



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPUS MONTECILLO**

POSTGRADO DE AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

EL CULTIVO DE MAÍZ POR PRODUCTORES DE COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE HUEYPOXTLA Y LA PERMANENCIA DE MAÍCES NATIVOS

RAMÓN GARCÍA HERNÁNDEZ

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2023



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **EL CULTIVO DE MAÍZ POR PRODUCTORES DE COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE HUEYPOXTLA Y LA PERMANENCIA DE MAÍCES NATIVOS**, realizada por el estudiante: **RAMÓN GARCÍA HERNÁNDEZ**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)


DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR (A)


DR. JOSÉ LUIS PIMENTEL EQUIHUA

ASESOR (A)


DR. GILBERTO ESQUIVEL ESQUIVEL

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, febrero de 2023

EL CULTIVO DE MAÍZ POR PRODUCTORES DE COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE HUEYPOXTLA Y LA PERMANENCIA DE MAÍCES NATIVOS

Ramón García Hernández, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2023

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue documentar las formas de producción de maíz por productores de comunidades del municipio de Hueyoxtla, así como la existencia de maíz nativo. El motivo fue que en las comunidades del municipio las semillas nativas de maíz están siendo poco valoradas por los productores por ende la preferencia de los maíces mejorados o híbridos. Esta investigación puede aportar datos sobre la conservación y revalorización por los productores de los maíces nativos. La metodología fue mixta (cuantitativa y cualitativa) y experimental, los datos se obtuvieron a partir de talleres participativos, cuestionarios aplicados a productores, colectas de poblaciones nativas de maíz a través de ferias de maíces nativos, también se muestrearon suelos identificados por productores (suelos de tepetate, suelos de lamadero, suelos de riego, suelos con fertilización orgánica, suelos con fertilización mineral y un suelo no perturbado como parámetro); en el laboratorio se hicieron pruebas físicas, químicas y biológicas. Los datos del cuestionario se analizaron con estadística descriptiva, además se realizó un análisis de rentabilidad económica y una agrupación de productores por medio de un análisis de conglomerados al igual que las colectas de poblaciones de maíz nativo, para los análisis de suelo se realizaron análisis de varianza y las pruebas de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) las cuales se desarrollaron con el lenguaje de programación R V4.0.3. Los resultados indican los suelos manejados con fertilización orgánica tienen una mayor actividad biológica mientras que las actividades físicas y químicas no difieren con el resto; los suelos son el principal factor para los productores para la selección de semillas. En el municipio de Hueyoxtla se conservan 6 razas principales de maíz nativo (Cónica, Chalqueño, Elotes Cónicos, Tablilla de ocho, Bolita y Celaya), las culés conforman diversas poblaciones locales de maíz, de estas las familias les dan diferentes usos.

Palabras clave: Biodiversidad, transmisión del conocimiento, productores.

THE CULTIVATION OF CORN BY PRODUCERS OF COMMUNITIES OF THE MUNICIPALITY OF HUEYPOXTLA AND THE PERMANENCE OF NATIVE CORN

**Ramón García Hernández, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2023**

ABSTRACT

This research was aimed to document the forms of maize production by community farmers in Hueypoxtla town, as well as the existence of native maize. The reason was that in the communities of the municipality the native maize seeds are being undervalued by the farmers, thus the preference of improved or hybrid maize. This research can provide data on the conservation and revaluation by the farmers of native maize. The methodology was mixed (quantitative and qualitative) and experimental, the data was obtained from participatory workshops, questionnaires applied to farmers, collections of native maize populations through native maize workshops; soils identified by farmers were also sampled (soils of tepetate, lamadero soils, irrigated soils, soils with organic fertilization, soils with mineral fertilization and an undisturbed soil as a parameter); physical, chemical and biological assessments were carried out in laboratory. The data from the questionnaires were analyzed with descriptive statistics; besides, an analysis of economic profitability and a group of producers was carried out through a cluster analysis, as well as the collections of native corn populations, for soil analysis, soil analysis was carried out. variance and means tests (Tukey, $\alpha=0.05$) which were carried out with the programming language R V4.0.3. The results indicate the soils managed with organic fertilization have a higher biological activity while the physical and chemical activities do not differ with the rest; the soils are the main factor for the producers for the selection of seeds. In the municipality of Hueypoxtla, 6 main races of native maize are preserved (Cónica, Chalqueño, Elotes Cónicos, Tablilla de ocho, Bolita and Celaya), which make up various local populations of maize, of these the families give them different uses.

Key words: Biodiversity, transmission of knowledge, farmerers

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados campus Montecillo por ser mi casa de estudios estos dos años y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por todos los apoyos brindados para poder realizar esta investigación.

A todos los profesores y compañeros estudiantes del posgrado de Agroecología y Sustentabilidad por la confianza y el apoyo brindado.

Al Dr. Julio Sánchez Escudero, porque más que mi profesor consejero se convirtió en una de las personas más importantes en esta etapa de mi vida debido a su apoyo y comprensión en los momentos más difíciles de este proceso por lo que le estaré eternamente agradecido, también por enseñarme el maravilloso camino y amor por la agroecología.

Al Dr. José Luis Pimentel Equihua, Una persona que admiro mucho por ser un excelente ser humano, por brindarme valiosos conocimientos y consejos para poder llevar esta investigación a buen término y por aceptar el reto de pertenecer a mi consejo particular después de haber iniciado este trabajo.

Al Dr. Gilberto Esquivel Esquivel, una persona muy comprometida con su trabajo, y por ser una de las personas que me ha hecho sentir el amor por la conservación de los maíces nativos.

A la Dra. María de la Nieves Rodríguez Mendoza, una persona maravillosa, la cual admiro mucho por esa entrega en su trabajo, con la cual construí los cimientos de este trabajo de investigación.

Al Dr. Sergio Benedicto Valdés por el apoyo e interés mostrado en cada uno de los trabajos realizados, para llevar esta investigación a buen termino

A todos los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoxtla, Estado de México, gracias a su confianza y apoyo pudimos realizar este trabajo.

En memoria de Federico Gómez† y Leonel Garcia†

DEDICATORIA

A dios por darme la fortaleza de seguir adelante cada día y por cuidar de mi familia siempre.

A mi hija Julieta por ser el mejor regalo que me ha dado la vida ella me inspira a seguir adelante cada día a pesar de las adversidades. Te amo costalito.

A mi hijo Leonel quien llevo a este mundo con bien por la gracia de dios, mientras se realizaba este trabajo, por lo que se convirtió en un aliciente más para seguir adelante. Mi corazón te pertenece hijo.

A mi esposa Jaqueline por toda la paciencia que me tuvo todos estos años, por sus grandes consejos y por la bonita familia que hemos formando junto a nuestros hijos.

A mis padres Ramón y Obdulia por su amor y apoyo incondicional para cumplir mis metas y estar conmigo cuando más los necesito MUCHAS GRACIAS.

A mi hermano David el mejor hermano que dios me pudo haber dado. Gracias por su apoyo incondicional durante este proceso

A mis abuelas Francