La edad del milpero y la familia han sido determinantes para la continuidad de las actividades en la milpa. Salazar-Barrientos *et al.* (2016) indican que la edad del productor tiene una relación directa con la diversidad agrícola, ya que el conocimiento adquirido por el milpero con el paso del tiempo valora el manejo de un mayor número de cultivos en el sistema de producción, lo cual puede ser con el objetivo de garantizar la cosecha y la obtención de alimentos. Por otro lado, la familia juega un papel de gran importancia en el aprovechamiento de las especies vegetales provenientes de la milpa al ser el principal consumidor, favoreciendo así su conservación.

Los años dedicados a la actividad milpera por los pobladores de la comunidad de Xoy fue desde los cinco hasta los 75 años, siendo la media de 42 años dedicados a esta noble labor. La temprana edad en la que los hijos de los milperos eran involucrados en las actividades de producción permitió la continuidad de la milpa en la comunidad de Xoy, contrario a lo que sucede en la actualidad. Esta situación ha generado que la mayoría de las personas que se dedican a la milpa sean de edad avanzada (58 %), esto es, personas que rebasan los 60 años, siendo la edad máxima reportada de 90 años y la mínima de 28 de los ejidatarios entrevistados en Xoy.

Una de las principales problemáticas que se presentan en la actividad milpera es la avanzada edad de los milperos, ya que a mayor edad se vuelve más complicado el manejo y cuidado de las milpas, observándose que aquéllos milperos que superan los 70 años de edad llegan a abandonar por completo la actividad de la milpa llevando a un alto riesgo de pérdida de las especies si no se continúa por los hijos o nietos.

CAPÍTULO II

Respecto a la relación de la edad con la diversidad de especies y variedades en la comunidad de Xoy, se encontró que no influye de acuerdo al valor de correlación obtenido (Cuadro 2.3.2), lo cual no coincide con lo reportado por Salazar-Barrientos *et al.* (2016). Las variables relacionadas positivamente a la diversidad fueron el porcentaje de consumo, el consumo por animales y la venta de la producción; por lo que a mayor valor de estas variables mayor es la diversidad sembrada en las milpas.

Cuadro 2.3.2 Correlación de los factores socioculturales y ambientales con la diversidad (número de variedades en 2016) en las milpas de Xoy, Yucatán.

	Integrantes de familia	Edad del milpero	Sup. para milpa	Núm. de variedades sembradas	Núm. de variedades en maíz	Núm. de variedades en calabaza	Núm. de variedades en frijol	Núm. de variedades en ib	Porcentaje de consumo	Días de la semana en campo	Horas laborales en campo	Apoyo en milpa	Sequía	Plagas/enfermedades	Consumo familia	Venta	Consumo animales
Integrantes de familia	1.000																
Edad del milpero	0.009	1.000															
Sup. para milpa	0.098	0.080	1.000														
Núm. de variedades sembradas	0.295	-0.063	0.061	1.000													
Núm. de variedades en maíz	0.287	-0.064	0.128	0.835	1.000												
Núm. de variedades en calabaza	0.277	-0.012	0.081	0.761	0.491	1.000											
Núm. de variedades en frijol	0.060	0.062	-0.060	0.527	0.312	0.148	1.000										
Núm. de variedades en ib	0.143	-0.156	-0.054	0.664	0.347	0.413	0.257	1.000									
Porcentaje de consumo	0.163	0.222	0.000	0.192	0.363	0.160	-0.019	-0.128	1.000								
Días de la semana en campo	0.101	0.155	-0.093	0.126	0.115	0.049	0.088	0.111	0.073	1.000							
Horas laborales en campo	0.080	0.173	0.000	-0.069	-0.096	-0.017	-0.041	-0.022	-0.207	0.507	1.000						
Apoyo en milpa	-0.247	0.075	0.136	-0.204	-0.241	0.032	-0.194	-0.189	-0.248	0.158	0.260	1.000					
Sequía	0.195	0.276	0.000	0.224	0.140	0.277	0.099	0.104	0.115	-0.127	-0.110	-0.242	1.000				
Plagas/enfermedades	0.272	0.009	-0.147	0.340	0.358	0.117	0.130	0.335	-0.012	0.298	0.075	-0.163	0.060	1.000			
Consumo familia	0.318	-0.023	0.019	0.131	0.111	0.097	0.145	0.020	-0.016	-0.021	0.024	0.142	0.014	0.094	1.000		
Venta	0.034	-0.186	-0.117	0.248	0.148	0.199	0.137	0.245	-0.060	0.070	-0.156	-0.168	0.123	0.165	0.114	1.000	
Consumo animales	0.069	0.114	0.061	0.332	0.228	0.256	0.235	0.244	0.001	0.019	-0.235	0.043	0.200	0.008	0.090	0.188	1.000

CAPÍTULO II

Es interesante la importancia derivada de poseer animales de traspatio por las familias milperas, lo cual favorece tanto la diversidad de cultivos en las milpas como la diversidad de fauna en aves, ganado porcino y vacuno, favoreciendo así la conservación de especies vegetales y animales en Xoy. Por otro lado, la venta de la producción obtenida en las milpas es un determinante para establecer el número de variedades a sembrar en las milpas, debido a los beneficios económicos que genera para el milpero.

La variable plagas y enfermedades estuvo correlacionada positivamente ($r = 0.340$) con el número de variedades sembradas particularmente en maíz ($r = 0.358$), esto deriva en la percepción del milpero, donde la incidencia de plagas y enfermedades es mayor en variedades de maíz comparado con las demás especies. Lo mismo sucede con la variable sequía que estuvo relacionada positivamente ($r = 0.277$) con la diversidad en calabaza, debido al conocimiento que el milpero tiene sobre el comportamiento de este cultivo ante la escasez de agua.

Respecto al número de integrantes de la familia del milpero, este tuvo un mayor valor con el consumo de la familia ($r = 0.318$) pero también con el número de variedades sembradas ($r = 0.295$). Por lo que el efecto del tamaño de la familia, así como el consumo que se tenga de las especies y variedades, tiene una relación directa con el número de las variedades sembradas en las milpas.

La mayoría de los valores de correlación fueron bajos, lo cual puede estar correlacionado con otras variables pertenecientes al factor económico como la disponibilidad de recursos, al factor sociocultural como la participación de la familia, y al factor ambiental como la fertilidad del suelo.

La importancia de enfocarse en estas variables para su estudio puede resultar en beneficios para la conservación de la diversidad en las milpas, además de beneficiar al milpero en cuestiones de abastecimiento y en integrar la actividad de venta de los cultivos lo que resultaría en milpas nuevamente rentables económicamente.

Dentro de las milpas de Xoy, además de la trilogía clásica milpera, pueden estar presentes otras especies y variedades en mutuo crecimiento con el maíz, frijol y calabaza, ejemplo de ellos son los tubérculos: camote (*Ipomoea batatas*), macal (*Xanthosoma*

yucatanense), yuca (*Manihot esculenta* C.), las plantas forrajeras: sorgo (*Sorghum bicolor* L.), algunas musáceas: plátano (*Musa paradisiaca* L.) y demás gramíneas: lentejas (*Lens culinaris*) y frutos: calabazo (*Lagenaria siceraria* S.), papaya (*Carica papaya* L.), nance (*Byrsonima crassifolia* L.) que pueden ser aprovechados por el milpero, o por el contrario pueden dejar de sembrarse (Figura 2.3.3), como sucede con el chile habanero (*Capsicum chinense*), cultivo reportado bajo abandono de siembra en las milpas de Xoy.

Contrario a lo que reportan Arias *et al.* (2004), Moya-García *et al.* (2003) y Latournerie-Moreno *et al.* (2001), donde el cultivo de chile habanero se manejaba bajo asociación en el sistema milpa de Yucatán.

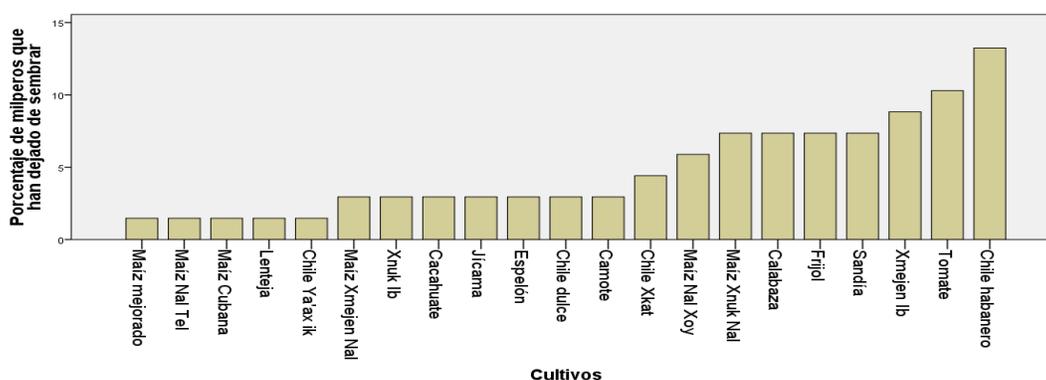


Figura 2.3.3 Porcentaje de milperos que indicaron algún cultivo bajo abandono de siembra en las milpas de Xoy, Yucatán.

Del total de la población encuestada, el 73 % mencionó el abandono de siembra de alguna especie y/o variedad, que puede ir desde uno hasta cinco por milpero. Algunos milperos incluso reportaron el abandono de siembra en algunas variedades de maíz e ib, así como de calabaza y frijol.

Algunas de las razones de abandono de siembra emitidas por milperos fueron las afectaciones por plagas como la mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*) especialmente en solanáceas como el chile y tomate (*Solanum lycopersicum* L.), esto debido a los altos costos en la compra de productos químicos para su control, por lo que es preferible evitar su siembra; además de que desconocen métodos de control biológico para su eliminación y muy pocos de ellos han recibido capacitación técnica en cuanto a manejo de plagas y/o enfermedades.

CAPÍTULO II

Otras razones de abandono fueron la presencia de nemátodos que afectan las raíces de los cultivos, altas tasas de depredación por aves y roedores, ausencia de lluvias, altos costos de mano de obra sobre todo para el género *Phaseolus* y el desgaste de los suelos que no ofrecen óptimos rendimientos.

En cuanto al desgaste de suelos mencionado por los milperos como una problemática, fue importante indagar sobre los años de uso continuo de las tierras para milpa, los resultados se describen a continuación.

2.3.1.3. Uso del suelo

El 89.37 % de los encuestados brindan un uso continuo a los suelos de la milpa sin otorgar el periodo de barbecho, siendo el valor promedio de 21 años y el mayor valor reportado de 70 años de uso continuo. Esto demuestra prolongados periodos de tiempo de trabajo en las milpas actuales de Xoy, reflejo de un sistema itinerante en decadencia.

Referente a la planeación de uso de suelo que los milperos hacen en la comunidad de Xoy, el 76.6 % se establece a largo plazo en un sitio de trabajo y difícilmente se trasladará a un área nueva, al menos no en un tiempo menor a 20 años. Este largo periodo de establecimiento se debe a que las tierras para la milpa son ejidales, pudiendo ser ocupadas por otros milperos en el momento en que éstas sean abandonadas, por lo que evitan perder la tierra trabajada por años. Otra razón es la ausencia de nuevos espacios adecuados para la milpa, como suelos tipo kankab (cambisol y luvisol) que son ligeramente más profundos y menos pedregosos, además del alto esfuerzo físico que implica la actividad de roza, tumba y quema para establecer una milpa nueva.

La pérdida de fertilidad y el deterioro de las condiciones físicas de las tierras yucatecas son los causantes principales de un bajo rendimiento en suelos pedregosos conforme aumentan los años de uso continuo, hasta por tres años (Rosales *et al.* 2004). Al igual, el paso de la milpa nueva a milpa de cañada es otro de los elementos que influyen en los niveles de fertilidad (Moya-García *et al.* 2003). Asimismo, se reporta que un periodo de descanso de las milpas de entre siete a 15 años es necesario para recuperar la fertilidad de suelos tipo kankab (Rodríguez y Arias 2014), situación que no se presenta en la comunidad de Xoy.

2.3.1.4. Estrategias de selección de semillas

La selección de semillas es de gran importancia para los milperos debido a que les permite preservar las mejores características en las especies de interés en la siguiente siembra a efectuarse, fijando de esta manera aspectos sobresalientes que el milpero haya detectado en sus materiales vegetales.

El 100 % de los milperos encuestados realizan algún proceso de selección de semillas. El momento de selección es justo después de la cosecha por el 60 % de los milperos, previo al inicio de siembra del siguiente ciclo productivo (23 %), durante el almacenamiento (12 %) y durante el consumo (5 %) para maíz, frijol, ib y/o calabaza. En cambio, en Yaxcabá, un mayor porcentaje de los milperos seleccionan las semillas antes de la siembra (Latournerie-Moreno *et al.* 2005). Por lo que en Xoy, se le da prioridad a la actividad selectiva de semilla por encima de las demás acciones, indicativo del gran conocimiento de los milperos en la comunidad asegurando la calidad del germoplasma a conservar.

Las características de selección, por el milpero, se basaron mayoritariamente en el tamaño del fruto y semillas, siendo los mejores caracteres a fijar para la siguiente generación de acuerdo a la percepción de los milperos en Xoy. El tamaño de las semillas y/o frutos ha sido una de las características antropocéntricas que ha predominado, en la selección de la semilla sobre todo en el cultivo de maíz (Ortiz-Timoteo *et al.*, 2014).

El 67 % de los encuestados no cuenta con el apoyo de algún miembro de la familia para las actividades de selección, 15 % mencionó el apoyo de la esposa, 11 % el de los hijos(as) y 7 % de otras personas como hermanos (as). Considerando que el productor sea de edad avanzada y que sea el único que realiza la actividad de selección, la permanencia y transmisión del conocimiento para esta actividad en particular podría estar en grave riesgo en la comunidad de Xoy, así como existe la posibilidad de la pérdida de los materiales que ellos cultivan en la milpa.

2.3.1.5. Estrategias de siembra

El mes de siembra actualmente en la comunidad de Xoy es en junio (Figura 2.3.4); sin embargo, algunos milperos optan por sembrar en mayo, esto de acuerdo a las primeras precipitaciones. Años atrás las primeras lluvias se presentaban en el mes de mayo, de

CAPÍTULO II

acuerdo a comentarios de los milperos en Xoy, por lo que la costumbre de sembrar en dicho mes sigue arraigada entre algunos milperos.

La siembra que se realiza en mayo es conocida como “tikim muk” en la región, que en lengua maya significa tikim = seco y muk = enterrar, esto es enterrar o sembrar en seco. Este nombre se debe a la siembra de semillas que algunos pobladores realizan en las milpas sin disponer de humedad en los suelos.

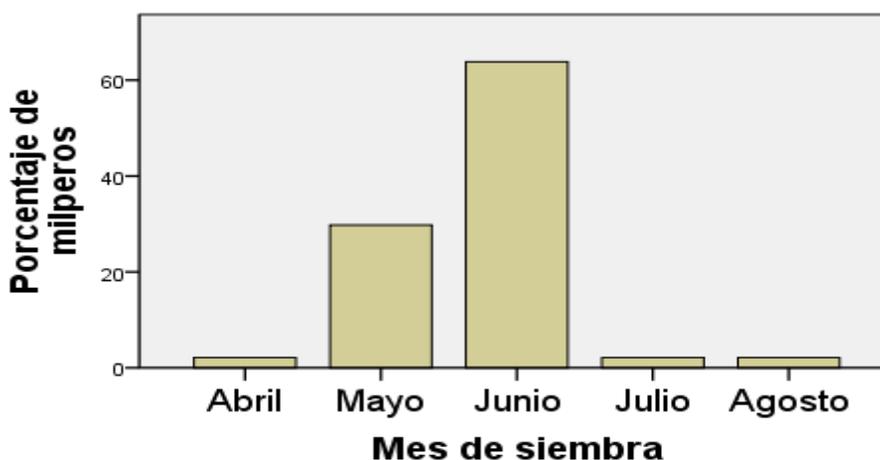


Figura 2.3.4 Porcentaje de milperos que indicaron los meses de siembra para las especies de maíz, frijol, ib y calabaza en la comunidad de Xoy, Yucatán.

La siembra en las milpas de temporal en comunidades campesinas como Ricardo Flores Magón, Nueva Esperanza y Niños Héroe de Chapultepec, pertenecientes al municipio de Jesús Carranza, Veracruz se realiza en mayo y junio (Ortiz-Timoteo *et al.* 2014), aunque según el año meteorológico, las lluvias pueden variar mucho quedando fuera de esos meses la actividad de siembra, misma situación que se reportó en Xoy, Yucatán.

En Xoy el 88 % de los milperos entrevistados emplean la totalidad de su reservorio de semillas para la siembra, sin dejar un remanente bajo almacenamiento. Esto conlleva a serios riesgos como pérdida total de la producción por algún efecto ambiental adverso o por problemas fitosanitarios con nula posibilidad de recuperar la semilla con otros milperos dentro de la comunidad resultando en el detrimento de las variedades en las milpas.

La razón de destinar toda la semilla para la siembra en el nuevo ciclo productivo en Xoy, se debe a un factor sociocultural que es la familia. Las familias en Xoy son numerosas, llegando al número máximo de 13 integrantes con una media de cinco, es por ello que el 73 % de los milperos entrevistados basan su siembra con la intención de suplir la primera necesidad propia de los seres humanos que es la alimentación. El suministro para la alimentación de la familia del milpero es el determinante para saber la cantidad apropiada de siembra en las milpas.

En Xoy, el 100 % de los encuestados siembra maíz, el 77 % siembra calabaza, el 55.3 % siembra ibes y el 36.1 % frijoles. En cambio, en el municipio de Yaxcabá, Yucatán, se reporta que el 93 % y 90 % de los encuestados siembran frijol y calabaza respectivamente en entrevistas aplicadas a 61 productores tradicionales (Latournerie-Moreno *et al.* 2005), lo que reflejaba a *Phaseolus* por encima de *Cucurbita*, contrario a lo encontrado en este estudio.

La sistemática de siembra en las milpas de Xoy consiste en plantar primero maíz, días después se siembra calabaza cuando las semillas de maíz comienzan a germinar, aunque algunos milperos realizan la siembra de estos dos cultivos simultáneamente en el mismo orificio (poceta) de siembra. La siembra de ibes es realizada junto a la caña del maíz cuando ésta última alcanza determinada altura para poder soportar el peso de la planta de ib; otros milperos realizan la siembra de ibes precoces en un espacio aledaño y no entre el cultivo de maíz. Este tipo de conocimientos, en cuanto a fechas y asociaciones adecuadas de siembra en las milpas, es reflejo de la sabiduría milenaria de los milperos al ser grandes observadores de su entorno y del comportamiento de las especies y variedades presentes en la milpa.

En cuanto a la siembra de frijol en las milpas de Xoy, por lo general se efectúa en un espacio reducido dentro de la milpa o incluso puede prescindirse de este cultivo. Por lo que la asociación de maíz, frijol y calabaza simultáneamente en la milpa, en la actualidad, es menor en la comunidad de Xoy, pudiendo ser un monocultivo de maíz, denominado propiamente maizal.

No obstante, el término milpa sigue estando arraigado en la población milpera de Xoy por aspectos hereditarios, donde el bisabuelo, abuelo o padre infundieron a sus

CAPÍTULO II

descendientes denominar milpa al espacio donde se encuentra presente el maíz, principal cultivo destinado a su alimentación. La misma situación se reporta en comunidades de Veracruz donde en milpas de temporal se sembraba únicamente maíz, sin embargo, los campesinos continuaban denominando milpa a esa superficie de cultivo por el sólo hecho de que el terreno contaba con maíz (Ortiz-Timoteo *et al.* 2014).

En promedio, en la comunidad de Xoy se siembran 3 ha de maíz con una densidad de siembra cercana a 12,000 plantas ha⁻¹. El frijol no supera una ha de superficie de siembra con una densidad de plantas de 4,500. En ib se siembra, en promedio, una ha de superficie con una densidad de siembra mayor a las 4,500 plantas. En calabaza, el promedio de siembra es de dos ha con una densidad de aproximadamente 625 plantas.

2.3.1.6. Estrategias de cosecha

Llegada la etapa de cosecha en las diferentes especies y variedades de la milpa, el milpero puede preferir realizar una sola recolecta para maíz, o bien realizar varias cosechas en diferentes momentos dependiendo de la variedad, comenzando por aquellas precoces, es decir, que hayan generado frutos en menor tiempo o bien, por aquellas preferidas por la familia para su consumo ya sea en estado tierno o maduro del fruto y/o grano, dependiendo de la comida a elaborar. Por lo que, la fecha de la cosecha en la comunidad de Xoy está definida por las necesidades alimenticias del milpero y su familia.

Los kilogramos cosechados para maíz no superaron el valor de una tonelada por hectárea (t ha⁻¹), para la mayoría de las variedades sembradas durante el ciclo agrícola 2016 (Figura 2.3.5, inciso a). A excepción de la variedad Cubana, Nal Tel, Xnuk Nal y Nal Xoy con valores que oscilaron entre una a dos t ha⁻¹, sin embargo, solo ocho milperos reportaron dichos datos.

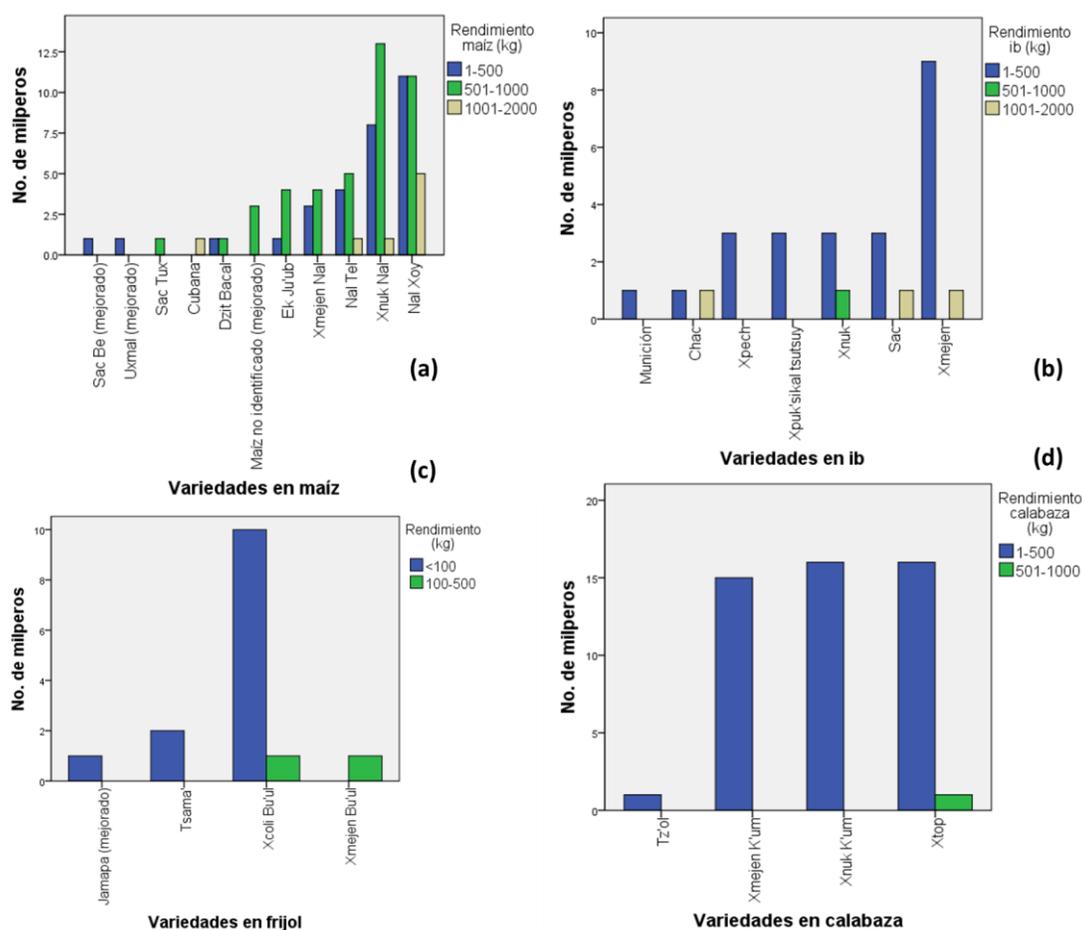


Figura 2.3.5 Rendimientos reportados por los milperos para variedades de maíz (a), ib (b), frijol (c) y calabaza (d) en una hectárea de superficie durante el ciclo productivo 2016, bajo temporal en la comunidad de Xoy, Yucatán.

El rendimiento de las variedades mejoradas fue menor que el de los maíces nativos, lo cual podría deberse a su baja adaptabilidad a condiciones de sequía de Xoy además de que la incidencia de plagas y enfermedades en dichos materiales es mayor, tanto en campo como en almacenaje.

A nivel nacional, los rendimientos de maíz fluctúan entre 2.5 y 6.5 t ha⁻¹ para las variedades nativas, reportando hasta 12 t ha⁻¹ en el caso de híbridos (González-Huerta *et al.*, 2007). Arias *et al.* (2004), indican que para el caso de Yucatán bajo un sistema de roza, tumba y quema se obtiene en promedio 780 kg de maíz nativo por ha. En la comunidad de Xoy, los rendimientos de maíz en las milpas son bajos, con valores

CAPÍTULO II

mínimos de 20 kg ha⁻¹ y un valor promedio de 670 kg ha⁻¹, donde la producción no logra satisfacer las demandas del mercado tanto nacional como regional e incluso local, siendo el consumo en el hogar del milpero el principal destino.

En ib, la variedad Xmejen fue mayormente reportada por los milperos en Xoy, pudiendo rebasar los 1000 kg de rendimiento (Figura 2.3.5, inciso b). Aunque en el estudio de caso de la comunidad de Xoy evaluado desde la siembra hasta el almacenamiento de la producción, se reportó una cosecha de solamente 5 kg, donde el rendimiento estimado, de acuerdo a la densidad de plantas registrada y la superficie de siembra (400 m²), era de 620 kg.

Los rendimientos reportados en frijol (Figura 2.3.5, inciso c) indicaron que las únicas dos variedades que superan el rendimiento de 100 kg ha⁻¹ son Xcoli Bu'ul y Xmejen Bu'ul, siendo las preferidas para siembra por los milperos. El rendimiento de la variedad nativa Tsama' y la variedad mejorada Jamapa fue por debajo de los 100 kg, incluso uno de los milperos encuestados informó de la pérdida total de su variedad debido a que la variedad Tsama' es muy susceptible a la sequía.

La mayoría de los milperos concuerdan con la susceptibilidad del frijol ante la sequía, sobre todo en la variedad Tsama', de ahí la baja frecuencia en su elección. En general, pocos son los milperos que siembran frijol en la comunidad de Xoy, haciendo escasa la disponibilidad de semilla para este cultivo.

A nivel nacional, en México, la superficie de cultivo de frijol se basa en las áreas que se manejan bajo milpa además de algunos predios particulares, alcanzando un rendimiento promedio de frijol nativo de 250 kg ha⁻¹. Durante el año agrícola 2015 se dio una disminución de 7.5 % con respecto a la superficie cosechada en el 2014, donde el 90.1 % de la superficie cosechada fue de temporal y las importaciones del grano en 2015 se incrementaron 7.7 % respecto a 2014 ubicándose en 88,543 t (FIRA, 2016).

En calabaza, la variedad Tz'ol (*C. pepo*) es la que presenta menor frecuencia de siembra entre los milperos de Xoy, lo que indica su baja presencia en las milpas (Figura 2.3.5, inciso d). La mayoría de los milperos obtienen rendimientos menores a 500 kg ha⁻¹ en variedades como Xmejen K'um e Xnuk K'um. Únicamente con la variedad Xtop (*C.*

argyrosperma) los milperos obtuvieron más de 500 kg; se debe considerar que el tamaño de semillas en esta especie es mayor comparado con las otras, lo que puede favorecer un mayor peso en semilla.

Cabe aclarar que los datos de productividad fueron reportados mayormente en unidades de medida regionales como sacos y almudes por mecate, por parte de los milperos, donde el almud de maíz es igual a 3.5 kg y el saco o también denominado carga equivale a 42 kg (Güemez, 2015). Por ello fue necesario establecer equivalencias entre tales medidas y el sistema métrico.

Cada milpero invirtió en promedio 6 horas diarias durante 300 días del año dedicados a la labor de la milpa, lo cual corresponde a 1,800 horas requeridas durante el ciclo agrícola 2016 para alcanzar las productividades en los cultivos en Xoy. Hace 38 años, promediando datos de diversas regiones del estado de Yucatán entre milpa nueva y de cañada, se reportó que el milpero cosechaba 1.76 kg de maíz por hora laborada, en una jornada de siete horas obteniendo un rendimiento de 700 kg ha⁻¹ (Pérez y Vázquez, 1981).

En Xoy se reporta un promedio de 670 kg ha⁻¹, valor muy cercano a lo que reporta Pérez y Vázquez hace 38 años, lo que sugiere que hace más de tres décadas el rendimiento en las milpas no ha incrementado y por el contrario se ha visto reducido. Basados en este valor y considerando un manejo de 3 ha de superficie de siembra en maíz en promedio entre los milperos, se obtienen 2,010 kg de producción en Xoy, esto indica una pérdida para el milpero de aproximadamente 1158 kg en producción; pérdidas que pudieron deberse a múltiples factores (Cuadro 2.3.3), siendo la sequía la principal razón.

Del rendimiento obtenido en maíz, se destina en promedio 4.57 kg diarios para el consumo de una familia milpera, por lo que al año se consume 1,668.05 kg. Considerando que por ha se obtiene 670 kg en promedio, la cantidad requerida para consumo indica un déficit en producción. Sin embargo, un milpero con 3 ha de manejo en siembra obtendría un excedente de 341.95 kg; excedente que se estaría destinando para reservorio de semilla, alimentación de los animales de traspatio y venta. Es importante considerar que no todos los milperos manejan 3 ha simultáneamente, por lo que los rendimientos que logren alcanzar y las cantidades para los diferentes destinos fluctúa de un milpero a otro.

CAPÍTULO II

Cuadro 2.3.3 Principales problemas reportados por los milperos durante el crecimiento de las variedades de maíz, frijol, ib y calabaza.

Principales problemas	Respuestas (%)
Sequía	38.6
Plagas	28.7
Enfermedades	12.9
Depredación	8.9
Falta de apoyo	1.0
Deficiencia nutrimental	2.0
Clima no apto	6.9
Ninguno	1.0

2.3.1.7. Destino de la producción

Los milperos destinan la producción de sus milpas al consumo de la familia (30 %), a semilla (29 %), a alimentación de los animales de traspatio (27 %) y a venta (14 %). La razón de destinar mayoritariamente al consumo familiar, y muy poco a la venta, se basa en cubrir la necesidad de alimentación de las familias prioritariamente.

El hecho de que el autoconsumo predomine por sobre los demás destinos, comenzó desde fines del siglo XX cuando el uso de herbicidas, semillas mejoradas y pesticidas se fue introduciendo en las milpas, creando una dependencia de dichos insumos, lo que causó el incremento de los costos de producción. En ese periodo también se dio la caída de los precios del maíz, generando una reducción en las superficies de siembra llegando a ser sólo del tamaño requerido para el autoconsumo, a partir de entonces la milpa no ha logrado despuntar. Al igual, existía una relación directa entre el tamaño de la unidad familiar, la cantidad de monte que se tumbaba para hacer milpa (de dos a seis ha), y la participación de la familia donde se contaba con el apoyo de dos a seis adultos, lo que facilitaba que una extensión extra se sembrara y la producción se destinara a la venta o a la engorda de cerdos, de esa manera se podían obtener ingresos monetarios derivados de la milpa (Pérez-Ruiz, 2013).

La producción de maíz obtenida por los milperos de Xoy únicamente les permite almacenar un promedio de 638 kg de maíz (Cuadro 2.3.4), siendo los frijoles e ibes los más afectados con una mínima cantidad.

Cuadro 2.3.4 Cantidades almacenadas en kg por especie durante el ciclo productivo 2016 en la comunidad de Xoy, Yucatán.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Maíz	10	5400	637.73	1122.26
Calabaza	0.5	270	28.23	57.06
Frijol	1	100	19.20	27.02
lbes	0.4	100	16.42	24.72

Para el almacenamiento se requiere de un espacio físico como la troje, el interior de la vivienda del milpero, la cocina u otro sitio destinado por el milpero, de acuerdo a las circunstancias.

Los resultados de este estudio, indican que el 48.3 % de los milperos eligen la casa como sitio de almacén, seguido de la troje en traspatio y muy por debajo, el almacenamiento en trojes ubicadas en las milpas, reflejo de la baja presencia de estas estructuras en las milpas de Xoy (Figura 2.3.6). En cambio en Yaxcabá, se reportó el uso de trojes en milpas para el resguardo de cultivos como frijol, calabaza y mayoritariamente para el maíz (Latournerie-Moreno y colaboradores, 2005). Otro sitio de almacenamiento en Xoy, es el refrigerador, resultado de los nuevos conocimientos sobre temas de conservación entre los milperos, donde las bajas temperaturas permiten por más tiempo el almacenamiento de las semillas.

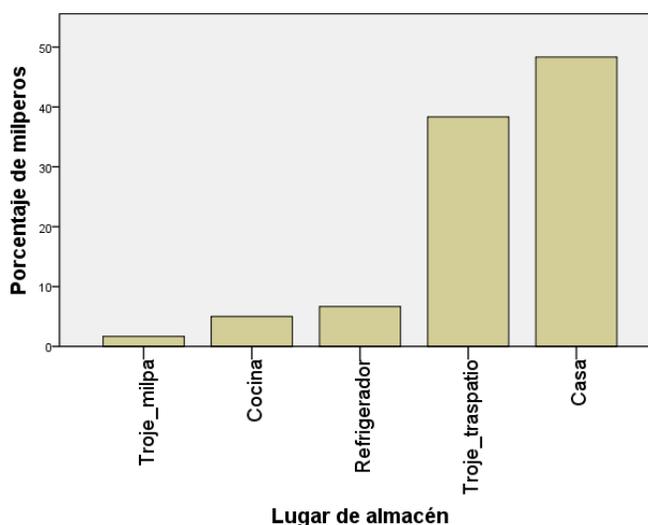


Figura 2.3.6 Lugares de almacén reportados por los milperos en la comunidad de Xoy, Yucatán.

CAPÍTULO II

El tiempo de almacenaje, independientemente del sitio, para maíz, calabaza, frijol e ib fue de siete, seis, 10 y 12 meses en promedio, respectivamente, con lo que se confirma que el maíz no abastece durante todo el año a los milperos para suplir sus necesidades, siendo necesario recurrir a la compra de maíz dentro y fuera de la comunidad de Xoy.

Durante el almacenamiento, un 58 % de los milperos realizan un tratamiento a la semilla de maíz y frijol mediante un control físico-mecánico adicionando cal, ceniza o insecticida en contenedores como sacos, frascos o bolsas que emplean para la protección de las semillas. Se reportan almacenamientos similares en la comunidad de Yaxcabá donde se utilizan contenedores de plástico bien cerrados para evitar así la entrada de insectos plaga poscosecha (Latournerie-Moreno *et al.* 2005).

Las personas que cuentan con troje en Xoy, por lo general solamente poseen una, a excepción de un milpero que posee dos trojes, las cuales destina cada una para diferentes variedades, facilitando así la clasificación de sus semillas. El área de almacenamiento va desde los 4 m³ hasta los 96 m³, espacio que puede ser compartido con los hijos (12 % de los milperos encuestados).

Una actividad previa al almacenaje, realizada por algunos milperos, es el tratamiento tanto de los frutos como de las semillas, que consiste en el secado al sol. Sin embargo, durante este proceso los milperos pueden llegar a reportar pérdidas en la cantidad de semilla, situación que se dio en el estudio de caso de un milpero que expuso su semilla a la intemperie y se registraron lluvias afectando el germoplasma.

Otras pérdidas en la producción pueden darse por la presencia de roedores que consumen los granos y semillas durante el almacenamiento, sobre todo si no se emplean contenedores herméticos. Esto demuestra que la producción puede ser susceptible a pérdidas si no se realiza un adecuado manejo de almacenamiento, por lo que, enfocar estudios y esfuerzos en mejorar este proceso puede favorecer la producción disponible para los milperos.

Los valores de producción total almacenada en trojes y otros sitios, considerando maíz, mayoritariamente, frijol, ib y calabaza, indican que la mayor productividad se encuentra almacenada en trojes y la menor productividad se almacena en otros sitios (Cuadro 2.3.5).

Cuadro 2.3.5 Valores de productividad almacenados en trojes y en otros sitios para el ciclo productivo 2016 en la comunidad de Xoy, Yucatán.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Almacenada en otros sitios	0	4260	619.59	1025.35
Almacenada en trojes	25	5410	662.79	1203.65

Indagando sobre la razón de la ausencia de troje, se tuvo como principal respuesta la baja productividad obtenida en las milpas. Esto es, al no haber un excedente en la producción, el milpero no vislumbra la necesidad de elaborar una troje y se decide por destinar un espacio en el interior del hogar para su almacenamiento. Por lo que, la productividad en los cultivos influye en la permanencia y transmisión del conocimiento en la actividad de almacenamiento.

Otra razón reportada en Xoy que ha llevado a la pérdida de la cultura de almacenamiento en trojes, es la edad avanzada con la que cuentan los milperos, ya que implica un esfuerzo físico el corte de huano y de las diferentes maderas destinados a la elaboración de dichas estructuras, donde en muchos casos no se cuenta con el apoyo de otros integrantes de la familia lo que complica más la labor. Conforme avanza la edad, las actividades se hacen más pesadas para una sola persona. La mitad de los milperos en Xoy no cuenta con la participación de la familia en las actividades de siembra, limpieza, cosecha, almacenamiento y venta, entre otras.

En estados como Veracruz, las actividades de la milpa son repartidas de acuerdo a la edad y sexo de cada uno de los miembros de la familia, donde las mujeres contribuyen en actividades de siembra y cosecha (Ortiz-Timoteo *et al.* 2014). Por el contrario, en la comunidad de Xoy, las mujeres no participan en dichas actividades, en parte debido a la ubicación de las milpas, lejanas a los hogares y por otro lado a los bajos rendimientos de los cultivos donde el apoyo de más miembros de la familia no es requerido.

La participación de la mujer en Xoy se enfoca en la elaboración de alimentos basados en los cultivos presentes en las milpas, uno de ellos es la transformación de maíz en masa bajo el proceso de nixtamalizado y molienda.

CAPÍTULO II

2.3.1.8. Procesamiento para el consumo de maíz y calabaza

En Xoy, Peto, Yucatán, dos establecimientos son los que ofrecen servicios de molienda del maíz y su transformación en masa y/o tortilla, éstos son el molino (como se le conoce coloquialmente en Yucatán) y la tortillería, referente a ellos se presenta los siguientes resultados.

El establecimiento que brinda servicio de molienda a la comunidad de Xoy pertenece al ejido, con una antigüedad de más de 20 años. Predominan los maíces de color blanco y amarillo para molienda, y en menor medida los granos pigmentados como el maíz morado y rojo, debido a la escasa disposición para su consumo por una baja superficie de siembra en las milpas.

El maíz utilizado mayoritariamente para molienda en Xoy proviene de expendios como DICONSA, que es un programa de abasto rural que opera a través de tiendas comunitarias. El 90 % de las encuestadas hacen uso de este tipo de maíz, dada la baja producción obtenida en las milpas en Xoy que no cubre las necesidades alimenticias de las familias milperas.

En promedio, las entrevistadas mencionaron que destinan dos kg diarios de nixtamal principalmente para la generación de tortillas destinado al consumo de la familia. Esta cantidad se basa en el número de comidas y el tipo de comida que se realiza en el hogar, en el número de integrantes por familia, así como en el número de animales de traspatio con los que se cuentan, puesto que una proporción de los dos kg de molienda es destinada a la alimentación de éstos.

El proceso de nixtamalizado que se realiza en la comunidad de Xoy, no varía mucho del proceso que en tiempos prehispánicos se realizaba (López-Mazón *et al.*, 2012; Badui, 2006). Consiste en añadir cal (100 g para un kg de maíz aproximadamente) y agua a los granos de maíz y cocerlo en el fuego de 30 a 60 minutos hasta que revienten los granos. El tiempo de cocción permite mejorar las propiedades de textura y flexibilidad en la tortilla importantes para su consumo. Posterior a la cocción se deja reposar toda la noche para proceder a su lavado el día posterior, realizando cinco lavados para la eliminación adecuada de la cal, empleada durante el proceso, favoreciendo el sabor de la tortilla generada. El 95 % de las encuestadas informaron que el método de aprendizaje ha sido

principalmente por herencia familiar como parte de los conocimientos heredados de generación en generación en la comunidad de Xoy, lo que ha permitido que este conocimiento perpetúe.

La molienda de semillas de calabaza es realizada con molinos de mano, un utensilio rústico en la cocina de las familias milperas que permite la producción del polvo para pastas que condimentan numerosos platillos regionales de las familias de Xoy y de Yucatán.

Por otra parte, la tortillería de la comunidad de Xoy es un establecimiento que entra en funcionamiento mediante la organización de un grupo de 10 mujeres de la comunidad que recibieron apoyo gubernamental para la adquisición de las maquinarias de molienda. Este sitio vende de uno a cinco kg de tortilla por familia diariamente y ofrece el servicio de molienda de granos y venta de masa. Dentro de la población encuestada, sólo una persona utiliza el establecimiento para molienda de semillas de achiote (*Bixa orellana* L.) fabricando recados que condimentan sus alimentos.

La obtención de materia prima se basa en la compra de maíz nativo a algunos productores de la comunidad que cuentan con excedente de producción, sin embargo, las cantidades son mínimas. Es por ello que la producción se complementa con harinas de la marca MASECA, preferidas para su consumo agilizando las actividades de elaboración de alimentos en los hogares pero afectando indirectamente la comercialización, preferencia de maíces nativos y el mantenimiento de la milpa, así lo reportan Soria-Sánchez y Palacio (2014) en cuanto al control que tiene MASECA en la cadena agroalimentaria en México, contradiciendo el tema de autosuficiencia alimentaria y de reactivación del sector agrícola.

2.4. CONCLUSIÓN

Las estrategias de la milpa están en función de múltiples factores que deben ser estudiados a fondo para permitir la subsistencia de este sistema agrícola tradicional, como el sociocultural, biológico y ambiental.

Se encontró que la edad no tuvo una relación directa con la diversidad en maíz, frijol y calabaza en la comunidad de Xoy, pero sí la venta, el consumo, plagas y enfermedades, la sequía y el número de integrantes de la familia. Los valores de correlación fueron bajos en las variables evaluadas, lo que puede estar correlacionado con otras variables del factor económico y otras variables en factores socioculturales y ambientales no evaluados durante el estudio.

Este estudio reafirma que la comunidad de Xoy, Yucatán es un sitio interesante de estudio, además de ser referente para actividades de conservación de la raza de maíz Nal Tel y para futuras colectas de germoplasma, al ser uno de los maíces preferidos para siembra por los milperos, con predominancia de maíces nativos por encima de los maíces mejorados.

La preferencia de siembra por especie en Xoy es en orden de prioridad: maíz, calabaza, ib y frijol. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en Xoy para los cuatro cultivos son menores a los 100 kg ha⁻¹ en la mayoría de los milperos.

La cantidad de producción obtenida determina la baja presencia de trojes en la comunidad de Xoy, afectando la transmisión del conocimiento ancestral que envuelve la elaboración de trojes y conservación de germoplasma de las especies alimenticias. A pesar de ello, nuevas estrategias de almacenamiento se hacen presentes en la comunidad, donde el resguardo de semillas a bajas temperaturas está siendo implementado.

El saber milenario que poseen los milperos en Xoy puede estar en riesgo de pérdida, debido a que más de la mitad de los milperos entrevistados realizan las actividades de la milpa de manera solitaria.

CAPÍTULO III

REGISTRO DE LA DIVERSIDAD Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA EN MAÍZ, FRIJOL Y CALABAZA CULTIVADOS EN MILPAS DE XOY, PETO, YUCATÁN

3.1. INTRODUCCIÓN

Las especies de maíz, frijol y calabaza que se cultivan en la milpa, presentan una riqueza de razas y variedades que hace que el sistema milpa sea un sitio por excelencia de aprovechamiento y conservación de la diversidad (Ortiz-Timoteo *et al.*, 2014).

En el caso del maíz (*Zea mays* L.), cultivo principal de la milpa, en México, al ser el centro de origen y diversidad de la especie, se reportan 64 razas, que han sido estudiadas en su mayor parte con base en aspectos morfológicos y fisiológicos (Mijangos-Cortés *et al.*, 2017; Rocandio-Rodríguez *et al.*, 2014 y Ramírez, 2013).

En la península de Yucatán, la clasificación de la diversidad de los maíces cultivados en las milpas mayas consiste en tres grupos principales: de ciclo largo o tardíos (*Xnuk Nal* o *Tuxpeño*), de ciclo intermedios (*Dzit Bacal*, *Xmejen Nal*) y de ciclo corto o precoces (*Nal Tel*) (Arias *et al.*, 2004; Burgos *et al.*, 2004); siendo los maíces de ciclo largo (variantes amarillos y blancos) los de mayor preferencia para el cultivo de la milpa, no así los de ciclo corto (Mijangos-Cortés *et al.*, 2013).

El segundo cultivo de importancia en la milpa, al ser asociado al maíz, es la calabaza (*Cucurbita* spp.), importante en sistemas agrícolas tradicionales de diversos estados en México, como Yucatán, Jalisco, Oaxaca y Veracruz (Whitaker y Bohn, 1950). El género *Cucurbita* incluye 15 especies o agrupaciones taxonómicas que en total comprende a 20 taxa, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. pepo*, *C. moschata*, *C. argyrosperma*, *C. maxima* y *C. ficifolia* (Lira *et al.*, 2009). En Yucatán, se reporta el cultivo de las especies *Cucurbita pepo* conocida localmente como *T'zol*, *C. argyrosperma* L. como *Xtop* y *C. moschata* denominada *Xnuk k'um* e *Xmejen K'um* (Hernández *et al.*, 1995a, Arias *et al.*, 2004).

Para el caso del frijol, el tercer cultivo de importancia dentro del sistema milpa. Mesoamérica es una de las principales regiones de origen del género *Phaseolus* spp., en el cual se reporta la existencia de aproximadamente 70 especies de las cuales cinco han sido domesticadas: *Phaseolus acutifolius* A., *P. coccineus* L., *P. dumosus* M., *P. lunatus* L. y *P. vulgaris* L. (Delgado-Salinas *et al.*, 2006). México es uno de los centros de origen y domesticación de la especie *P. vulgaris* (frijol común) con abundante variabilidad genética en la región (Vargas *et al.*, 2008). En Yucatán se reportan dentro de los frijoles cultivados en la milpa, las variedades locales *Xcoolibuul* y *Tsamá* (*Phaseolus vulgaris*), y como variedad introducida a Jamapa, ésta última sembrada por lo general como monocultivo.

Otra especie del género *Phaseolus* de importancia alimenticia y que ha sido reportada en el cultivo de la milpa es *Phaseolus lunatus* conocido localmente como *ib* o *ibes*. Dentro de las variedades que se reportan en Yucatán está el *Mulición*, *Xmejen ib*, *Xnuk ib*, *Xpechel ib*, *Puk' sikal* *tsutsuy*, entre otros. (Martínez-Castillo *et al.* 2008, Martínez *et al.*, 2004, Hernández *et al.*, 1995a).

Como puede verse existe una gran diversidad genética de los cultivos manejados en la milpa, los cuales son aprovechados por los milperos tradicionales que los han seleccionado a través de generaciones y son quienes los conservan. Sin embargo, en la actualidad parte de esta diversidad podría estar en riesgo de perderse por diferentes factores que han generado cambios en el sistema de cultivo de la milpa, como la introducción de variedades mejoradas y preferencias hacia el consumo de ciertas variedades en el mercado local, por lo que surge la necesidad de conocer y caracterizar la diversidad de los principales cultivos manejados en la milpa maya. El objetivo del presente capítulo fue identificar y caracterizar morfológicamente la diversidad de variedades de maíz, frijol y calabaza cultivadas en siete milpas de la comunidad de Xoy como casos de estudio.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Xoy, perteneciente al municipio de Peto, Yucatán, México. Ubicada a 20°08'03" N y 88°58'02" W a una altura promedio de 35 msnm, cuenta con un clima cálido subhúmedo donde la temperatura media anual es de

26 °C reportándose una precipitación pluvial media anual de 1,050 mm (CIBCEC, 2003; Borges-Gómez *et al.*, 2005). Se reporta un número de 162 ejidatarios donde 121 se encuentran activos, de acuerdo a datos proporcionados por el Comisario Ejidal de Xoy, Alfredo Canul en el año 2017.

3.2.2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MILPA

Se evaluaron las milpas en la comunidad de Xoy con el objetivo de dar seguimiento al sistema productivo, durante el ciclo agrícola 2017-2018 y registrar las diferentes variedades de las especies sembradas en las milpas.

Se optó por trabajar con cinco milperos y siete milpas de la comunidad de Xoy (Pedro Poot con tres milpas, Antonio Cuxim con una milpa, Faustino Chi con una milpa, Nazario Poot con una milpa e Ignacio Poot con una milpa), con base en antecedentes de trabajo que se tiene con ellos con el fin de facilitar el flujo de la información.

Las milpas fueron georreferenciadas (Cuadro 3.2.1) para determinar su ubicación y para conocer la superficie exacta de cada una de ellas. La ubicación de las milpas de estudio fue una al Noreste a menos de un km de distancia del centro de la comunidad de Xoy y a dos km de Peto, cabecera municipal. Las otras seis milpas estuvieron ubicadas en el Oeste distanciadas entre ellas a menos de un km y de la comunidad de Xoy a dos km (Figura 3.2.1)

Cuadro 3.2.1 Coordenadas geográficas de las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Peto, Yucatán.

PROPIETARIO	COORDENADAS	
	N	W
1. Pedro Poot	20° 07' 55.8"	88° 59' 20.2"
	20° 07' 53.3"	88° 59' 06.6"
	20° 07' 56.3"	88° 59' 11.6"
2. Antonio Cuxim Kauil	20° 07' 46.8"	88° 59' 01.9"
3. Faustino Chi Canul	20° 08' 02.2"	88° 58' 12.9"
4. Nazario Poot Palomo	20° 07' 14.2"	88° 58' 51.4"
5. Ignacio Poot Palomo	20° 07' 55.8"	88° 59' 16.4"

N: Norte, W: Oeste.

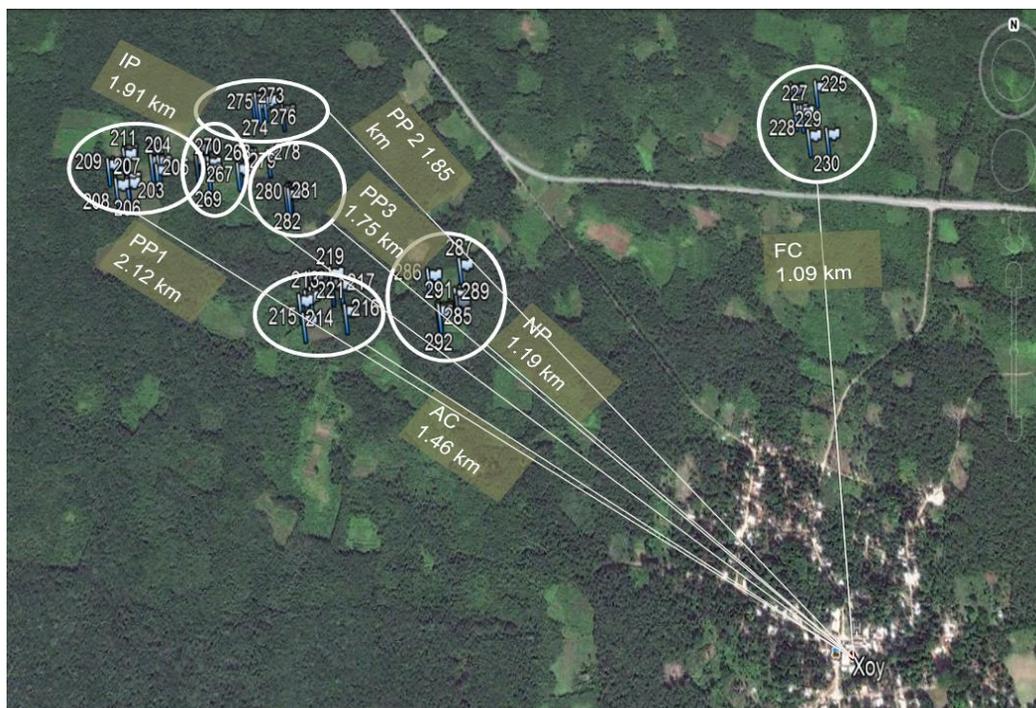


Figura 3.2.1 Ubicación de las milpas bajo seguimiento en la comunidad de Xoy, Yucatán. IP: Ignacio Palomo, PP1, PP2, PP3: Pedro Poot, NP: Nazario Poot, AC: Antonio Cuxim, FC: Faustino Chi, km: kilómetros de distancia de las milpas al poblado de Xoy.

3.2.3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Para la caracterización morfológica de las variedades de maíz, frijol y/o calabaza las milpas bajo seguimiento fueron visitadas durante el periodo productivo 2017 hasta finalizar el ciclo fenológico de las variedades sembradas de cada una de las especies. Durante la fase de crecimiento vegetativo de las variedades, las milpas fueron visitadas cada 15 días para el registro de datos y monitoreo. Durante la etapa de floración, los sitios de estudio fueron visitados diariamente.

En maíz, los datos registrados fueron: nombre común de la variedad a la que pertenece de acuerdo a lo reportado por el productor, color de grano y fecha de siembra. Para la toma de datos cuantitativos en características de planta, flor y mazorca se seleccionaron 30 plantas al azar, distribuidas en la parte central del área cultivada para cada variedad.

Las variables evaluadas de maíz se presentan en el Cuadro 3.2.2 y fueron registradas de acuerdo al Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (SNICS, 2010).

Cuadro 3.2.2 Variables para la caracterización de las poblaciones de maíces nativos en las milpas de estudio.

Tipo	Nombre	Unidad	Acrónimo
Floración	Días transcurridos de la siembra a la primera floración masculina	días	D1FM
	Días a la primera floración femenina	días	D1FF
	Días transcurridos de la siembra a la floración del 50 % más uno de las flores masculinas	días	DFM
	Días transcurridos de la siembra a la floración del 50 % más uno de las flores femeninas	días	DFF
Vegetativo	Altura de la planta	m	AP
	Altura de la mazorca principal	m	AMP
	Número de hojas por arriba de la mazorca	núm	NHAM
	Número de hojas por debajo de la mazorca	núm	NHDM
	Número total de hojas	núm	NTH
	Longitud de hoja	m	LH
	Ancho de hoja	m	AH
	Índice de área foliar	-	IAF
Espiga	Diámetro del tallo	cm	DT
	Número de mazorcas por planta	núm	NMP
	Longitud del pedúnculo de la espiga	cm	LPE
	Longitud del tramo ramificado de la espiga	cm	LTRE
	Longitud de la rama central de la espiga	cm	LRCE
	Longitud total de la espiga	cm	LTE
Mazorca	Número de ramificaciones de la espiga	núm	NRE
	Número de hojas del totomoxtle de la mazorca	núm	NHTM
	Peso seco del totomoxtle de la mazorca	g	PTM
	Longitud del totomoxtle de la mazorca	cm	LTM
	Ancho del totomoxtle de la mazorca (basal, medio y ápice)	cm	ATM
	Longitud de mazorca	cm	LM
	Diámetro de mazorca (basal, medio y ápice)	cm	DM
	Peso seco de mazorca	g	PSM
	Número de hileras de la mazorca	núm	NHM
	Número de granos por hilera	núm	NGH
	Número total de granos	núm	NTG
	Espesor de grano	mm	EG
	Ancho de grano	mm	AG
	Longitud de grano	mm	LG
	Peso de 100 semillas del centro de la mazorca	g	P100S
	Peso de granos de una mazorca	g	PGM
Diámetro de la médula	mm	DMO	
Diámetro del raquis	mm	DRO	
Diámetro del olote	mm	DO	
Peso de olote	g	PO	

En frijol e ib se registró la fecha de siembra, nombre común de la variedad a la que pertenece de acuerdo a lo reportado por el productor, color de flor, color y forma del grano, color de vaina y fecha de siembra.

Como parte de la caracterización morfo agronómica en características de planta y flor se eligieron 30 plantas al azar para el registro de datos. En la caracterización de frutos (vainas), ésta estuvo sujeta a la cantidad de producción obtenida (en algunos casos se tuvieron solamente 10 y 24 vainas para la población total).

Las variables evaluadas se presentan en el Cuadro 3.2.3 y fueron registradas de acuerdo a los descriptores del IBPGR (1982) y a Vargas *et al.* (2008).

Cuadro 3.2.3 Variables para la caracterización de las poblaciones de frijol e ib en las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Yucatán.

Tipo	Nombre	Unidad	Acrónimo
Floración	Días de la primera floración	d	D1F
	Días a floración del 50 % + 1	d	DF
	Días a madurez	d	DMAD
Vegetativo	Longitud de hoja	m	LH
	Ancho de hoja	m	AH
	Longitud del foliolo central	m	LFC
	Longitud del ápice	m	LA
	Altura de la planta	m	AP
	Ramas por planta	núm	RP
	Número de hojas por rama	núm	NHR
	Número de vainas por planta	núm	NVP
	Vainas	Longitud de vaina	cm
Ancho de vaina		cm	AV
Número de semillas por vaina		núm	NSV
Longitud de semilla		mm	LS
Ancho de semilla		mm	AS
Espesor de semilla		mm	ES
Peso de 10 vainas		g	P10V
Peso de 100 granos	g	P100G	

En calabaza se registró fecha de siembra, nombre común de la variedad mencionado por el milpero, color de semilla, color de margen de semilla, color de fruto, forma del fruto, intensidad del moteado en hoja y color de moteado en hoja.

La caracterización morfo agronómica se realizó de acuerdo a ECPGR Working Group on Cucurbits (2008) y a Esquinas y Gulick (1983). Las variables evaluadas se presentan en

el Cuadro 3.2.4, tomando 30 plantas al azar para características vegetativas y de floración y 10 frutos, esto de acuerdo a la cantidad de producción reportada.

Cuadro 3.2.4 Variables para la caracterización de las poblaciones de calabaza en las milpas de estudio en la comunidad de Xoy, Yucatán.

Tipo	Nombre	Unidad	Acrónimo
Floración	Días de primera floración masculina	d	D1FM
	Días de primera floración femenina	d	D1FF
	Días a floración masculina del 50 % + 1	d	DFM
	Días a floración femenina del 50 % + 1	d	DFF
	Número de flores masculinas antes de la flor femenina	núm	NFMAFF
	Número de flores masculinas totales	núm	NFMT
	Número de flores femeninas totales	núm	NFFT
Vegetativo	Longitud de hoja	m	LH
	Ancho de hoja	m	AH
	Longitud del peciolo	m	LPc
	Longitud de guía	m	LG
	Número de hojas totales	núm	NHT
	Número de lóbulos de la hoja	núm	NLH
	Longitud del ápice	cm	LA
	Número de ramas por planta	núm	NRP
Frutos	Número de frutos por planta	núm	NFP
	Longitud del fruto	cm	LF
	Diámetro de fruto	cm	DF
	Longitud del pedúnculo	cm	LPd
	Peso de fruto	g	PF
	Grosor de pulpa	cm	GP
	Peso de semilla por fruto	g	PSF
	Longitud de semilla	mm	LS
	Ancho de semilla	mm	AS
	Espesor de semilla	mm	ES
Número de semillas por fruto	núm	NSF	
Peso de 100 semillas con testa	g	P100S	

3.2.4. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados bajo diferentes enfoques: 1) Se calcularon los estadísticos descriptivos como el mínimo, máximo, media y desviación estándar para las especies de maíz, frijol, ib y calabaza que permitieron reportar los valores de cuadrados medios así como el coeficiente de variación; 2) Con el fin de seleccionar las variables discriminantes que aportan mayor valor a la variación observada, se realizó un análisis de componentes principales por especie bajo el programa PRIMER Versión 7 (Clarke y Gorley, 2015). 3) Para determinar el valor de significancia de las variables de tipo vegetativo, espiga, mazorca, vaina y fruto, primero se realizó una prueba de normalidad y aquellas que no

cumplieron con el requisito fueron transformadas con la fórmula $\log(x)$, $1/x$, y \sqrt{x} , con el programa R Versión 3.5.1 (R Core Team, 2018). Posteriormente, se realizó un ANOVA de una vía, donde se encontraron diferencias significativas se realizó una prueba *post hoc* de Tukey al 95 %; para el caso de calabaza, se realizó una prueba T de Student, todo esto realizado con el programa SPSS Versión 19 (IMB Corp, 2010).

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MILPA

Durante el seguimiento a las siete milpas en la comunidad de Xoy, se obtuvo información sobre las variedades de interés por parte de los milperos de Xoy, las fechas de siembra por variedad y un estimado de la densidad de plantas en cierta superficie de siembra, para cada una de las variedades sembradas por especie para el ciclo productivo 2017-2018 (Cuadro 3.3.1).

Cuadro 3.3.1 Variedades presentes en milpas de Xoy, Yucatán en el ciclo agrícola 2017-2018 por productor.

PRODUCTOR	MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.)	FRIJOL/IB (<i>Phaseolus</i> spp.)	CALABAZA (<i>Cucurbita</i> spp.)
Pedro Poot	Xnuk Nal blanco Nal Tel amarillo	Xnuk ib blanco (<i>P. lunatus</i>) Xmejen bu'ul negro (<i>P. vulgaris</i>)	Xmejen k'um (<i>C. moschata</i>)
Antonio Cuxim	Sak Tux blanco Nal Tel rojo	Ninguna	Xnuk k'um (<i>C. moschata</i>)*
Faustino Chi	Cubana blanco Nal Tel amarillo	Ninguna	Xnuk k'um (<i>C. moschata</i>)* Xtop (<i>C. argyrosperma</i>)*
Ignacio Poot Palomo		Xnuk ib blanco (<i>P. lunatus</i>)	Xtop (<i>C. argyrosperma</i>)
Nazario Poot Palomo		Xmejen ib blanco (<i>P. lunatus</i>) Xnuk ib blanco (<i>P. lunatus</i>) Xnuk ib rojo (<i>P. lunatus</i>) Xmejen bu'ul negro (<i>P. vulgaris</i>)	Xtop (<i>C. argyrosperma</i>)*

* Pérdida de la totalidad de las plantas por competencia de maleza, aborto floral y/o condiciones no favorables.

En Xoy, las superficies de siembra fueron manejadas por el productor bajo asociación, o bien, como monocultivo, solamente con la presencia de maíz. Hubo pérdidas en el cultivo de calabaza, atribuido a un retraso en las fechas de siembra, propiciando que la calabaza durante el crecimiento vegetativo compitiera con el maíz por los nutrientes disponibles en el suelo, así como por la captación de luz solar.

Las fechas de siembra para maíz, ib y calabaza (Cuadro 3.3.2) en su mayoría correspondieron al mes de junio, a excepción del frijol que fue el último cultivo sembrado en las milpas de Xoy, a fines del mes de septiembre. Asimismo, sólo una variedad de ib precoz denominada Xmejen, de color de grano blanco, se sembró a finales del mes de mayo al inicio de la época lluviosa, lo cual coincide con lo reportado en Hocabá, Yucatán (Bautista-Zúñiga *et al.* 2005).

Cuadro 3.3.2 Variedades, fechas y densidad de siembra en maíz, frijol, ib y calabaza en siete milpas de Xoy, Yucatán.

Especie	Variedad	Fecha de siembra	Superficie (Héctarea)	Distancia de siembra (m)		No. de semillas por poceta
				Fila	Planta	
Maíz	Xnuk Nal blanco ¹	12/06/2017	0.8	1.4	0.8	4
	Nal Tel amarillo ¹	13/06/2017	0.2	1.4	0.8	4
	Sak Tux blanco ²	07/06/2017	0.88	1.2	0.5	3
	Nal Tel rojo ²	13/06/2017	0.048	1.2	0.5	3
	Cubana blanco ³	23/06/2017	0.44	0.7	0.5	3
	Nal Tel amarillo ³	26/06/2017	0.08	1.0	0.5	3
Frijol	Xmejen bu'ul negro ⁴	23/09/2017	0.002	1.2	1.0	2
	Xmejen bu'ul negro ^{1.1}	27/09/2017	0.003	0.8	0.8	4
	Xmejen ib blanco ⁴	22/05/2017	0.04	1.2	0.8	3
Ib	Xnuk ib blanco ⁴	20/06/2017	0.08	1.2	1.2	1
	Xnuk ib rojo ⁴	15/06/2017	0.08	1.2	1.2	1
	Xnuk ib blanco ⁵	08/07/2017	0.08	1.0	1.2	1
	Xnuk ib blanco ^{1.2}	15/06/2017	0.04	1.2	0.6	1
Calabaza	Xmejen k'um ^{1.2}	20/06/2017	1.36	3.0	4.0	4
	Xtop ⁵	29/06/2017	0.6	4.0	2.5	4

Productores: ¹Milpa 1 Pedro Poot, ^{1.1}Milpa 2 Pedro Poot, ^{1.2}Milpa 3 Pedro Poot, ²Milpa Antonio Cuxim, ³Milpa Faustino Chi, ⁴Milpa Nazario Poot, ⁵Milpa Ignacio Poot.

Otros estudios han indicado cambios en las fechas de siembra en las milpas por parte de los milperos de Xohuayán, Yucatán, una comunidad ubicada al sur del estado, la siembra del cultivo de maíz en el mes de mayo y en los meses de octubre a diciembre la cosecha de frijol y calabaza (Vázquez-González *et al.* 2018). La variación en la periodicidad e intensidad de las lluvias son dos factores que afectan las fechas de siembra, (Soares y García, 2014). Estos factores responsables de la fecha de siembra de maíz en el sur de Yucatán durante el mes de mayo, también se reportó hace 19 años, desde entonces, la irregularidad de lluvias determinaba la fecha de siembra y afectaba la producción (Lazos 1999). La percepción y adaptación campesina ante las condiciones del año agrícola juegan un papel muy importante para la realización de las actividades en torno a la milpa, un sistema complejo y dinámico.

Los períodos inestables de lluvia han generado cambios en la milpa maya tradicional desde su manejo hasta el destino de la producción. “Si las lluvias no llegan a tiempo”, esto es que no se presenten en las milpas en los momentos donde son más requeridas, genera una baja producción que solamente puede destinarse al autoconsumo (Cálix-de Dios *et al.*, 2016). Por lo tanto, la lluvia o la escasez de agua es la causa más importante que limita a la milpa en la región sobre todo para la planeación agrícola del milpero (Bautista *et al.*, 2005).

En el cuadro 3.3.2 se reportan las variedades encontradas en las siete milpas evaluadas, para los cuatro cultivos. Se observó que ninguna de las variedades de maíz y frijol superó una ha de superficie de siembra, encontrando los valores más bajos en el cultivo de frijol ocupando áreas muy reducidas dentro de las milpas. Únicamente una variedad de calabaza reportó más de una ha de siembra, sin embargo, se debe considerar que el distanciamiento de siembra para este cultivo fue mayor, en parte debido al tipo de crecimiento que presenta siendo una planta indeterminada y rastrera, y también a la pedregosidad de los suelos de Yucatán que impiden tener una uniformidad en distanciamiento de siembra, variando entre productores debido a la heterogeneidad de suelos en las milpas.

A pesar de la amplia distancia de siembra que puede observarse en los cultivos, resultando en una reducción en la densidad de plantas, este último se ve favorecido por el número de semillas colocadas por poceta al momento de la siembra, sobre todo para maíz y calabaza lo que permite que en un menor espacio se dé el crecimiento de numerosas plantas al mismo tiempo.

3.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MORFOLÓGICA EN VARIEDADES CULTIVADAS EN SIETE MILPAS DE XOY, YUCATÁN

3.3.2.1. Maíz

Los resultados de la caracterización morfológica en maíz se conformaron con el promedio de 6 poblaciones, tres pertenecientes a Nal Tel, una a Xnuk Nal, una a Sak Tux y una denominada Cubana.

El valor de significancia de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) realizado, se presentan en el Cuadro 3.3.3. La mayoría de las variables presentó diferencias altamente significativas entre las poblaciones. En el ANOVA utilizando maíces precoces de la raza Nal Tel, la mitad de las variables evaluadas contó con diferencias significativas, lo que indica una gran variación entre las poblaciones de esta raza. En el ANOVA de maíces tardíos se presentó menor número de variables con diferencias significativas.

La altura de la mazorca, largo del tramo ramificado de la espiga, diámetro de la mazorca, número de granos por hilera, entre otros, fueron las variables que presentaron valores altamente significativos entre la variedad tardía, Xnuk Nal, y la variedad precoz, Nal Tel. Esto era de esperarse y coincide con las variables caracterizadas al evaluar 80 poblaciones de Xnuk Nal, Dzit Bacal y Nal Tel de la Península de Yucatán (Mijangos *et al.*, 2017).

Las variables que no forman grupos en el análisis de Tukey (Cuadro 3.3.4) sugieren una posible homocigosis de los genes involucrados en su expresión, como es el caso de espesor de grano, número de mazorcas por planta y número de ramificaciones de la espiga. Esta baja variabilidad significa valores similares entre las poblaciones de maíz, sobre todo en variables de rendimiento.

Por otro lado, las variables con elevado número de grupos resultan ser importantes en el análisis de componentes principales (ACP) al ser aquéllas que reportan la mayor variación.

Cuadro 3.3.3 Cuadrados medios, error estándar y coeficientes de variación del análisis de varianza en variables morfológicas de maíz para las poblaciones de Xnuk Nal, Nal Tel, Sak Tux y Cubana en Xoy, Yucatán.

Variable	General			Maíces precoces†			Maíces tardíos∞		
	Cuadrados Medios	EE	CV (%)	Cuadrados Medios	EE	CV (%)	Cuadrados Medios	EE	CV (%)
AP	0.705 **	0.020	19	0.013 ns	0.020	8	0.149 *	0.021	8
AMP	0.308 **	0.005	25	0.012 ns	0.006	8	0.204 **	0.003	16
NHAM	0.001 **	0.000	10	0.001 *	0.000	5	0.000 ns	0.000	6
NHDM	5.067 **	0.556	16	1.333 ns	0.556	12	2.333 ns	0.556	11
NTH	10.056 **	0.500	13	1.444 ns	0.667	8	3.444 *	0.333	7
LH	0.027 **	0.001	12	0.016 *	0.002	10	0.003 ns	0.001	5
AH	0.000 **	0.000	13	0.000 *	0.000	14	0.000 ns	0.000	5
IAF	0.000 **	0.000	20	0.000 **	0.000	30	0.000 ns	0.000	8
DT	0.162 **	0.009	18	0.273 **	0.017	24	0.029 **	0.002	7
NMP	0.289 **	0.008	25	0.534 **	0.009	27	0.014 ns	0.008	8
LPE	13.712 **	1.606	24	0.963 ns	1.021	13	6.364 ns	2.191	16
LTRE	15.728 **	0.895	17	4.611 ns	1.439	12	23.331 **	0.350	17
LRCE	31.940 **	4.417	15	13.675 ns	6.431	14	14.576 *	2.402	9
LTE	110.252 **	6.866	13	22.726 ns	8.367	8	4.895 ns	5.364	4
NRE	15.867 *	4.722	17	25.444 ns	5.000	20	11.444 ns	4.444	14
NHTM	1.967 ns	0.722	11	4.778 ns	1.111	15	0.111 ns	0.333	6
PTM	88.198 **	12.497	28	169.105 **	9.795	37	27.932 ns	15.199	19
LTM	35.112 **	4.082	16	4.789 ns	6.001	12	8.427 ns	2.163	8
ATMb	4.609 ns	1.526	12	5.135 ns	1.232	12	5.016 ns	1.820	12
ATMm	5.665 *	1.171	13	6.333 **	0.438	12	6.237 ns	1.903	14
ATMa	2.19 **	0.389	13	3.925 **	0.207	15	0.546 ns	0.571	10
LM	10.936 **	0.980	16	1.163 ns	0.537	7	11.988 *	1.423	15
DMb	0.272 **	0.022	8	0.217 **	0.008	7	0.002 ns	0.036	4
DMm	0.544 **	0.016	11	0.128 **	0.006	6	0.021 ns	0.026	4

DMa	0.579 **	0.016	14	0.105 ns	0.022	7	0.017 ns	0.010	3
PSM	1367.448 **	89.196	31	103.259 ns	65.629	16	752.134 *	112.764	19
NHM	2.767 *	0.556	9	4.333 *	0.556	10	2.333 ns	0.556	8
NGH	84.322 **	8.722	21	3.444 ns	3.111	7	156.000 **	14.333	24
NTG	10901.333 **	1469.111	20	4356 *	610.333	14	14616.333 *	2327.889	21
EG	0.12 *	0.038	7	0.003 ns	0.011	3	0.232 ns	0.064	9
AG	1.015 **	0.050	7	0.246 *	0.033	4	0.117 ns	0.067	3
LG	0.016 **	0.002	3	0.007 *	0.001	2	0.006 ns	0.003	3
P100s	31.342 **	1.840	16	0.904 ns	1.775	7	0.100 ns	1.905	5
PGM	962.892 **	65.822	31	42.37 ns	40.583	14	696.955 *	91.062	21
DMm	5.638 **	0.342	25	4.732 **	0.316	26	0.364 ns	0.369	9
DRO	10.436 **	0.472	17	4.62 **	0.124	12	0.965 ns	0.820	8
DO	26.282 **	0.326	14	11.741 **	0.200	10	4.380 *	0.452	5
PO	29.657 **	1.566	34	4.285 *	0.591	19	1.575 ns	2.542	13

*p < 0.05; ** p < 0.01; ns: no significativa; EE: Error Estándar; CV: Coeficiente de Variación; †: Nal Tel AP; ∞: Sak Tux, Cubana e Xnuk nal; AP: Altura de la planta; AMP: Altura de la mazorca principal; NHAM: Número de hojas por arriba de la mazorca; NNDM: Número de hojas por debajo de la mazorca; NTH: Número total de hojas; LH: Longitud de hoja; AH: Ancho de hoja; IAF: Índice de área foliar; DT: Diámetro del tallo; NMP: Número de mazorcas por planta; LPE: Longitud del pedúnculo de la espiga; LTRE: Longitud del tramo ramificado de la espiga; LRCE: Longitud de la rama central de la espiga; LTE: Longitud total de la espiga; NRE: Número de ramificaciones de la espiga; NHTM: Número de hojas del totemoxtle de la mazorca; PTM: Peso seco del totemoxtle de la mazorca; LTM: Longitud del totemoxtle de la mazorca; ATMb: Ancho del totemoxtle de la mazorca basal; ATMm: Ancho del totemoxtle de la mazorca medio; ATMa: Ancho del totemoxtle de la mazorca ápice; LM: Longitud de la mazorca; DMb: Diámetro de la mazorca basal; DMm: Diámetro de la mazorca medio; DMA: Diámetro de la mazorca ápice; psm: Peso seco de la mazorca; NHM: Número de hileras de la mazorca; NGH: Número de granos por hilera; NTG: Número total de granos; EG: Espesor de grano; AG: Ancho de grano; LG: Longitud de grano; P100s: Peso de 100 semillas del centro de la mazorca; pgm: Peso de granos de una mazorca; DMO: Diámetro de la médula; DRO: Diámetro del raquis; DO: Diámetro de olote; PO: Peso de olote.

Cuadro 3.3.4 Comparación de medias para variables morfológicas entre las poblaciones de maíz Xnuk Nal, Nal Tel, Sak Tux y Cubana en Xoy, Yucatán.

Variable	Variedades (<i>Zea mays</i> L.)					
	XNbPP	NTaPP	STbAC	NTrAC	CbFC	NTaFC
AP	3.18 a	2.16 c	2.76 b	2.04 c	2.84 ab	2.05 c
AMP	1.79 a	0.99 c	1.34 b	0.92 c	1.33 b	1.05 c
NHAM	0.18 a	0.20 ab	0.18 a	0.22 b	0.17 a	0.19 b
NHDM	10.33 a	7.33 bc	9.00 ab	8.00 bc	8.67 abc	6.67 c
NTH	16.33 a	12.67 cd	14.67 ab	12.33 d	14.33 bc	11.33 d
LH	0.86 a	0.80 a	0.82 a	0.67 b	0.89 a	0.67 b
AH	0.09 a	0.09 a	0.08 ab	0.07 bc	0.09 a	0.06 c
IAF	0.06 a	0.05 b	0.05 b	0.03 c	0.06 a	0.03 c
DT	1.46 a	1.50 a	1.26 ab	1.03 bc	1.39 a	0.94 c
NMP	1.13 a	1.83 b	1.10 a	1.03 a	1.00 a	1.20 a
LPE	10.53 ab	7.82 b	12.97 a	8.40 b	10.36 ab	7.26 b
LTRE	17.07 a	13.67 bc	14.96 ab	11.90 c	11.55 c	11.27 c
LRCE	23.90 abc	22.37 abc	24.48 ab	18.27 c	27.98 a	21.35 bc
LTE	51.51 a	43.85 bc	52.41 a	38.56 c	49.89 ab	39.89 c
NRE	18.00 a	19.33 a	18.67 a	15.33 a	15.00 a	13.67 a
PTM	24.41 ab	27.79 a	24.00 ab	16.02 bc	18.93 abc	13.83 c
LTM	27.30 a	21.33 bc	25.83 ab	18.86 c	23.95 abc	19.63 c
ATMm	13.78 a	13.09 ab	12.52 ab	11.40 ab	10.91 ab	10.19 b
ATMa	8.14 a	8.47 a	8.10 a	6.91 ab	7.38 ab	6.24 b
LM	15.38 a	11.79 bc	14.12 ab	11.11 c	11.47 bc	10.54 c
DMb	3.93 a	3.74 ab	3.92 a	3.42 bc	3.88 a	3.68 c
DMm	3.91 a	3.47 b	4.07 a	3.25 bc	3.99 a	3.05 c
DMa	3.41 a	2.90 b	3.56 a	2.74 bc	3.50 a	2.53 c
PesoSM	102.22 a	59.68 c	87.75 ab	51.23 c	70.59 bc	48.40 c
NHM	11.67 ab	13.33 a	12.00 ab	11.67 ab	13.33 a	11.00 b
NGH	35.00 a	25.00 bc	31.00 ab	23.00 bc	21.00 c	24.67 bc
NTG	409.67 a	334.67 ab	370.33 ab	268.67 b	274.00 b	268.67 b
EG	3.28 a	3.36 a	3.40 a	3.30 a	3.81 a	3.31 a
AG	8.57 a	7.06 c	8.30 a	7.63 bc	8.19 ab	7.42 c
LG	2.42 a	2.27 bc	2.37 ab	2.31 abc	2.34 abc	2.22 c
P100s	23.42 a	17.07 b	23.13 a	17.98 b	23.09 a	16.99 b
PGM	89.14 a	49.72 bc	70.21 ab	44.50 c	58.99 bc	42.43 c
DMO	6.70 a	6.03 a	6.20 a	3.75 b	6.87 a	3.99 b
DRO	12.06 ab	10.44 b	11.45 ab	8.36 c	12.58 a	8.23 c
DO	22.11 bc	20.60 c	22.54 b	17.28 d	24.39 a	17.07 d
PO	12.27 a	7.90b c	12.65 a	6.11 c	11.25 ab	5.63 c

a, b, c, d: Medias con letras diferentes dentro de filas indican diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$); XNbPP: Xnuk Nal blanco Pedro Poot; NTAaPP: Nal Tel amarillo Pedro Poot; STbAC: Sak Tux blanco Antonio Cuxim; NTrAC: Nal Tel rojo Antonio Cuxim; CbFC: Cubana blanco Faustino Chi; NTAFC: Nal Tel amarillo Faustino Chi; DE: Desviación Estándar; AP: Altura de la planta; AMP: Altura de la mazorca principal; NHAM: Número de hojas por arriba de la mazorca; NHDM: Número de hojas por debajo de la mazorca; NTH: Número total de hojas; LH: Longitud de hoja; AH: Ancho de hoja; IAF: Índice de área foliar; DT: Diámetro del tallo; NMP: Número de mazorcas por planta; LPE: Longitud del pedúnculo de la espiga; LTRE: Longitud del tramo ramificado de la espiga; LRCE: Longitud de la rama central de la espiga; LTE: Longitud total de la espiga; NRE: Número de ramificaciones de la espiga; PTM: Peso seco del totomoxtle de la mazorca; LTM: Longitud del totomoxtle de la mazorca; ATMm: Ancho del totomoxtle de la mazorca medio; ATMa: Ancho del totomoxtle de la mazorca ápice; LM: Longitud de la mazorca; DMb: Diámetro de la mazorca basal; DMm: Diámetro de la mazorca medio; DMA: Diámetro de la mazorca ápice; PSM: Peso seco de la mazorca; NHM: Número de hileras de la mazorca; NGH: Número de granos por hilera; NTG: Número total de granos; EG: Espesor de grano; AG: Ancho de grano; LG: Longitud de grano; P100S: Peso de 100 semillas del centro de la mazorca; PGM: Peso de granos de una mazorca; DMO: Diámetro de la médula; DRO: Diámetro del raquis; DO: Diámetro del olote; PO: Peso de olote.

Para maíz se tuvo un total de 42 variables utilizadas para su caracterización. El ACP en maíz (Figura 3.3.1), muestra la formación de tres grupos, un grupo formado por maíces tardíos que son CbFC (Cubana blanco Faustino Chi), STbAC (Sak Tux blanco Antonio Cuxim) y XNbPP (Xnuk nal blanco Pedro Poot), otro grupo conformado por maíces precoces NTAFC (Nal Tel amarillo Faustino Chi) y NTrAC (Nal Tel rojo Antonio Cuxim) y un tercer grupo conformado por NTAaPP (Nal Tel amarillo Pedro Poot).

La agrupación de la raza Nal Tel se hace evidente en el ACP por ser un tipo de maíz precoz, separándose de los maíces tardíos como Cubana, Xnuk Nal y Sak Tux. Sin embargo, se observa a una población de Nal Tel aislada tanto de los maíces precoces como de los tardíos. En el momento de la evaluación, se produjo la sincronización de la floración de NTAaPP con una variedad tardía XNbPP ubicada en la misma milpa, debido al manejo particular del milpero donde la fecha de siembra fue el determinante, ya que la variedad tardía fue sembrada primero y posteriormente la variedad precoz.

El análisis de componentes principales (Cuadro 3.3.5) explicó en los primeros tres componentes el 95.7 % de la variación total. El componente uno explicó el 65.3 % y estuvo influenciado principalmente por las variables relacionadas a características vegetativas como altura de la planta (AP), índice de área foliar (IAF), número de hojas arriba (NHAM) y debajo de la mazorca (NHDM); datos de mazorca como diámetro basal (DMb), medio (DMm) y apical (DMA); características de olote como el peso (PO), diámetro de la médula (DMO), diámetro del raquis (DRO); y variables de rendimiento como el peso de 100 semillas (P100S). El componente dos representó el 18.6 % y se caracterizó por presentar variables de orden fenológico como días a floración femenina y masculina (DFF,

DFM) y días a primera floración masculina (D1FM), datos de espiga como el número de ramificaciones (NRE); así como características del totomoxtle, como el número de hojas (NHTM) y ancho del ápice (ATMa). El componente tres reportó el 11.8 % de la variación con datos de mazorca como el espesor de grano (EG), número de granos por hilera (NGH) y número de hileras por mazorca (NHM); datos de espiga como el largo de la rama central (LRCE) y de totomoxtle como el ancho de la parte media (ATMm).

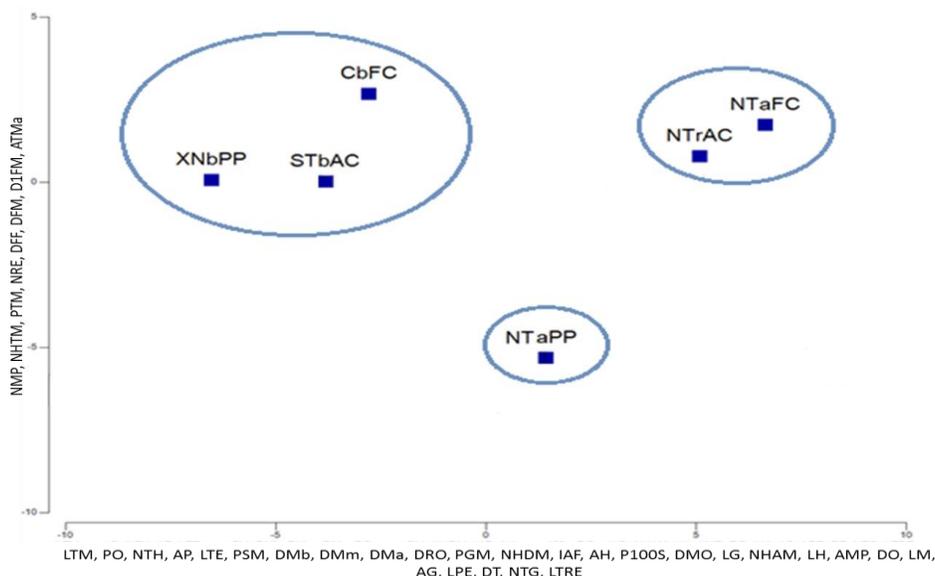


Figura 3.3.1 ACP para las seis poblaciones de maíz obtenidas durante el seguimiento de las milpas en la comunidad de Xoy, Yucatán. XNbPP: Xnuk Nal blanco Pedro Poot, STbAC: Sak Tux blanco Antonio Cuxim, CbFC: Cubana blanco Faustino Chi, NTaFC: Nal Tel amarillo Faustino Chi, NTrAC: Nal Tel rojo Antonio Cuxim, NTaPP: Nal Tel amarillo Pedro Poot.

Cuadro 3.3.5 Análisis de la variación total de los caracteres fenotípicos en maíz de las milpas de Xoy, Yucatán.

CP	VP	% Individual	% Acumulado	Variables
1	27.4	65.3	65.3	LTM, PO, NTH, AP, LTE, PSM, DMb, DMm, DMa, DRO, PGM, NHDM, IAF, AH, P100S, DMO, LG, NHAM, LH, AMP, DO, LM, AG, LPE, DT, NTG, LTRE
2	7.81	18.6	83.9	NMP, NHTM, PTM, NRE, DFF, DFM, D1FM, ATMa

3	4.97	11.8	95.7	EG, NHM, NGH, LRCE, ATMm
---	------	------	------	--------------------------

CP: Componente Principal; VP: Valor Propio; LTM: Longitud del totomoxtle de la mazorca; PO: Peso de olote; NTH: Número total de hojas; AP: Altura de la planta; LTE: Longitud total de la espiga; PSM: Peso seco de la mazorca; DMb: Diámetro de la mazorca basal; DMm: Diámetro de la mazorca medio; DMA: Diámetro de la mazorca ápice; DRO: Diámetro del raquis; PGM: Peso de granos de una mazorca; NHDM: Número de hojas por debajo de la mazorca; IAF: Índice de área foliar; AH: Ancho de hoja; P100S: Peso de 100 semillas del centro de la mazorca; DMO: Diámetro de la médula; LG: Longitud de grano; NHAM: Número de hojas por arriba de la mazorca; LH: Longitud de hoja; AMP: Altura de la mazorca principal; DO: Diámetro del olote; LM: Longitud de la mazorca; AG: Ancho de grano; LPE: Longitud del pedúnculo de la espiga; DT: Diámetro del tallo; NTG: Número total de granos; LTRE: Longitud del tramo ramificado de la espiga; NMP: Número de mazorcas por planta; NHTM: Número de hojas del totomoxtle de la mazorca; PTM: Peso seco del totomoxtle de la mazorca; NRE: Número de ramificaciones de la espiga; DFF: Días transcurridos de la siembra a la floración del 50 % más uno de las flores femeninas; DFM: Días transcurridos de la siembra a la floración del 50 % más uno de las flores masculinas; D1FM: Días transcurridos de la siembra a la primera floración masculina; ATMa: Ancho del totomoxtle de la mazorca ápice; EG: Espesor de grano; NHM: Número de hileras de la mazorca; NGH: Número de granos por hilera; LRCE: Longitud de la rama central de la espiga; ATMm: Ancho del totomoxtle de la mazorca medio.

Las variables que aportaron mayor variación en los maíces de Xoy, coinciden con lo reportado hace 15 años por Burgos *et al.* (2004), quienes al evaluar la variabilidad morfológica de maíces criollos de la península de Yucatán encontraron variables similares en el componente uno como longitud de la mazorca, número de hojas debajo de la mazorca, diámetro del raquis, diámetro de la médula y en el componente dos la variable días a floración masculina. Por otra parte, Rocandio-Rodríguez *et al.* (2014) al caracterizar morfológicamente siete razas de maíz de los valles altos de México tanto precoces como tardíos, reportaron variables como ancho y espesor de grano, peso de 100 semillas y longitud de mazorca para el primer componente. Y para el componente dos, características como días a floración femenina, número de hojas arriba de la mazorca y longitud de grano. Por lo tanto, se observa que las mismas variables que determinan las mayores variaciones en los maíces de Xoy, Yucatán son reportadas en los maíces de otros sitios de México al evaluar maíces precoces y tardíos.

3.3.2.2. Frijol

En frijol, el análisis de caracterización morfológica se obtuvo con el promedio de 2 poblaciones de Xmejen bu'ul, cada una conformada por 30 individuos; para ib con 5 poblaciones (una de Xmejen ib y cuatro de Xnuk ib) con 30 individuos en cada población.

Las variables cualitativas indicaron poca variación dentro las poblaciones de ib y frijol, siendo el color de flor en ib blanca, particularidad que se da en la especie cultivada, y para frijol el color de flor fue morada. En cuanto al color de grano en ib, la mayoría de las poblaciones reportaron color blanco y únicamente una variedad con coloración roja; en frijol el color de grano en ambas poblaciones fue negro. La forma en grano fue arriñonada,

ovalada y aplanada. El color de vaina en ib fue verde en estado inmaduro y café en estado maduro; en frijol las coloraciones fueron verde en estado inmaduro, morado en pre-maduración y café en maduración.

Los valores de significancia de acuerdo al ANOVA (Cuadro 3.3.6) de las variables cuantitativas en ib y frijol indicaron diferencias altamente significativas para todas las variables registradas. En el ANOVA realizado para las poblaciones de ib, la mayoría de las variables reportaron diferencias significativas y altamente significativas, indicativo de que dentro de las poblaciones existe alta variación.

Cuadro 3.3.6 Cuadrados medios y coeficientes de variación del análisis de varianza en variables morfológicas para las poblaciones de frijol e ib en las milpas de Xoy, Yuc.

Variable	General			Ib		
	Cuadrados Medios	EE	CV (%)	Cuadrados Medios	EE	CV (%)
LH	0.001 **	0.000	22	0.000 *	0.000	10
AH	0.001 **	0.000	29	0.000 ns	0.000	12
LFC	0.001 **	0.000	22	0.000 ns	0.000	6
LA	0.010 **	0.000	23	.006 **	0.000	20
AP	0.729 **	0.011	30	0.361 **	0.005	20
RP	346.984 **	19.333	91	272.933 **	27.067	61
NHR	899.746 **	17.810	47	69.900 **	4.133	16
NVP	1255.492 **	256.667	63	553.233 ns	356.400	43
NSV	6.984 **	0.238	39	0.233 ns	0.200	16
LV	30.759 **	0.095	37	0.575 **	0.093	7
AV	0.200 **	0.003	18	0.046 **	0.002	8
LS	3.733 **	0.170	10	5.008 **	0.213	11
AS	3.126 **	0.101	13	1.81 **	0.137	9
ES	0.590 **	0.029	10	0.232 **	0.022	7
P10V	0.002 **	0.000	29	0.001 **	0.000	13
P100G	66.754 **	1.820	15	92.117 **	2.137	17

** $p < 0.01$; EE: Error Estándar; CV: Coeficiente de Variación; LH: Longitud de hoja; AH: Ancho de hoja; LFC:= Longitud del foliolo central; LA: Longitud del ápice; AP:= Altura de la planta; RP: Ramas por planta; NHR: Número de hojas por rama; NVP: Número de vainas por planta; NSV: Número de semillas por vaina; LV: Longitud de vaina; AV: Ancho de vaina; LS: Longitud de semilla; AS: Ancho de semilla; ES: Espesor de semilla; P10V: Peso de 10 vainas; P100G: Peso de 100 granos.

El análisis de Tukey con un nivel de confianza del 95 % (Cuadro 3.3.7) reporta para cada variable los grupos que se forman, indicados con letras; misma letra indica semejanza y letras distintas significan diferencias significativas entre las poblaciones, para frijol e ib.

Las variables que menos grupos formaron fueron ancho de hoja, longitud del foliolo central y número de semillas por vaina.

Cuadro 3.3.7 Comparación de medias para variables morfológicas entre las poblaciones de frijol e ib en Xoy, Yucatán.

Variable	IXMbNP	IXNbNP	IXNrNP	FXMnNP	IXNbIP	IXNbPP	FXMnPP
LH	0.08 bc	0.07 bc	0.07 c	0.08 bc	0.08 b	0.08 bc	0.13 a
AH	0.06 b	0.06 b	0.05 b	0.06 b	0.07 b	0.06 b	0.10 a
LFC	0.08 b	0.08 b	0.07 b	0.08 b	0.08 b	0.08 b	0.13 a
LA	0.18 c	0.23 b	0.24 b	0.19 c	0.13 d	0.24 b	0.31 a
AP	2.20 a	1.56 b	1.55 b	0.81 c	1.27 b	1.51 b	2.19 a
RP	23.67 ab	11.67 bc	8.33 c	1.00 c	29.00 a	8.33 c	1.00 c
NHR	22.33 c	33.33 bc	28.67 bc	30.00 bc	34.33 b	27.67 bc	74.00 a
NVP	58.00 a	27.00 ab	39.33 ab	4.67 b	58.67 a	51.67 a	21.67 ab
NSV	2.67 b	2.67 b	3.00 b	5.68 a	3.33 b	3.00 b	6.33 a
LV	6.24 bc	6.67 bc	5.85 c	12.63 a	6.62 bc	6.99 b	13.33 a
AV	1.31 c	1.55 ab	1.47 b	0.98 d	1.54 ab	1.63 a	1.05 d
LS	10.06 c	12.91 a	10.35 c	12.16 ab	11.55 b	12.64 ab	12.32 ab
AS	7.68 bc	8.95 a	7.32 cd	6.68 d	8.54 ab	9.06 a	6.68 d
ES	4.30 bcd	3.90 de	4.09 cde	4.76 ab	3.76 e	4.44 bc	4.98 a
P10V	0.10 a	0.07 bd	0.09 bc	0.05 cd	0.08 ac	0.07 c	0.03 a
P100G	33.00 ac	33.22 bc	23.22 ac	27.33 bd	27.64 b	37.49 d	30.24 bc

a, b, c, d: Medias con letras diferentes dentro de filas indican diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$); LH: Longitud de hoja; AH: Ancho de hoja; LFC: Longitud del foliolo central; LA: Longitud del ápice; AP: Altura de la planta; RP: Ramas por planta; NHR: Número de hojas por rama; NVP: Número de vainas por planta; NSV: Número de semillas por vaina; LV: Longitud de vaina; AV: Ancho de vaina; LS: Longitud de semilla; AS: Ancho de semilla; ES: Espesor de semilla; P10V: Peso de 10 vainas; P100G: Peso de 100 granos.

La variable que conformó más grupos en la prueba de Tukey para ib y frijol fue espesor de semilla. Xmejen ib blanco e Xnuk ib rojo fueron las que compartieron con más variedades, características similares en espesor de semilla. Dicha variable también se reporta en el componente uno al realizar el ACP (Figura 3.3.2 y Cuadro 3.3.8).

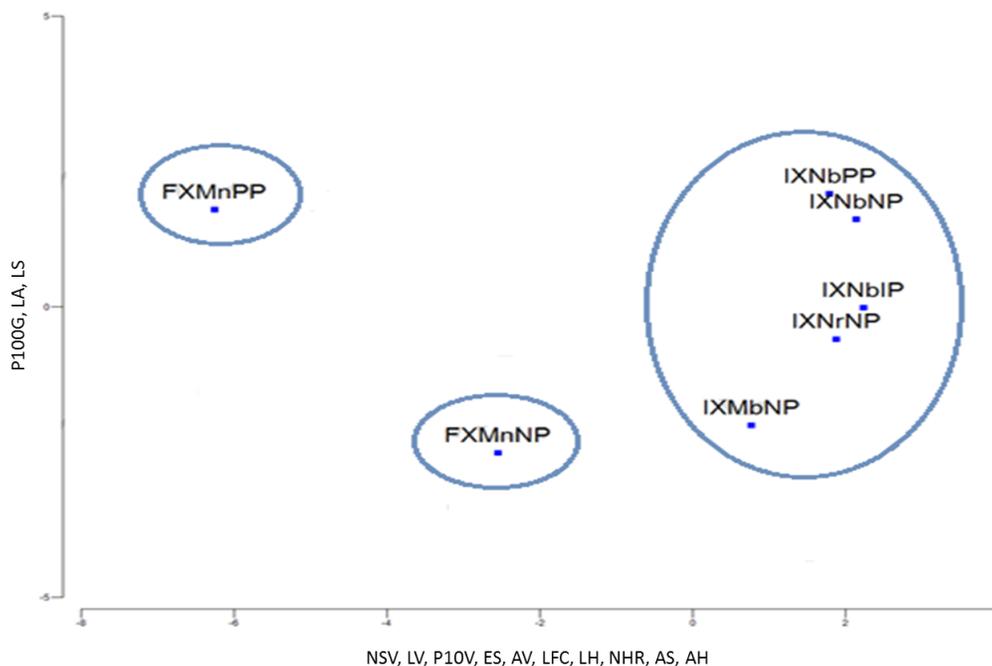


Figura 3.3.2 ACP para las poblaciones de frijol e ib en milpas de Xoy, Yucatán. IXMbNP: Ib Xmejen blanco Nazario Poot, IXNrNP: Ib Xnuk rojo Nazario Poot, IXNbIP: Ib Xnuk blanco Ignacio Poot, IXNbNP: Ib Xnuk blanco Nazario Poot, IXNbPP: Ib Xnuk blanco Pedro Poot, FXMnNP: Frijol Xmejen negro Nazario Poot, FXMnPP: Frijol Xmejen negro Pedro Poot.

Cuadro 3.3.8 Análisis de la variación total de los caracteres fenotípicos en frijol e ib en milpas de Xoy, Yucatán.

CP	VP	% Individual	% Acumulado	Variables
1	10.4	54.8	54.8	NSV, LV, P10V, ES, AV, LFC, LH, NHR, AS, AH
2	3.4	17.2	72.1	LS, LA, DMAD
3	2.8	14.3	86.4	AP, NVP, RP

CP: Componente Principal; VP: Valor Propio; NSV: Número de semillas por vaina; LV: Longitud de vaina; P10V: Peso de 10 vainas; ES: Espesor de semilla; AV: Ancho de vaina; LFC: Longitud del foliolo central; LH: Longitud de hoja; NHR: Número de hojas por rama; AS: Ancho de semilla; AH: Ancho de hoja; LS: Longitud de semilla; LA: Longitud del ápice; DMAD: Días a madurez; AP: Altura de la planta; NVP: Número de vainas por planta; RP: Ramas por planta.

Para frijol e ib se tuvo un total de 19 variables utilizadas para su caracterización. En el ACP se observa la agrupación de los ibes, contrario al frijol. En frijol, ambos materiales caracterizados fueron reportados como la variedad Xmejen bu'ul, con la misma procedencia de la semilla, sin embargo, se observa una diferenciación entre ellos. Esto puede indicar un manejo particular que el productor le brinda a sus materiales nativos, donde para el caso de la población "FXMnPP" se brindó riego auxiliar por parte del milpero y para "FXMnNP" no se tuvo.

El análisis de la variación total muestra que los primeros tres componentes explicaron el 86.4 %. El componente uno explicó el 54.8 % de la variación con variables relacionadas a vaina como el número de semillas (NSV), longitud (LV), ancho (AV) y peso (P10V); datos vegetativos como la longitud del foliolo central (LFC), número de hojas por rama (NHR), longitud (LH) y ancho de hoja (AH); así como con espesor (ES) y ancho de semilla (AS). El componente dos representó el 17.2 % con variables como longitud de semilla (LS), longitud de ápice (LA) y días a madurez (DMAD). El componente tres explicó el 14.3 % de la variación total con altura de la planta (AP), número de vainas por planta (NVP) y ramas por planta (RP). Estos resultados coinciden con lo reportado por otros estudios como el de Meza-Vázquez *et al.* (2015), quienes caracterizaron morfológica y fenológicamente 12 especies silvestres de frijol de procedencia tropical y subtropical, dentro de los cuales se encontraban las especies domesticadas *P. lunatus* y *P. vulgaris*, reportando variables de rendimiento para el componente uno como el número de semillas por vaina y longitud de vainas. Por otro lado, López-Alcocer *et al.* (2016), al evaluar la variabilidad morfológica de *P. lunatus* silvestre de la región occidente de México encontraron variables como longitud y ancho de hoja, ancho de vaina y número de semillas por vaina como aquéllas que aportaron mayor variación, similar a lo encontrado en las poblaciones de ib y frijol de Xoy, Yucatán.

3.3.2.3. Calabaza

En calabaza, el análisis de caracterización morfológica se obtuvo con el promedio de dos poblaciones, cada una con 30 individuos.

Las variables cualitativas como el color de la testa en semilla fue blanco en ambas poblaciones diferenciándose únicamente en el color del margen, siendo para *C. moschata* un color café y para *C. argyrosperma* una coloración gris. Las formas en fruto fueron redondas y ovaladas para *C. argyrosperma* y ovoides, aplanadas, redondas y oblongas en *C. moschata*. Las coloraciones en fruto para esta última especie contaron con variación de blanco, marrón y naranja; en *C. argyrosperma* todos los frutos fueron blancos con franjas verdes. La intensidad del moteado en hoja fue baja, abarcando menos del 30 % de la superficie para *C. moschata* y para *C. argyrosperma* fue baja para el 60 % de los individuos caracterizados y el 40 % reportó intensidad media. El color de moteado en hoja fue verde tenue en *C. moschata* y en *C. argyrosperma* fue blanco-cremoso, blanco y verde tenue. Para las variables cuantitativas, se reportan los valores de significancia en el Cuadro 3.3.9.

Cuadro 3.3.9 Resultados del análisis estadístico realizado a través de la prueba de T-Student en las variables registradas en calabaza en Xoy, Yucatán.

Variable	DM	EEDM	CV (%)
NFMAFF	0.033 ns	0.021	30
NFMT	0.666 ns	2.347	14
NFFT	0.200 ns	0.749	37
LH	0.013 ns	0.009	6
AH	0.020 ns	0.008	4
LPc	0.130 ns	0.149	4
LG	5.263 **	0.792	41
NHT	14.333 ns	5.577	23
LA	1.350 ns	0.797	13
NRP	0.366 ns	0.240	22
NFP	0.533 ns	0.210	28
LF	1.390 *	0.467	5
DF	4.120 **	0.670	19
LPd	8.236 **	1.514	71
PF	247.913 *	63.601	18
GP	0.253 ns	0.227	13
PSF	1.760 ns	6.009	18
LS	6.966 **	0.381	25
AS	3.886 **	0.137	24
ES	0.623 ns	0.230	13
NSF	319.333 **	33.383	73

P100S

10.850 **

1.031

43

*p < 0.05; ** p< 0.01; ns: no significativa; DM: Diferencia de medias; EEDM: Error Estándar de la diferencia de medias; CV: Coeficiente de Variación; NFMAFF: Número de flores masculinas antes de la flor femenina; NFMT: Número de flores masculinas totales; NFFT: Número de flores femeninas totales; LH: Longitud de hoja; AH: Ancho de hoja; LPc: Longitud del peciolo; LG: Longitud de guía; NHT: Número de hojas totales; LA: Longitud del ápice; NRP: Número de ramas por planta; NFP: Número de frutos por planta; LF: Longitud del fruto; DF: Diámetro del fruto; LPd: Longitud del pedúnculo; PF: Peso de fruto; GP: Grosor de pulpa; PSF: Peso de semilla por fruto; GP: Grosor de pulpa; PSF: Peso de semilla por fruto; LS: Longitud de semilla; AS: Ancho de semilla; ES: Espesor de semilla; NSF: Número de semillas por fruto; P100S: Peso de 100 semillas con testa.

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas en el 41 % de las variables evaluadas, principalmente en características de fruto y semilla y una variable vegetativa. Debido al reducido número de variedades que pudieron ser caracterizadas para esta especie en el ciclo agrícola 2017-2018, no fue posible observar grandes diferencias morfológicas entre las poblaciones. Sin embargo, algunas variables concuerdan parcialmente con lo observado por Vásquez (2014), quien caracterizó 28 poblaciones de *C. moschata* de origen Centroamericano, reportando variables como longitud y peso de fruto, número de semillas por fruto y peso de 100 semillas con diferencias significativas y variables como número de frutos por planta sin diferencias significativas.

En Xoy, Yucatán, se reportó que las semillas en *C. moschata* son de tamaño mucho menor comparado con las de *C. argyrosperma*, y que el uso y consumo de las semillas por los pobladores depende de la especie, siendo *C. moschata* destinada para molienda y *C. argyrosperma* para el tostado y salado de semillas. En la caracterización de *C. moschata* y *C. argyrosperma* en Xoy las variables relacionadas a la semilla como número de semillas por fruto y peso de 100 semillas fueron diferentes siendo de menor tamaño las de *C. moschata*, lo cual coincide con lo reportado por Montilla (2006). En Xoy, *C. moschata* tuvo un promedio de 408 semillas por fruto y *C. argyrosperma* de 90 semillas por fruto. Dentro de las calabazas cultivadas, *C. moschata* es la que produce el mayor número de semillas por fruto (Ferriol *et al.*, 2003).

3.4. CONCLUSIÓN

Realizar la caracterización morfológica en los maíces, frijoles, ibes y calabazas nativas en la comunidad de Xoy permitió conocer el nivel de diversidad de especies, así como el nivel de diversidad dentro de las especies que se conservan en las milpas de los productores. Se encontraron diferencias significativas y altamente significativas en la mayoría de las variables evaluadas, pudiendo estar afectadas por el ambiente en el que crecieron las plantas y por la diversidad genética de cada especie.

Por especie, se encontraron diferencias altamente significativas en casi la totalidad de las variables caracterizadas en maíz. En frijol todas las variables registradas indicaron diferencias altamente significativas. En calabaza más del 40 % de las variables evaluadas tuvieron diferencias significativas y altamente significativas.

Las variables que más aportaron a la variación en cuanto a caracteres morfológicos en maíz fueron variables vegetativas, de mazorca y de rendimiento principalmente. En frijol e ib las variables de rendimiento aportaron una mayor variación como número de semillas por vaina, peso de vainas y longitud. En calabaza, las diferencias se hicieron notar en variables relacionadas al fruto como longitud, diámetro y peso, así como en características de semilla como número de semillas y peso, ambas relacionadas con el rendimiento.

Los resultados reflejan que tanto para maíz, frijol, ib y calabaza, las características de interés por parte de los milperos son aquéllas relacionadas al rendimiento de los frutos.

Los datos cualitativos como forma del grano y color de flor, vaina y grano en frijol, así como color y forma de fruto y semilla, color de margen de semilla, color e intensidad de moteado en hoja en calabaza no reportaron grandes variaciones dentro de las especies.

CAPÍTULO IV

HISTORIA DE LA PRECIPITACIÓN Y SU EFECTO EN EL CICLO PRODUCTIVO 2017-2018 EN MILPAS DE XOY, PETO, YUCATÁN

4.1. INTRODUCCIÓN

La siembra en las milpas y la elección ante la(s) especie(s) y variedad(es) en un ciclo determinado de producción está influenciada por diversos factores como el comportamiento climático, adaptación al ambiente, preferencias alimenticias, disponibilidad de semilla, entre otros. Pudiendo encontrarse variedades precoces y tardías en un mismo espacio en las milpas (Latournerie-Moreno *et al.*, 2005).

La precipitación es un factor ambiental de gran importancia en las milpas de Yucatán. De acuerdo a ello, los milperos tratan de prever el comportamiento de las lluvias durante el año agrícola y actúan en consecuencia a dichas predicciones para lograr el éxito en sus cultivos.

El Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera indicó que, a nivel nacional, durante el periodo de 1996 a 2005, la superficie sembrada anual promedio en maíz correspondió a 8,441 miles de hectáreas (ha), de las cuales el 85.8 % del total se cultivaba bajo la modalidad de temporal. Once años después, el comportamiento de la superficie cosechada fue muy parecido reportándose un total de 7,438 miles de ha promedio anual, donde el 84.3 % correspondió al régimen de temporal (SIAP, 2016).

En el estado de Yucatán, la superficie sembrada y cosechada bajo temporal de maíz en el 2000 fue de 170,499 ha y de 158,765 ha respectivamente. Sin embargo, en el 2002 el número de ha cosechadas fue apenas de 11,989 ha siendo el año con el menor valor registrado. En el 2006, la superficie de siembra aumentó a 160,766 ha, pero del 2008 al 2017 se marcó una tendencia en decremento de siembra con un 34 % (SIAP, 2016).

En años recientes se ha generado una reducción e irregularidad en la precipitación pluvial, donde las sequías han incrementado su frecuencia e intensidad debido al cambio climático (Estrada *et al.*, 2014), provocando desfases en las temporadas agrícolas e incertidumbre entre los milperos ante el manejo de la milpa. Algunos milperos pueden no

cosechar semilla al finalizar la etapa productiva, o bien la duración de la cosecha sólo les logra abastecer por un mes (Rosales, 2002).

En la comunidad de estudio, Xoy, Peto, Yucatán, se reporta la agricultura de temporal lluvioso, con una unidad geológica de tipo caliza en la región, que es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos (INEGI, 2017). En Xoy los suelos predominantes son de tipo Kankab (cambisoles y luvisoles) (Dzib-Aguilar *et al.*, 2011) con un clima cálido subhúmedo donde la temperatura media anual es de 26 ° C reportándose una precipitación pluvial media anual de 1,050 mm (CIBCEC, 2003).

La región se caracteriza por presentar una distribución bimodal de lluvia debido a la sequía intraestival, también llamada canícula, que es un elemento normal que se presenta anualmente en Yucatán como resultado del efecto de los vientos alisios, cuya duración es generalmente corta pero con intensidad extrema, disminuyendo la cantidad y frecuencia de las lluvias; el efecto puede ser adverso si se presenta en pleno periodo vegetativo de los cultivos presentes en las milpas (Taboada-Salgado y Guadarrama, 2009).

En la comunidad de Xoy, la superficie sembrada para milpa es de 414 ha con una cosecha estimada de 411.10 toneladas con base a estimaciones de 993 kg ha⁻¹. Sin embargo, es importante aclarar que esta cantidad varía mucho de un milpero a otro, de acuerdo a la superficie de terreno disponible, a la densidad de siembra y al manejo particular de cada uno (Rosales, 2002).

Puesto que las necesidades hídricas varían entre especies y por supuesto entre variedades, se convierte en un grave problema la falta de disponibilidad de agua en etapas críticas durante el crecimiento de éstas. Por lo que, el objetivo del estudio fue registrar la distribución de las precipitaciones en tres milpas de la comunidad de Xoy, Yucatán, durante el ciclo de cultivo de las variedades sembradas en milpas que fungieron como estudios de caso, aportando información de las condiciones de humedad disponibles para los cultivos durante las etapas de crecimiento.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Xoy, perteneciente al municipio de Peto, Yucatán, México. Ubicada a 20°08'03" N y 88°58'02" W a una altura promedio de 35 msnm, cuenta con un clima cálido subhúmedo donde la temperatura media anual es de 26 °C reportándose una precipitación pluvial media anual de 1,050 mm (CIBCEC, 2003, Borges-Gómez *et al.*, 2005).

4.2.2. REGISTRO DE PRECIPITACIÓN

La precipitación es un factor que repercute en las etapas fenológicas de las especies en las milpas, influyendo en las actividades a realizar por parte de los milperos, sobre todo para el caso particular de la siembra.

Para evaluar la distribución de la precipitación durante el ciclo agrícola 2017-2018, fueron elaborados tres pluviómetros caseros con base a mediciones establecidas por la CONAGUA de acuerdo al manual de prácticas operativas No. 67-02 y con medidas de referencia obtenidas de la estación meteorológica del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. con ubicación en Mérida, Yucatán.

Se establecieron pluviómetros dentro de tres milpas representativas (Figura 4.2.1), que fueron MILPA 1PP (milpa uno Pedro Poot), MILPA 2AC (milpa dos Antonio Cuxim) y MILPA 3FC (milpa tres Faustino Chi). Se estableció un pluviómetro por milpa, en lugares suficientemente despejados para que la lluvia se depositara sin interferencias, con la finalidad de obtener datos más precisos.

Las mediciones fueron registradas diariamente comenzando en el mes de mayo de 2017 y concluyendo en el mes de febrero de 2018 que fue el periodo en el que las especies culminaron sus etapas fenológicas.

Para el registro de los datos se utilizó un formato (ANEXO 4) que incluyó información sobre el propietario de la milpa, fecha y hora en que se tomó el registro y cantidad captada de precipitación en cm, valores que posteriormente fueron convertidos a mm de acuerdo a su equivalencia.



Figura 4.3.1 Milpas bajo registro de datos pluviométricos en Xoy, Yucatán durante el ciclo productivo de 2017-2018. (a) NT: Nal Tel, C: Cubana; (b) ST: Sak Tux, XN: Xnuk Nal; (c) NT: Nal Tel, XN: Xnuk Nal; ha: hectárea.

4.2.3. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de precipitación en Xoy, permitieron realizar una comparación con el registro histórico de 1960-2018 emitidos por la CONAGUA. Cabe aclarar que los registros históricos corresponden al municipio de Peto, cabecera municipal de la comunidad de Xoy, distanciados entre sí a 2 km aproximadamente.

Se generó una base de datos con información a partir del 19 de mayo del 2017 hasta el 28 de febrero de 2018 obteniéndose la media, desviación estándar, mínimos y máximos de la precipitación pluvial registrada en la comunidad de Xoy. Se graficaron los datos de precipitación reportados en mm, para las tres diferentes milpas, realizando diagramas integrales (diferenciales) y gráficas comparativas entre las fases fenológicas y los datos de precipitación registrados, mediante el programa R Versión 3.5.1 (R Core Team, 2018).

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación promedio, para las tres milpas de estudio, a lo largo de los meses evaluados en Xoy indicó tres meses con mayor registro de lluvias, el valor máximo ocurrió en el mes de junio, seguido de una disminución de precipitación (sequía intraestival) en los meses de julio y agosto; y un nuevo despunte de precipitación en el mes de septiembre, reduciéndose de nueva cuenta la cantidad de lluvia, hasta alcanzar un tercer aumento con un valor de 0.76 mm en el mes de enero (Figura 4.3.1).

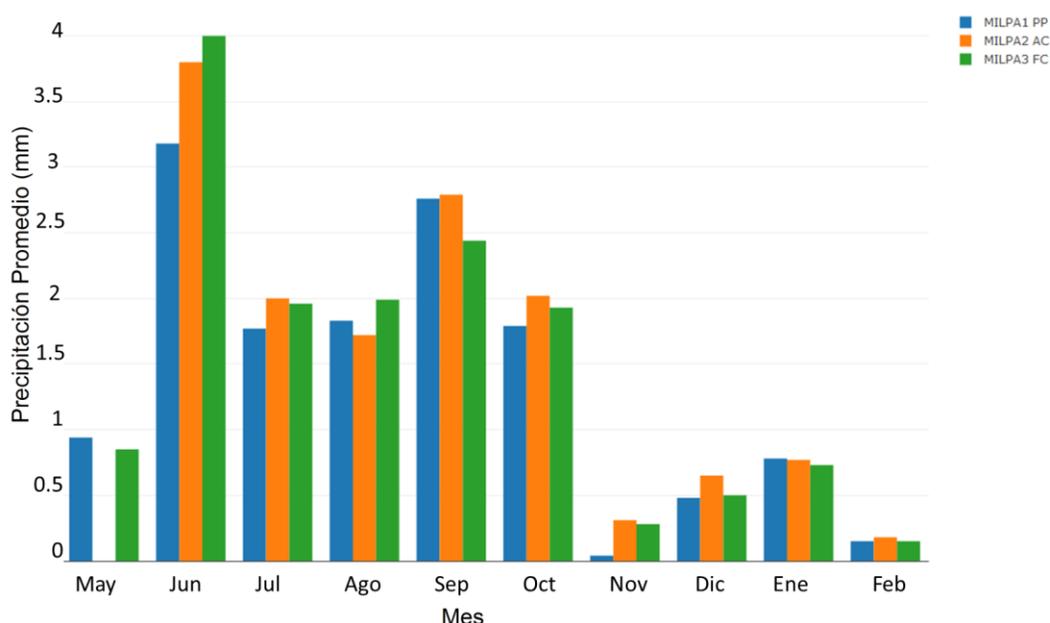


Figura 4.3.4 Precipitación promedio (mm) en tres milpas de estudio de la comunidad de Xoy, Yucatán durante el ciclo productivo 2017-2018.

En los estadísticos descriptivos para cada uno de los sitios evaluados se observó que el valor promedio la MILPA 3FC fue el que contó con un dato ligeramente mayor; sin embargo, la MILPA 2AC obtuvo el valor máximo en precipitación, así como mayor desviación estándar (Cuadro 4.3.1).

Comparando estos datos con el registro histórico reportado por la Estación 31022 de Peto, Yucatán en el periodo comprendido de 1960 a 2018 (Figura 4.3.2), se observó que los valores registrados en la comunidad de Xoy de 2017 a 2018 se encuentran por debajo de todos los valores registrados en la ciudad de Peto.

Cuadro 4.3.1 Precipitación promedio, desviación estándar, valores mínimos y máximos registrados en tres sitios de estudio, en Xoy, Yucatán.

Sitio	Promedio (mm)	DE	Mínimo	Máximo
MILPA 1PP	2.13	0.80	0.00	29.74
MILPA 2AC	2.17	1.28	0.00	35.42
MILPA 3FC	2.26	1.02	0.00	33.62

DE: Desviación Estándar, PP: Pedro Poot, AC: Antonio Cuxim, FC: Faustino Chi.

En la Figura 4.3.2., se presentan los registros históricos (1960-2018) de la precipitación promedio en Peto, Yucatán, por periodos de 10 años, encontrando que durante el periodo de 1990-1999 (marcado en color verde esmeralda) la precipitación promedio recibida en el mes de mayo y junio fue muy cercana. Contrario a lo que se presenta en el periodo 2010-2018 (marcado en color amarillo) donde mayo tuvo baja precipitación y junio tuvo el valor más alto de todo el histórico. Es a partir de este periodo (2010-2018) donde el mes de junio comienza a figurar como el mes de mayor precipitación, cuando en los periodos anteriores era septiembre.

En la Figura 4.3.2 también se grafican los valores de precipitación promedio registrados en Xoy, Peto, Yucatán, encontrando que en todos los meses los valores (marcado en color negro) estuvieron por debajo de los registros históricos, lo cual puede sugerir de un ambiente particular en la comunidad de Xoy, posiblemente de un microclima con características distintas a la zona donde se ubica con valores de lluvia más bajos que lo reportado en Peto.

Graficando los meses a lo largo de los años (Figura 4.3.3) del registro histórico, se observa que septiembre es el mes de mayor precipitación promedio entre los años 1960 y 1989. Sin embargo, en el periodo de 1990-1999, el mes de agosto registra la mayor precipitación. A partir del año 2000 el mes de mayor precipitación fue de nueva cuenta septiembre. Y en el periodo 2010-2018 así como en los datos de Xoy (2017-2018) el mayor valor fue en junio. Esto sugiere cambios en la distribución de las precipitaciones a lo largo de los años, afectando a los milperos quienes tienen que adaptarse a estas circunstancias tan cambiantes del entorno para lograr el éxito en sus cultivos.

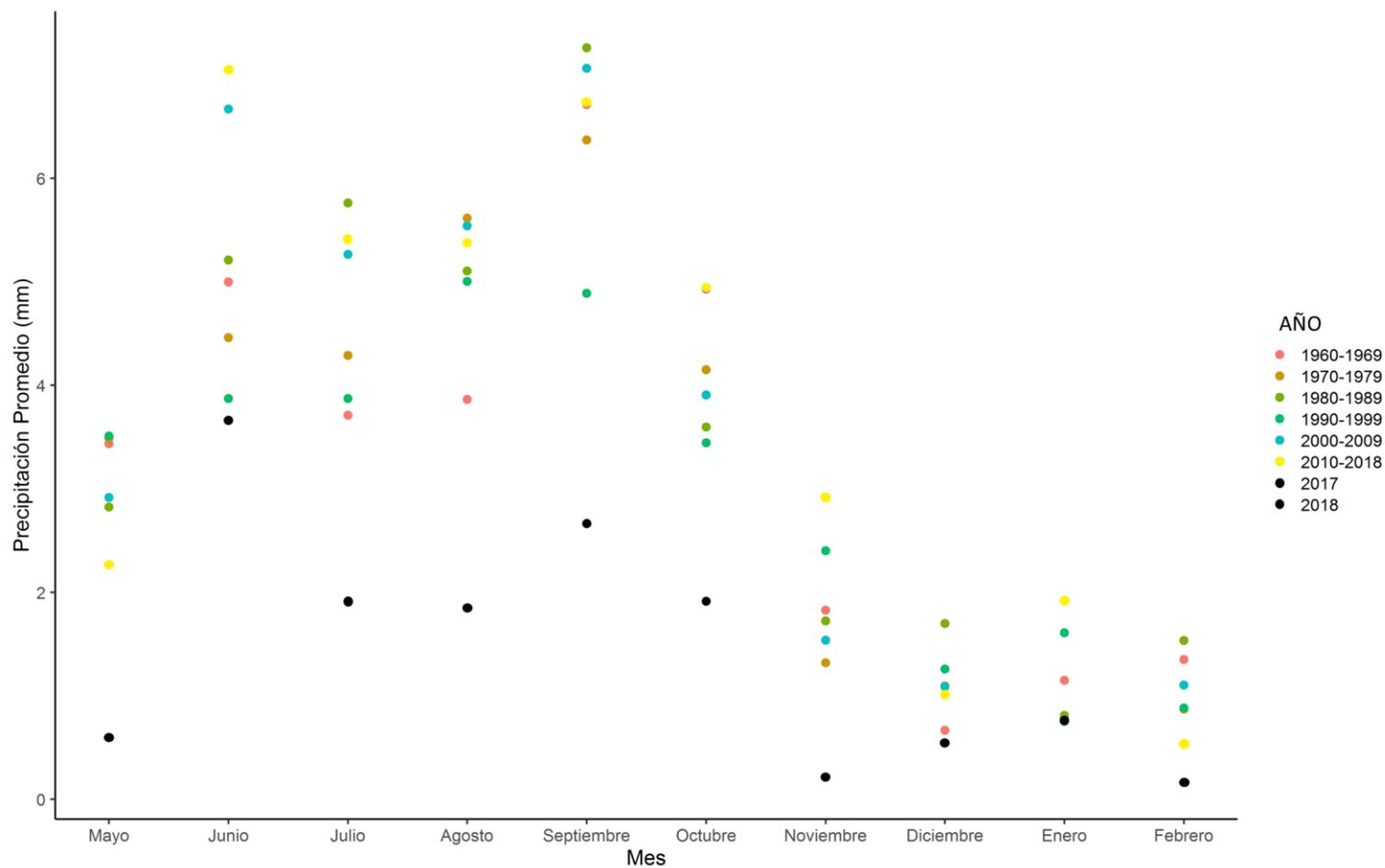


Figura 4.3.2 Registro histórico de promedios mensuales de precipitación (mm) en Peto de 1960-2018, y registro de la comunidad de Xoy de 2017-2018.

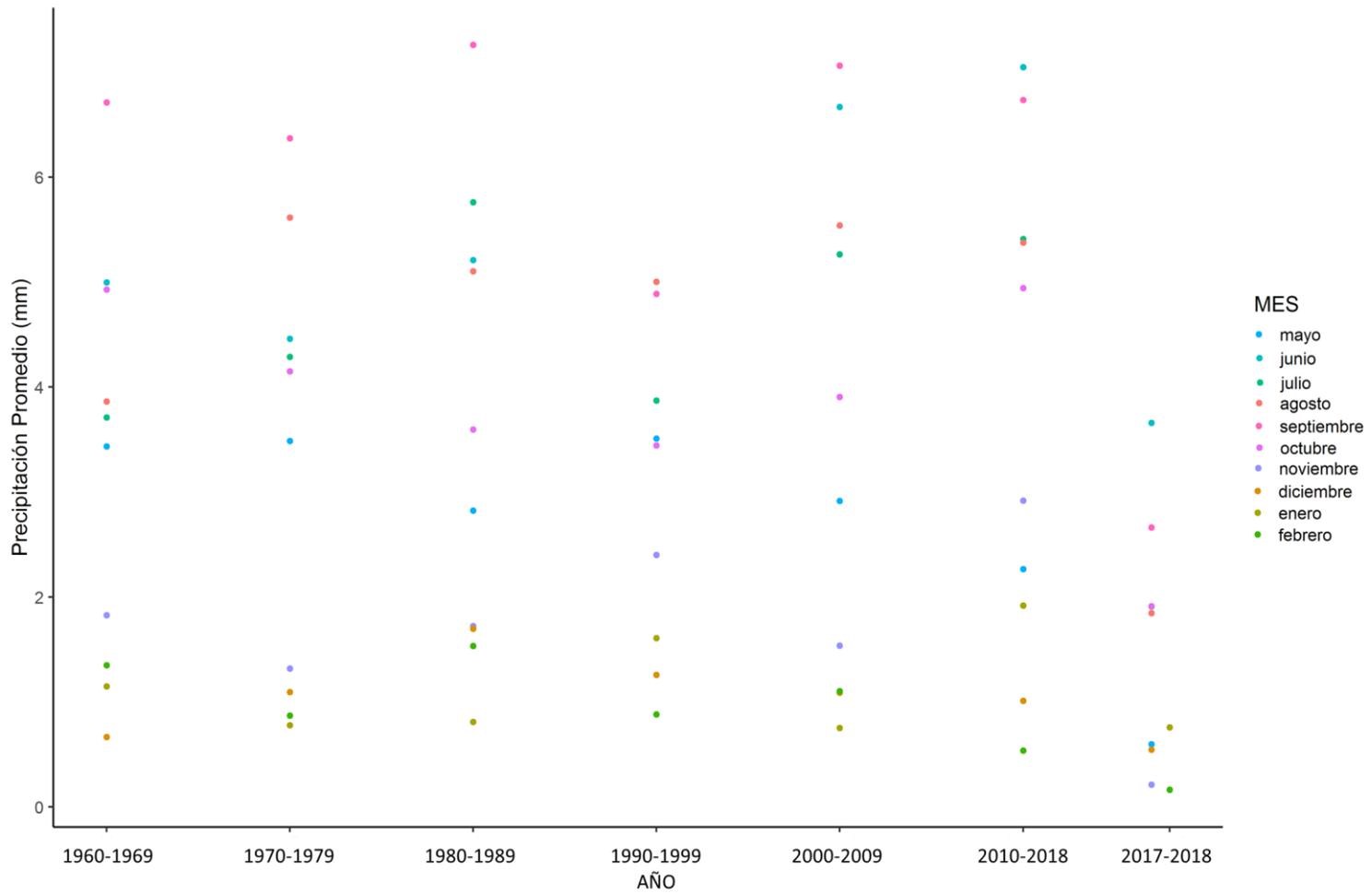


Figura 4.3.3 Precipitación promedio anual (mm) en Peto durante el período 1960-2018 y en Xoy de 2017-2018.

Para determinar si existieron diferencias entre los valores de precipitación registrados en la comunidad de Xoy, con respecto al registro histórico, se obtuvieron los valores de desviación estándar para cada uno de los meses que duró la etapa fenológica, es decir, durante los cambios visibles que se fueron presentando en el proceso de desarrollo de los cultivos.

En maíz, las etapas fenológicas se dividen en dos grandes categorías que son la vegetativa y reproductiva. Además, las etapas de crecimiento se pueden agrupar en cuatro grandes períodos: crecimiento de las plántulas a los 9 días después de la siembra (dds), crecimiento vegetativo a los 55 dds, floración y fecundación a los 59 dds, llenado de grano y madurez a los 112 dds, estos días basados en tierras bajas tropicales y con datos generales para *Zea mays* L. (OECD, 2003).

En frijol las etapas de desarrollo son siembra, fase vegetativa que dura 35 dds en *P. vulgaris* y 130 dds en *P. lunatus* en promedio, y fase reproductiva que abarca la prefloración (primer botón o racimo floral), floración, formación de vainas y llenado de vainas que puede ser de 88 dds en *P. vulgaris* y de 183 dds en *P. lunatus*, finalizando con la madurez de cosecha a los 100 dds en *P. vulgaris* y 210 dds en *P. lunatus* (Fernández *et al.*, 1986).

En calabaza, las etapas fenológicas son siembra, fase vegetativa, fase reproductiva con la presencia de yemas florales, amarre de fruto, inicio del desarrollo del fruto y terminación de desarrollo del fruto finalizando con la cosecha de acuerdo a madurez comercial o fisiológica. Para *C. moschata* la germinación debe ocurrir en el plazo de siete a 14 dds, la aparición de hojas comienza aproximadamente después de los 10 días a partir de la germinación, la presencia de yemas a los 74 dds, el amarre del fruto a los 90 dds la terminación de desarrollo del fruto a los 100 dds, aunque este lapso puede variar; si la cosecha es para verdura se da a los 150 dds y si es para semilla a los 210 dds (CONABIO, 2017). Para *C. argyrosperma* las etapas fenológicas son las mismas que para *C. moschata* variando en los días de cada proceso de desarrollo, siendo la germinación de 14 dds, la aparición de hojas a los 24 dds, presencia de yemas a los 60 dds, amarre del fruto a los 75 dds, inicio de desarrollo del fruto a los 90 dds y termina a los 120 dds, siendo la cosecha a los 150 dds para semilla, principal uso que se le da a *C. argyrosperma* en Yucatán (CONABIO 2017).

En las especies evaluadas en Xoy, únicamente se registraron etapas fenológicas generales como siembra, fase reproductiva registrando la floración, fructificación, dobla (en el caso de maíz por ser una actividad tradicional en las milpas de Yucatán) y cosecha. Encontrando que en maíz el ciclo de cultivo total va desde los 75 hasta los 225 días, esto es de siete meses aproximadamente desde la siembra hasta la cosecha; en ib fue de 90 a 210 días el ciclo de cultivo; en frijol fue de 90 días y en calabaza fue de 210 días para *C. moschata* y de 120 días para *C. argyrosperma* el ciclo de cultivo.

La Figura 4.3.4 compara la precipitación acumulada (mm) con las fases fenológicas de las especies bajo evaluación en las milpas de Xoy.

En todos los meses los valores de desviación estándar no se sobreponen, en la Figura 4.3.4, indicando diferencias en precipitación con respecto al histórico. Todos los cultivos presentes en las milpas de Xoy durante la evaluación 2017-2018 recibieron cantidades de agua por debajo de los valores de referencia óptimos que son 350 mm para frijol e ib, 390 mm para calabaza y 600 mm para maíz (Vía Rural, 2018; Bautista, 2012 y García *et al.*, 2001).

En cuanto a la fenología de las especies presentes en las milpas, se observa un ajuste en las actividades de siembra por parte de los milperos, realizándose en los meses más elevados de precipitación registrados en Xoy. Es importante mencionar que años atrás, la costumbre de sembrar en el mes de mayo se hacía latente entre los milperos, específicamente el 15 de mayo, de acuerdo a la cosmovisión en aspectos religiosos para los milperos, al ser el día de veneración de sus santidades relacionadas a las ceremonias agrícolas tradicionales, específicamente para la petición de lluvias en las milpas. Sin embargo, actualmente la tendencia de sembrar a partir de junio ha ido aumentando en la población milpera debido a la cantidad de lluvias que se registran en dicho mes.

La floración en las especies de ib y calabaza se presenta justo en los meses de mayor precipitación en Xoy. Sin embargo, para maíz la floración ocurre en la sequía intraestival y para frijol, última especie sembrada, la floración se presentó en los remanentes de lluvias.

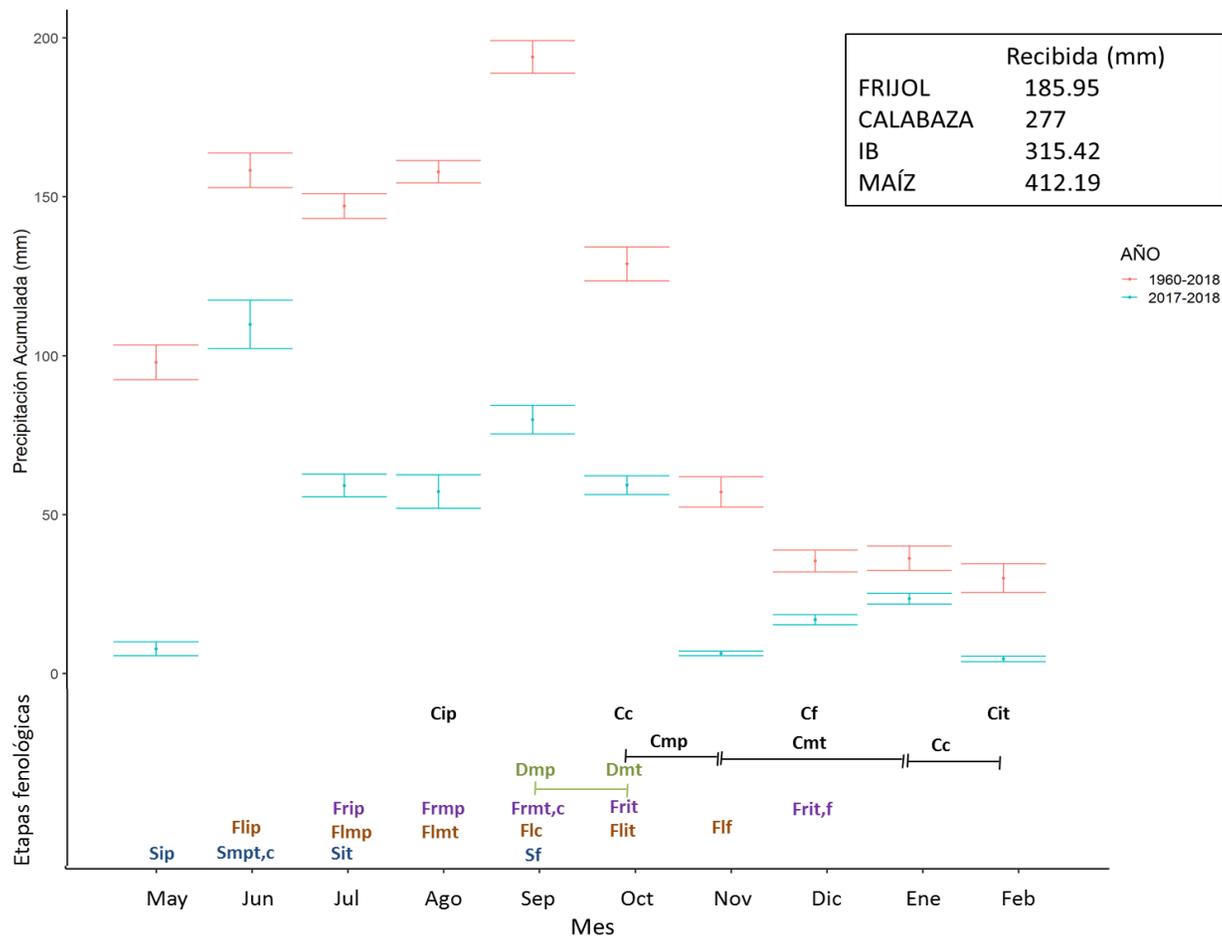


Figura 4.3.4 Gráfica comparativa de la fenología de las especies con la precipitación acumulada (mm) registrada en las milpas de estudio en Xoy, Yucatán. S: Siembra; Fl: Floración; Fr: Fructificación; D: Doble; C: Cosecha; m: maíz; p: precoz; t: tardío; c: calabaza; i: ib; f: frijol. Líneas verticales roja y azul: desviación estándar para cada mes. Esquina superior derecha: Valores de precipitación recibidos por cultivo en Xoy.

La fructificación, ocurrió de julio a diciembre, el ib fue la primera especie en llegar a esta etapa, por ser una variedad precoz (Xmejen ib). Sin embargo, también se contó con variedades tardías (Xnuk ib) sembradas por parte del milpero.

Para el caso particular de maíz, se cuenta con la actividad de dobla, que consiste en quebrar el tallo desde la parte media, a manera de que el ápice de la mazorca quede orientado hacia el suelo. Esta actividad evita la entrada de humedad en mazorcas, facilitando el secado de las mismas y evita la depredación por aves. Es interesante que dicha actividad se realice por los milperos en las etapas finales de precipitación, lo que indica su gran capacidad de observación de acuerdo al comportamiento de las lluvias.

Finalmente, la cosecha se da a partir del mes de agosto y culminando en febrero, lo que indica que únicamente se cuenta con tres meses (marzo, abril y mayo) para realizar actividades de limpieza, o bien, de desmonte de nuevas áreas para iniciar de nueva cuenta el ciclo de las milpas.

En la Figura 4.3.5 se presentan para cada variedad las diferentes fases fenológicas, así como la precipitación promedio (mm) recibida. Los materiales precoces en cuanto a producción temprana, en maíz, corresponden a la raza Nal Tel; en ib a la variedad Xmejen y en calabaza a la variedad Xtop. Los materiales tardíos, en producción, en maíz son la raza Xnuk Nal, la variedad Sak Tux y la variedad Cubana; en ib la variedad Xnuk ib y en calabaza la variedad Xmejen K'um.

Una variedad de ib precoz (IXMbNP) fue sembrada en los primeros días de mayo, cuando aún no se registraban precipitaciones favorables para la germinación de semillas en las milpas. Otro caso extremo fue en frijol (FXMnNP y FXMnPP), donde todas sus etapas fenológicas fueron en los meses de menor precipitación afectando su óptimo desarrollo y productividad, lo que se ve reflejado en los bajos valores reportados de 0.03 a 2 kg.

Es importante recordar que la productividad puede estar influenciada por la densidad de siembra, esto es, si la superficie destinada para el crecimiento de un cultivo en particular es mayor con respecto a otro, el primero se verá favorecido en cuanto a productividad. La productividad también está relacionada indirectamente con el periodo de barbecho (descanso) otorgado a los suelos destinados a las milpas. Se reporta que, a menor precipitación en un sitio, mayor debe ser el periodo de barbecho (Rodríguez y Arias, 2014).

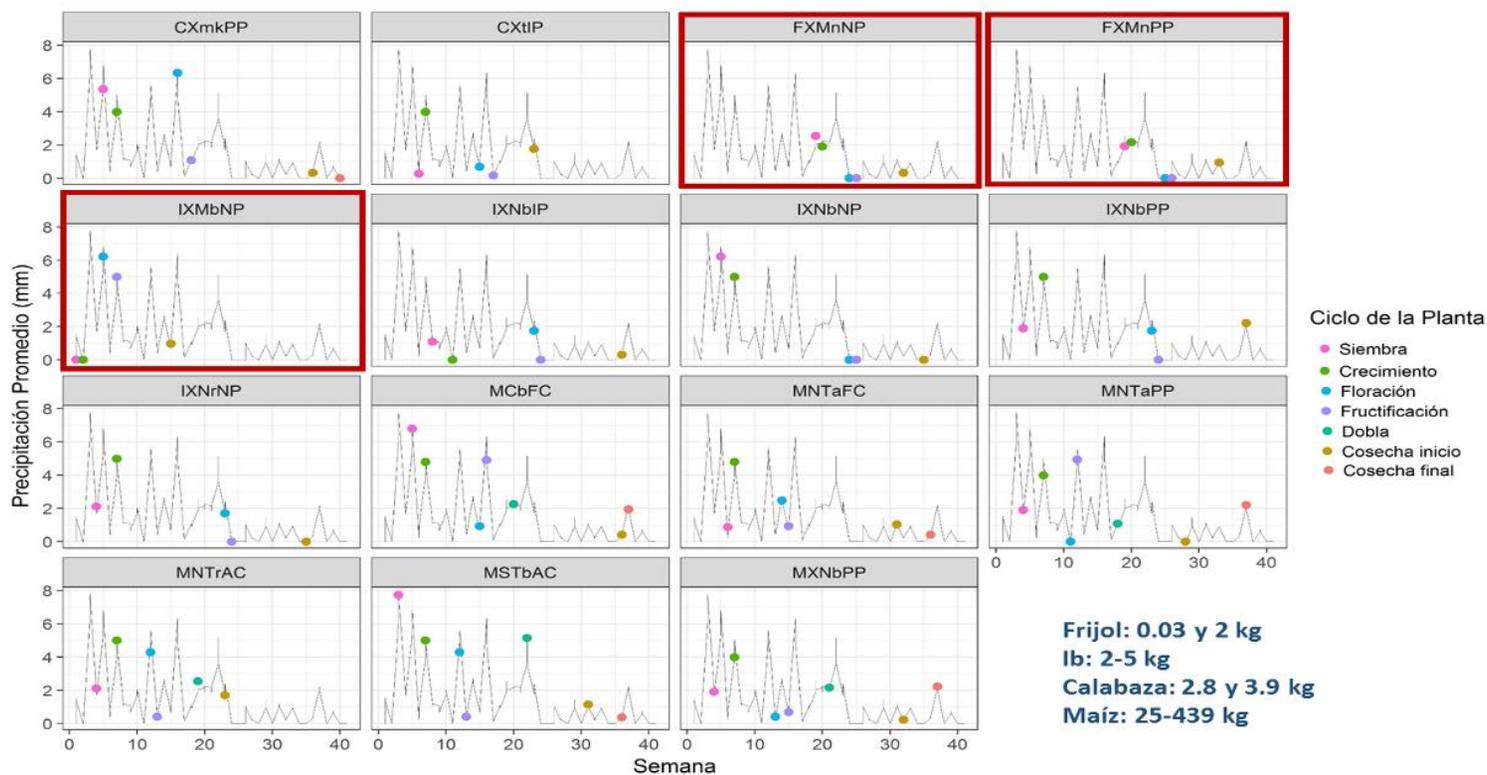


Figura 4.3.5 Fases fenológicas por variedad de las especies presentes en las milpas de Xoy y su relación con la precipitación promedio (mm) en el ciclo productivo 2017-2018. CXmkPP: Calabaza Xmejen K'um Pedro Poot; CXtIP: Calabaza Xtop Ignacio Poot; FXMnNP: Frijol Xmejen bu'ul negro Nazario Poot; FXMnPP: Frijol Xmejen bu'ul negro Pedro Poot; IXMbNP: Ib Xmejen blanco Nazario Poot; IXNbIP: Ib Xnuk blanco Ignacio Poot; IXNbNP: Ib Xnuk blanco Nazario Poot; IXNbPP: Ib Xnuk blanco Pedro Poot; IXNrNP: Ib Xnuk rojo Nazario Poot; MCbFC: Maíz Cubana blanco Faustino Chi; MNTaFC: Maíz Nal Tel amarillo Faustino Chi; MNTaPP: Maíz Nal Tel amarillo Pedro Poot; MNTrAC: Maíz Nal Tel rojo Antonio Cuxim; MSTbAC: Maíz Sak Tux blanco Antonio Cuxim y MXNbPP: Maíz Xnuk Nal blanco Pedro Poot. Esquina inferior derecha: datos de productividad promedio para los cultivos, kg: kilogramos.

En Xoy se reporta 1,050 mm como media anual de precipitación (Dzib-Aguilar *et al.*, 2011) con un tiempo muy prolongado de uso de suelo, lo que resulta en bajos rendimientos en los cultivos (Cuadro 4.3.2). En otra comunidad milpera como Yaxcabá, Yuc., la precipitación media anual es de 1,118.3 mm con un barbecho de siete a 15 años (Rodríguez y Arias, 2014).

Cuadro 4.3.2 Rendimientos obtenidos y esperados para las poblaciones de maíz, ib, frijol y calabaza en milpas de Xoy, Yucatán.

Poblaciones	Superficie (ha)	Rendimiento obtenido* (kg)	Rendimiento esperado** (kg)		
Maíz					
XNbPP	0.68	439.3	2404.48		
NtaPP	0.16	27.74	510.47		
STbAC	0.84	31.17	3308.47		
NTrAC	0.048	37.56	132.45		
CbFC	0.67	24.84	3319.99		
NTaFC	0.16	43.92	513.25		
ib					
XMbNP	0.04	5	573.39		
XNbNP	0.08	2	107.52		
XNrNP	0.08	2.9	267.05		
XNbIP	0.072	2	384.02		
XNbPP	0.48	2	1320.72		
Frijol					
XMnNP	0.0015	0.033	2.52		
XMnPP	0.01	2	205.88		
Calabaza					
		Semilla	Fruto	Semilla	Fruto
XmkPP	1.14	3.5	87.95	174.87	4354.8
XtlP	0.25	2.5	47.59	39.78	752

* Rendimiento registrado en estudios de caso de milpas evaluadas, ** Rendimiento basado en la densidad de plantas y frutos y peso de semillas; ha: hectárea; Kg: kilogramos; XNbPP: Xnuk Nal blanco Pedro Poot; NtaPP: Nal Tel amarillo Pedro Poot; STbAC: Sak Tux blanco Antonio Cuxim; NTrAC: Nal Tel rojo Antonio Cuxim; CbFC: Cubana blanco Faustino Chi; NTaFC: Nal Tel amarillo Faustino Chi; XMbNP: Xmejen ib blanco Nazario Poot; XNbNP: Xnuk ib blanco Nazario Poot; XNrNP: Xnuk ib rojo Nazario Poot; XNbIP: Xnuk ib blanco Ignacio Poot; XMnPP: Xnuk ib blanco Pedro Poot; XMnNP: Xmejen bu'ul negro Nazario Poot; XMnPP: Xmejen bu'ul negro Pedro Poot; XmkPP: Xmejen K'um Pedro Poot; XtlP: Xtop Ignacio Poot.

La cantidad de agua disponible para el cultivo a lo largo de su ciclo de vida puede afectar los rendimientos. Durante el ciclo agrícola 2017-2018, el cultivo de frijol tuvo poca disponibilidad de agua durante su crecimiento resultando en rendimientos muy bajos, además de la pequeña superficie de siembra destinada para este cultivo. La fecha de siembra es uno de los factores que influyen en el rendimiento (Burgos *et al.*, 2000) por lo

que, una fecha adecuada para realizar esta actividad sería en los meses de mayor precipitación, lo cual permitiría contar con productividad más elevada, tanto en frijol como en los demás cultivos.

4.4. CONCLUSIÓN

La precipitación pluvial registrada durante el ciclo agrícola 2017-2018 en las milpas de estudio resultó ser menor a los valores reportados por diversos autores, de acuerdo a los valores recomendados por cultivo, afectando los rendimientos de las especies de la milpa en especial de frijol y calabaza.

A pesar de obtener bajos rendimientos en las milpas, se observó una tendencia de manejo entre los milperos de Xoy de sembrar en un mismo espacio especies precoces y tardías sobre todo en maíz e ib, lo que les permite contar con producción en diferentes momentos del año, asegurando así la disponibilidad de alimento para ellos y sus familias.

Los milperos son grandes conocedores de su entorno y adecúan sus actividades de manejo de la milpa de acuerdo a las condiciones ambientales que se den durante el ciclo agrícola, lo que resulta en especies y variedades en maíz, frijol, ib y calabaza, adaptadas a las condiciones ambientales que imperan en la región. Por lo que, elegir fechas adecuadas de siembra sobre todo en el cultivo de frijol, puede generar aumentos en su rendimiento, favoreciendo así la conservación de este germoplasma.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS

5.1. CONCLUSIONES

La milpa en Xoy, Yucatán ha resistido a fuertes cambios en aspectos socioculturales y ambientales.

El periodo de barbecho ha disminuido por la razón del gran esfuerzo físico que se requiere para tumbar una nueva superficie de monte, además del riesgo que implica para el milpero el no encontrar espacios idóneos para la siembra, lo que determina su permanencia en un solo sitio a largo plazo.

El rendimiento obtenido en las milpas es resultado de la sobreexplotación de los suelos y también de la cantidad de precipitación pluvial recibida por los cultivos durante el ciclo agrícola, ya que cada fase fenológica de las plantas presenta requerimientos hídricos muy particulares. Ante la irregularidad de las lluvias, el milpero tiene que adaptar las fechas de siembra y las demás actividades que se desencadenan a partir de ésta para alcanzar la cosecha.

Las cantidades cosechadas destinadas para consumo no alcanzan a suplir las necesidades alimenticias de las familias para todo un año, por lo que, el milpero opta por la compra en expendios, sobre todo para maíz. En consecuencia, los almacenes rústicos (trojes) se han visto afectados, reduciendo su presencia debido a los bajos rendimientos de las milpas aunado a la edad avanzada del milpero donde la construcción de una nueva troje demanda un gran esfuerzo físico.

El aspecto sociocultural ejerce una significativa presión sobre la diversidad de especies y la cantidad sembrada en las milpas. Familias numerosas favorecen un mayor consumo en la producción de las milpas. Los animales de traspatio, que poseen muchas familias en la comunidad, aumentan los porcentajes de consumo. A mayor consumo, mayor superficie de siembra y mayor diversificación en las milpas. Los factores socioculturales son los que han favorecido la continuidad de la milpa y probablemente determinen su futuro, por lo

que la milpa se presenta como un sistema complejo, donde el manejo particular que el milpero realiza sobre ella la vuelve única. Estudiarlo desde diferentes enfoques permite tener un panorama más integral para su conservación.

5.2. PERSPECTIVAS

Estudios enfocados en revalorizar la milpa bajo el aspecto sociocultural, ambiental y económico deben ser realizados para incrementar el interés en su estudio. La importancia de abarcar todos estos aspectos se debe a que la milpa engloba múltiples factores susceptibles a cambios en el tiempo, como la mano de obra disponible en la actualidad para la actividad milpera, los espacios disponibles de tierra para uso de la milpa, la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, por mencionar algunos.

Incursionar en temas fisiológicos y genéticos que permitan dar un aporte de la adaptabilidad de las especies y variedades ante las condiciones ambientales particulares de cada región podría aportar información muy valiosa sobre todo en la plasticidad y resistencia a sequía en las milpas.

Se requiere continuar con estudios que abarquen la diversidad en el cultivo de calabaza a nivel regional puesto que pocos estudios se han reportado para este cultivo. En frijol se requiere de nuevas estrategias de cultivo que permitan tener a disposición la humedad en el ambiente y los suelos, puesto que las condiciones de sequía en las milpas de temporal impiden su adecuado desarrollo afectando su rendimiento. De no ser así, paulatinamente este cultivo dejará de estar presente en las milpas. En maíz, variedades como el Ek Ju'ub cuentan con un gran potencial productivo que debe considerarse. En varias comunidades del estado de Yucatán esta variedad es difícil de encontrar bajo siembra en las milpas, una de las razones es su susceptibilidad ante humedades altas y al almacenaje por largos periodos de tiempo debido a la composición química del grano, interesante para su estudio.

Profundizar en temas relacionados a la milpa permitirá contar con un panorama completo de la situación actual de las milpas en la región maya, por lo que, la participación de un grupo de trabajo interdisciplinario permitirá reforzar aspectos relacionados a su conservación y revalorización.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Buylla, R. E., G.A. Carreón, T.A. San Vicente (2011). Haciendo milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. pp. 95.
- Arias Reyes, L., D. Jarvis, D. Williams, L. Latournerie, F. Márquez, F. Castillo, P. Ramírez, J.L. Chávez, R. Ortega, J. Ortiz, E. Sauri, J. Duch, J. Bastarrachea, M. Guadarrama, E. Cázares, V. Interián, D. Lope, T. Duch, J. Canul, L. Burgos, T. Camacho, M. González, J. Tuxill, C. Eyzaguirre y V. Cob (2004). Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México. En: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Chávez-Servia, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp. 36-46.
- Arias-Reyes, L., L. Latournerie, L., S. Montiel, E. Sauri (2007). Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Universidad y Ciencia*, 23, 69-74.
- Badui, D.S. (2006). *Química de los Alimentos*. 4ª Edición. Editorial Pearson Educación. México. pp. 197.
- Barrera-Marín, A. 1979. La Etnobotánica. En: *La Etnobotánica: Tres puntos de vista y una perspectiva*. Barrera, A. (ed). Cuadernos de Divulgación de INIREB, 5: 19-24.
- Bautista, F. (2017). *Suelos, ambiente y algo más*. Skiu. Ciudad de México, México, pp. 140.
- Bautista, S. A. (2012). Cultivo de frijol. [Online] (Actualizado 17 septiembre 2012). Disponible en: <https://es.slideshare.net/labautistas/cultivo-de-frijol> [Acceso 8 mayo 2018].
- Bautista-Zúñiga, F., J. García, A. Mizrahi (2005). Diagnóstico campesino de la situación agrícola en Hocabá, Yucatán. *Terra Latinoamericana*, 23, 571-580.

- Borges-Gómez, L., B.A. Escamilla, F.M. Soria, V.V. Casanova (2005). Potasio en suelos de Yucatán. *Terra Latinoamericana*. 23, 437-445.
- Bracamonte y Sosa, P., Q.J. Lizama y R.G. Solís (2011). Un mundo que desaparece. Estudio sobre la región maya peninsular. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, México, D.F. pp. 220.
- Burgos M.L., J.L. Chávez y J. Ortiz (2004). Variabilidad morfológica de maíces criollos de la península de Yucatán, México, en: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales, Chávez-Servia, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp. 58-66.
- Burgos, M.L., S.J. Chávez, P.R. Ortega, C.J. Ortiz, K.J. Canul, U.J. Cob y R.L. Arias (2000). Variabilidad morfológica en una muestra amplia de maíces criollos de la Península de Yucatán. In: Zavala G.F., R. Ortega P., J.A. Mejía C., I. Benítez R. y H. Guillén A. (eds). Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo, México, p. 110.
- Cálix-de Dios, H., B.M. Sánchez y N.Y. Canul (2016). Cambios en la agricultura de la zona maya de la península de Yucatán, México. *Agronomía Tropical*, 66, 167-185.
- Canul-Ku, J., P.V. Ramírez, F.G. Castillo y J.L. Chávez (2005). Diversidad morfológica de calabaza cultivada en el centro-oriente de Yucatán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 28, 339-349.
- Castillo C.J. y O.J. Jiménez (2004). El papel de los abonos verdes y cultivos de cobertura en la milpa y algunas implicaciones de su adopción en Yucatán. En: Problemática Campesina, Retos y Perspectivas de la Investigación y el Servicio para el Mejoramiento de la Milpa en Yucatán. Rosales, G.M., F.I. Solís y S.A. Ayala. Museo Regional de Antropología, Mérida, Yucatán, México. pp. 49-59.
- Cázares Sánchez, E. y J.G. Duch (2004). La diversidad genética de variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias, en: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales.

- Chávez-Servia, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp. 250-255.
- Chávez, S.J., Canul, K.J., Burgos, M.L. y Márquez S.F. (2004). Beneficios potenciales del mejoramiento participativo del maíz en el sistema de roza-tumba-quema de Yucatán, México. En: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Chávez-Servia J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (Eds.), Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. pp. 75-187.
- CIBCEC (2003). Xoy. Ubicación y medio físico. Relieve y clima. [Online] (Actualizado 2005). Disponible en:
<http://www.microrregiones.gob.mx/cedulas/localidadesDin/ubicacion/relieve.asp?micro=SUR&clave=310580048&nomloc=XOY> [Acceso 20 abril 2017].
- Clarke, K.R. and R.N. Gorley (2015). PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth.
- CONABIO (2012). Usos de la Milpa. Portal Biodiversidad Mexicana. [Online] (Actualizado 2018). Disponible en:
<https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/alimentacion/milpa.html> [Acceso 16 febrero 2019].
- CONABIO (2017). Auyama *Cucurbita moschata*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. pp. 26.
- CONABIO (2017). *Cucurbita pepo pepo*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. pp. 12.
- CONABIO (2017). Cushaw *Cucurbita argyrosperma argyrosperma*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. pp. 25.
- Cuánalo-de la Cerda, H.E. y R.C. Uicab (2006). Resultados de la investigación participativa en la Milpa sin Quema. Terra Latinoamericana, 24, 401-408.

- Delgado-Salinas, A., R. Bibler y M. Lavin (2006). Phylogeny of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae): A recent diversification in an Ancient Landscape. *Systematic Botany*, 31, 779-791.
- Dzib-Aguilar, L.A., J.C. Segura, R.O. Paczka, L. Latournerie (2011). Cruzas dialélicas entre poblaciones nativas de maíz de Yucatán y poblaciones mejoradas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 119-127.
- Dzib-Aguilar, L.A., P.R. Ortega y C.J. Segura (2016). Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíces criollos en la Península de Yucatán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19, 51-59.
- Eastmond, A. y A.G. De Fuentes (2006). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, Durán, R. y M. Méndez (eds). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, pp. 98-104.
- ECPGR Working Group on Cucurbits (2008). Minimum descriptors for *Cucurbita* spp., cucumber, melon and watermelon. pp. 13.
- Esquinas, A.J. y P.J. Gulick (1983). Genetic Resources of Cucurbitaceae: a global report. IBPGR Secretariat, Rome, Italy. pp. 112.
- Estrada, M.H., B.S. Franco, A.A. Moreno, G.A. Morales y R.O. Álvarez (2014). Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS). Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE). Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 138
- Evans, S.R. (1990). Etnobotánica. Catálogo del Museo de Etnobotánica de Córdoba, pp. 197-406.
- Fernández, C.F., Gepts P. y López M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 34.
- Ferriol, M., B. Pico y F. Nuez (2003). Inicio del establecimiento de una colección nuclear de variedades tradicionales de *Cucurbita* spp. y *Lagenaria siceraria*. *Actas de*

- Horticultura. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Pontevedra, España, 39, 90-91, en: Comparación morfológica de frutos y semillas de auyama (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam) (2010). Cásares, E., K. Piña, T. Berrío y N. Leal. Rev. Unell. Cienc. Tec., 28, 32-36.
- FIRA, Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (2016). Programa Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Frijol 2016. pp. 37.
- García-De Fuentes, A.G. y J. Morales (2000). Dinámica regional de Yucatán 1980-2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 42, 157-172.
- García, P. F, J.C. Gaona, K. Honda, T. Sakai (2001). Normas de riego en los cultivos de pepino, calabacita y tomate de cáscara. En Desplegable Informativa No. 25. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro Campo Experimental "Zacatepec". Zacatepec, Morelos, México. pp. 5
- García Quintanilla, A. (1999). Las mujeres y la nueva milpa: Equidad genérica en la agricultura peninsular del mañana. Nah Molay. Primer Congreso de Mujeres Mayas (Mayan Women First Congress). UNIFEM. Mérida, Yuc. pp. 114-123.
- González-Huerta, A., L.G. Vázquez, J.C. Sahagún, J.P. Rodríguez y D.L. Pérez (2007). Rendimiento del maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca. Agricultura Técnica en México, 33, 33-42.
- Güemez, P.M. (2015). Almud, fanega, cuarta y cuartillo. [Online] (Actualizado 2019). Disponible en: <https://sipse.com/opinion/almud-fanega-cuarta-cuartillo-columna-miguel-guemez-pineda-173951.html> [Acceso 18 febrero 2019].
- Hernández, X. E., B.E. Bello y T.S. Levy (1995a). Agricultura tradicional en México, en: La milpa en Yucatán. Un Sistema de Producción Agrícola Tradicional. Tomo 1,

- Hernández, X. E., B.E. Bello y T.S. Levy (ed). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 15-34.
- Hernández, X. E., B.E. Bello y T.S. Levy (1995b). La milpa en Yucatán. Un Sistema de Producción Agrícola Tradicional. Tomo 2. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 642.
- IBM Corp. Released (2010). IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) (1982). *Phaseolus vulgaris* Descriptors. Plant Production and Protection Division. FAO. Rome, Italy. pp. 37.
- INEGI (2017). Espacio y Datos de México. [Online] (Actualizado 2017). Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=31> [Acceso 30 enero 2017].
- Jouault, S., S. F. Enseñat, S. C. Balladares (2018). La milpa maya en Yucatán: ¿una transición entre la patrimonialización y la turistificación? *Gremium*, 5, 9-24.
- Lara, P.E., B.L. Caso y F.M. Aliphath (2012). El sistema milpa roza, tumba y quema de los maya itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Contaminación y Medio Ambiente. Ra Ximhai*, 8, 69-90.
- Latournerie-Moreno, L., J.L. Chávez, M. Pérez, C. F. Hernández, R. Martínez, L. M. Arias y G. Castañón (2001). Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*, 12, 41-47.
- Latournerie-Moreno, L., M.E. Yupit, J. Tuxill, E.M. Mendoza, R.L. Arias, N.G. Castañón y S.J. Chávez (2005). Sistema tradicional de almacenamiento de semilla de frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28, 47-53.
- Lazos, E. (1999). La milpa en el sur de Yucatán: Dinámica y crisis. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. pp. 477.

- Lira, R.S., F.L. Eguiarte y M.S. Hernández (2009). Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y/o se cultivan en México. Informe final. CONABIO. México, D.F. pp. 1-107.
- López-Alcocer, J.J., I.R. Lépiz, E.D. González, M.R. Rodríguez y A.E. López (2016). Variabilidad morfológica de *Phaseolus lunatus* L. silvestre de la región occidente de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39, 49-58.
- López-Mazón, S.L., G.N. García y B.G. Ibarra (2012). El maíz (*Zea mays* L.) y la cultura maya. *Biotecnia*, 14, 3-8.
- Martínez-Castillo, J., G.P. Colunga, V.D. Zizumbo (2008). Genetic erosion and *in situ* conservation of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces in its Mesoamerican diversity center. *Genetic Resour Crop Evol* (2008), 55, 1065-1077.
- Martínez, H.E. y D.M. Becerra (2004). Usos y efectos del fuego. [Online] (Actualizado 2017). Disponible en:
http://www.sap.uchile.cl/descargas/suelos/036Uso_y_efecto_del_Fuego.pdf
[Acceso 29 marzo 2017].
- Meza-Vázquez, K.E., R.I. Lépiz, J.A. López y M.R. Morales (2015). Caracterización morfológica y fenológica de especies silvestres de frijol (*Phaseolus*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38, 17-28.
- Mijangos Cortés, J.O., C.J. Martínez, M.L. Latournerie, B.M. Fernández, C.E. Aguilera, P.J. Pérez, M.A. Cámara, P.F. May y P.P. Simá (2013). Colecta de maíces nativos en regiones estratégicas de la Península de Yucatán (Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. FZ014). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México, D.F. pp. 40.
- Mijangos Cortés, J.O., M.L. Latournerie, V.A. Santacruz, S.A. Larqué, C.J. Martínez, G.M. Ortiz, P.E. Ku y P.P. Simá (2017). Relaciones Filogenéticas y Diversidad Genética de las razas Antigua de Maíz Nal Tel y las recientes Dzit Bacal y

- Tuxpeño (Informe Final CONACYT CB 08. Proyecto No. 103441). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yuc. pp. 57.
- Mijangos Cortés, J.O., P.P. Simá, C.E. Aguilera, M.L. Latournerie, A.L. Dzib y M.A. Cámara (2011). Índices de diversidad de maíces nativos de la Península de Yucatán. IV Reunión Nacional de Conservación, Mejoramiento y uso de los Maíces Criollos. En: Relaciones Filogenéticas y Diversidad Genética de las Razas Antigua de maíz Nal Tel y las recientes Dzit Bacal y Tuxpeño (CONACYT CB 08. No. Proyecto 103441). Mijangos Cortés, J.O. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yuc. pp. 57.
- Montilla, R. (2006). Caracterización de frutos y semillas de auyama (*Cucurbita moschata*). Tesis Ing. Agrónomo, UNELLEZ Guanare. pp. 41, en: Comparación morfológica de frutos y semillas de auyama (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam) (2010). Cásares, E., K. Piña, T. Berrío y N. Leal. Rev. Unell. Cienc. Tec., 28, 32-36.
- Moya-García, X., A. Caamal, K.B. Ku, X.E. Chan, I. Armendáriz, J. Flores, J. Moguel, P.M. Noh, M. Rosales y D.J. Xool (2003). La agricultura campesina de los mayas en Yucatán. LEISA Revista de Agroecología, 19, 7-17.
- OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2003). Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *Mays* (Maize). Paris, France, 27, 1-49.
- Ortiz-Timoteo, J., S. O. Sánchez, P.J. Ramos (2014). Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. Polibotánica, 38, 173-191.
- Pérez-Ruiz, M.L. (2013). Efraím H. Xolocotzi. Contribuciones al estudio de las familias mayas milperas. Etnobiología 11, 14-27.
- Pérez Toro, A. y L.A. Vázquez Pasos (1981). La milpa entre los mayas de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Departamento de Estudios sobre Cultura Regional. Mérida, Yucatán, México. pp 114.

- Ramírez, J. (2013). Relación de altura de planta y mazorca con rendimiento en maíz (*Zea mays* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. pp. 47.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rocandio-Rodríguez, M., V.A. Santacruz, T.L. Córdova, S.H. López, G.F. Castillo, O.R. Lobato, Z.J. García y P.R. Ortega (2014). Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37, 351-361.
- Rodríguez, A. y R.L. Arias (2014). La milpa y el maizal: retos al desarrollo rural en México y Perú. *Etnobiología* 12, 76-89.
- Roland E., C.J. Pozas, M.F. Soria, G.J. Cruz (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35, 149-160.
- Rosales, G.M. (2002). Perder la milpa: los efectos de Isidoro en comunidades del sur del estado. *Universidad Autónoma de Yucatán*, 223, 54-65.
- Rosales González, M., F.I. Solís y S.A. Ayala (2004). Problemática campesina, retos y perspectivas de la investigación y el servicio para el mejoramiento de la milpa en Yucatán. INAH, EDUCE, INIFAP, Museo Regional de Antropología, Mérida, Yucatán. pp. 147.
- Salazar-Barrientos, L., M.M. Magaña, J.A. Aguilar, P.M. Ricalde (2016). Factores socioeconómicos asociados al aprovechamiento de la agrobiodiversidad de la milpa en Yucatán. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3, 391-400.
- SIAP (2016). Maíz situación actual y perspectivas 1996-2010. [Online] (Actualizado 2017). Disponible en: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/97934/maiz96-10.pdf> [Acceso 30 marzo 2017].

- SNICS (2010). Manual gráfico para la descripción varietal en maíz (*Zea mays* L.). Tlalneplantla, Estado de México. pp. 69.
- Soares, D. y A. García (2014). Percepciones campesinas indígenas acerca del cambio climático en la cuenca de Jovel, Chiapas-México. Cuadernos de Antropología Social, 39, 63-89.
- Soria-Sánchez, G. y V.M. Palacio (2014). El escenario actual de la alimentación en México. Textos & Contextos (Porto Alegre), 13, 128-142.
- Taboada-Salgado, M. y R.O. Guadarrama (2009). La sequía intraestival, una manifestación de cambio climático en el estado de Morelos, México. Investigación Agropecuaria, 6, 51-62.
- Terán, S. (2010). Milpa, biodiversidad y diversidad cultural. Contexto social y económico. En: Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Durán R., M. Méndez (Ed.) CICY-PPD-FMAM. CONABIO. SEDUMA. 496 p.
- Terán, S., R.C. Heilskov y C.O. May (1998). Las plantas de la milpa entre los mayas: Etnobotánica de las plantas cultivadas por los campesinos mayas en las milpas del noroeste de Yucatán, México. Yucatán. Fundación Tun Ben Kin. pp. 278.
- Terán S. y C. Rasmussen (1994). La Milpa de los Mayas: la agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, Mérida, Yucatán, México. pp. 349.
- Toledo, V.M., B.N. Barrera, F.E. García y C.P. Alarcón (2008). Uso múltiple y biodiversidad entre los Mayas Yucatecos (México). Interciencia, 33, 345-352.
- Valderrama, M.C. (1999). Cambio Social y Tecnológico en el cultivo de milpa en Yucatán. En: Agricultura y Sociedad en México: Diversidad, Enfoques, Estudios de caso. González A.J. y Del A.S. Rodríguez. Universidad Iberoamericana. México, D.F. pp. 239-248.

- Van Heerwaarden, J. (2003). Diversidad de maíz criollo: ¿Qué, dónde y para qué? En: Participación campesina en la evaluación de barbechos cultivados para la conservación del suelo y la producción de maíz. Ayala, S.A. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. pp. 37-38.
- Vargas, V.L., M.J. Muruaga, H.P. Pérez, L.H. Gill, E.G. Esquivel, D.M. Martínez, S.R. Rosales y P.N. Mayek (2008). Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. *Agrociencia*, 42, 787-797.
- Vásquez, G.G. (2014). Caracterización y evaluación morfoagronómica de 28 introducciones centroamericanas de zapallo *Cucurbita moschata* (Duchesne ex Poiret). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. pp. 96.
- Vázquez-González, L. V.M. Parra y M.A. Gracia (2018). Transformaciones en la agricultura de los mayas peninsulares: Un contraste de los casos de Kampocolché y Xohuayán. *Mundo Agrario*, 19, 1-18.
- Vía Rural (2018). Agua y riego. Densidades a cosecha. [Online] (Actualizado 4 mayo 2018). Disponible en:
<https://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/semillashibridas/cargill/manualmaiz/manualmaizcargill44.htm> [Acceso 8 mayo 2018].
- Virgili, L. G. (2017). Guía medicinal y espiritual de plantas tropicales. Angels Fortune, España. pp. 996.
- Zizumbo, V. (1992). Mesa redonda. La modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o realidad. Eds. Zizumbo V.D., H. Ch. Rasmussen, R.L. Arias y C.S. Terán. Ed. CICY-DANIDA Dinamarca. Mérida, Yucatán. pp. 378.
- Wallace-Whitaker, T. y G.W. Bohn (1950). The taxonomy, Genetics, Production and Uses of the Cultivated Species of *Cucurbita*. *Economic Botany*, 4, 52-81.
- Warman, A. (1985). Estrategias de sobrevivencia de los campesinos mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 65.
-

ANEXOS

1.1 ANEXO 1. ENCUESTA ETNOBOTÁNICA APLICADA A EJIDATARIOS

Encuesta etnobotánica
“Estado actual de las milpas en Xoy, Peto, Yucatán”

Nombre:

Dirección:

Lugar de origen:

Estado civil:

Integrantes en la familia:

Edad:

Sexo:

Coordenadas:

1. ¿A qué se dedica?

a) Agricultura b) Empleado c) Vendedor d) Otro: _____

2. ¿Es usted ejidatario?

a) Sí. Años: _____ b) No

3. ¿Se dedica usted a la milpa?

a) Sí. Años: _____ b) No ¿Por qué?

4. ¿Cuántos años lleva practicando la milpa?

5. ¿Cuánto de su superficie de terreno destina a la milpa?

a) < 1 ha b) 1-2 ha c) > 2 ha

6. ¿Periodo de tiempo que trabajará el terreno?

a) Corto plazo b) Mediano plazo c) Largo plazo

7. ¿Años que lleva trabajando el terreno de su milpa o años que han trabajado el terreno donde se encuentra actualmente?

8. Variedades que antes sembraba

9. ¿Por qué las dejó de sembrar?

10. ¿Mes propicio que usted considera para siembra?

11. ¿Variedades sembradas en el 2016, rendimiento estimado que obtiene de la milpa por cultivo, superficie sembrada y número de plantas?

Cultivo:	Variedad:	Superficie sembrada (mecates)	No. plantas aprox.	Rendimiento obtenido	Variedades que años sembraba que atrás
Maíz					
Calabaza					
Frijol					

12. ¿Por qué elige esos cultivos y variedades para siembra?

a) Rendimiento b) Precio c) Por gusto d) Otro: _____

13. ¿Por qué siembra esa cantidad?

a) Para suministro de la familia b) Por experiencia previa c) Otro: _____

14. ¿Cómo distribuye sus cultivos en el terreno?

a) Por importancia b) Por espacio c) Otro: _____

15. ¿Cómo establece las fechas de siembra de cada cultivo? Qué variedad siembra primero y cuál después.

16. ¿Días a la semana que acude a su milpa?

a) 1-4 días b) 5-7 días

17. ¿Cuántas horas laborales hace en campo?

a) <4 horas b) 4-8 horas c) >8 horas

18. ¿Cuenta con personal que lo apoye en el trabajo de la milpa?

a) Sí ¿cuántas personas? _____ b) No ¿Por qué?

19. ¿Principales problemas que se le presentan en su producción?

a) Sequía b) Plagas ¿Cuáles? _____

b) Enfermedades ¿Cuáles? _____

c) Otros: _____

20. ¿Cómo divide la producción para sus necesidades?

Variable	Cantidad destinada (saco o kg):
Autoconsumo	
Venta	
Para semilla	
Para alimentación de animales	

21. Razón de la decisión del tipo de reparto

a) Experiencia b) Según la necesidad c) Según la cosecha d) No sabe

22. Tiempo estimado que dura la producción

a) < 1 año b) 1-3 años c) > 3 años

RESGUARDO DE SEMILLAS

Ubicación (coordenadas): Punto: _____ N _____ W _____ Altitud _____

Medidas de la troje: Largo _____ Ancho _____ Alto _____

23. Datos de resguardo:

Varietal	Lugar (troje, traspatio, en milpa, casa, otro)	Cantidad	Tiempo de almacenamiento	Método de almacenaje (tratamiento con cal, frascos, etc.)
Maíz				
Calabaza				
Frijol				

ANEXOS

24. ¿La troje es compartida con otros agricultores o es propia?

- a) Compartida ¿Cuántos? b) Propia

25. ¿Por qué en esos lugares almacena?

- a) Así me enseñaron b) Lugar cercano c) Me comentaron d) Otro: _____

26. ¿Por qué esa variedad y cantidad almacena?

- a) Experiencia b) Espacio c) Tolera almacenaje d) Otro: _____

27. ¿Cómo organiza las semillas en la troje?

- a) Por importancia de cultivo b) Herencia c) Otro: _____

28. ¿Quién le ayuda en la selección de semillas y granos?

- a) Nadie b) Mi esposa c) Mi(s) hijo(s) d) Otros: _____

29. ¿Todas las semillas seleccionadas se utilizan nuevamente para la siembra en el próximo ciclo o temporada?

- a) Sí b) No

30. ¿Cuáles son los problemas que afectan mayormente las semillas en el lugar de almacenamiento?

- a) Las lluvias b) Insectos c) Roedores d) Aves
e) Temperaturas altas f) Temperaturas bajas.

31. ¿Le da algún tratamiento a la semilla antes y durante el resguardo?

- a) Sí ¿Cuál? _____ b) No ¿Por qué? _____

1.2 ANEXO 2. ENCUESTA APLICADA A RESPONSABLE (S) Y USUARIO (S) DEL MOLINO**Xoy, Peto, Yucatán**
MOLINO**Responsable**

Nombre:

Edad:

Sexo:

1. ¿A quién le pertenece el molino?
a) Comunidad b) Particular c) Otro: _____
2. ¿Cómo se maneja el molino?
a) Hay un encargado b) Rotación de encargados c) Otro: _____
3. ¿Cuántas personas trabajan en el molino?
a) Mujeres: _____ b) Hombres: _____
4. ¿Horario de atención del molino (Días, horario)?
5. ¿Aparte de molienda, qué otro servicio presta?
a) Venta de semillas b) Venta de tortillas c) Otro: _____
6. ¿Cantidad de usuarios que atiende por día aproximadamente?
a) 10 (ó <) personas b) 11-20 personas c) 20 (ó >) personas
7. ¿Qué tipos de granos muelen?
a) Maíz b) Otro: _____
Colores: _____
8. ¿Reciben algún tipo de apoyo para su funcionamiento?
a) Sí b) No
Monto (cantidad o especie): _____
9. ¿Años de antigüedad que tienen las máquinas del molino?
a) 5 (ó <) años b) 5-10 años c) 10 (o >) años
10. ¿Tiempo de vida de los molinos?
a) 10 (ó <) años b) 10- 20 años c) 20 (ó >) años
11. ¿Quién cubre los gastos de mantenimiento?
a) Propio molino b) Propietario c) Comunidad d) Otro: _____

Xoy, Peto, Yucatán
MOLINO

Usuario

Nombre:

No. de integrantes en la familia:

Edad:

Sexo:

1. ¿Cuántas veces por semana utiliza el molino?
a) < 3 b) 4 a 6 c) toda la semana
2. ¿Tiene que dar algún tipo de pago?
a) Monetario ¿Cuánto le cobran? _____ b) Apoyo c) Otro: _____
3. ¿Qué le parece el precio?
a) Económico b) Caro c) Lo justo
4. ¿Cómo es el servicio?
a) Bueno b) Regular c) Malo
5. ¿Fechas en las que observa más usuarios en el molino?
a) Todos los días b) Días festivos c) No sabe d) Otro: _____
6. ¿Qué tipo de producto trae más al molino?
a) Nixtamal b) Semillas para recado c) Otro: _____
7. ¿Cuánto de producto trae al molino aproximadamente?
a) Una palangana. Kg: _____ b) Más de una palangana. Kg: _____
8. ¿En base a qué decide traer esa cantidad?
a) Núm. de integrantes en la familia b) Núm. de comidas al día c) Otro: _____
9. ¿Uso que le da?
a) Consumo familiar b) Consumo animal c) Otro: _____
10. Para el caso de nixtamalización ¿Cómo realiza el proceso?
11. ¿Cómo aprendió el proceso?
a) Herencia familiar b) Enseñanza c) Por sí misma d) Otro: _____
12. ¿Por qué elige ese tipo de maíz para nixtamal?
a) Buena molienda b) El esposo siembra esa solamente c) Otro: _____

1.3 ANEXO 3. ENCUESTA APLICADA A USUARIO (S) Y RESPONSABLE (S) DE LA TORTILLERÍA**Xoy, Peto, Yucatán**
TORTILLERÍA**Responsable**

Nombre:

Edad:

Sexo:

1. ¿A quién le pertenece la tortillería?
a) Propio b) Dueño particular c) Otro: _____
2. ¿Cómo se maneja?
a) Hay un encargado b) Rotación de encargados c) Otro: _____
3. ¿Cuántas personas trabajan en la tortillería?
a) Mujeres: _____ b) Hombres: _____
4. ¿Horario de atención?
5. ¿Cuánta tortilla realizan por día?
a) < 20 kg b) 20-50 kg c) > 50 kg
6. Precio del kg de la tortilla que oferta.
7. Tipo de preferencia de los usuarios.
a) Color ¿Cuál? _____ b) Procedencia ¿Cuál? _____ c) Ninguno
8. Además de la producción de tortilla, ¿qué otro servicio brinda?
a) Venta de productos b) Venta de masa c) Otro: _____
9. ¿Cantidad de usuarios que atiende por día aproximadamente?
a) < 10 personas b) 11-20 personas c) > 20 personas
10. ¿De dónde proviene la masa que destina a producción de tortillas?
a) Compra a productores c) Compra a empresas particulares ¿Cuáles? _____
b) Fuente propia d) Otro: _____
11. ¿Tipo de maíz de la masa que utiliza?
a) Criollo b) Mejorado c) No sabe
12. ¿Años de antigüedad que tienen las máquinas que utilizan?
a) < 5 años b) 5-10 años c) > 10 años

Xoy, Peto, Yucatán
TORTILLERÍA

Usuario

Nombre:

No. de integrantes en la familia:

Edad:

Sexo:

1. ¿Cuántos Kg de tortilla compra semanalmente?
a) 1-5 b) 5-10 c) > 10

2. ¿Qué le parece el precio?
b) Económico b) Caro c) Lo justo

3. ¿Cómo es el servicio?
a) Bueno b) Regular c) Malo

4. ¿Fechas en las que observa que se compra más tortilla?
a) Todos los días b) Días festivos c) No sabe d) Otro: _____

5. ¿Qué otro producto o servicio le proporciona la tortillería?
a) Masa b) Semillas para recado c) Molino d) Otro: _____

6. ¿En base a qué decide comprar los kilos de tortilla que consume?
a) Núm. de integrantes en la familia b) Precio c) Otro: _____

7. ¿Horario de la tortillería?

8. ¿Qué tipo de tortilla compra?
a) Maseca b) Maíz criollo c) Maíz mejorado d) Le da igual

32. ¿Por qué elige ese tipo de tortilla?
a) Sabe mejor b) Es más económico c) Le da igual

1.4 ANEXO 4. FORMATOS DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN EN LAS MILPAS

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN
XOY, PETO, YUCATÁN

MILPA 1. Propietario: _____

Fecha	Hora	Altura del agua (mm)	Observaciones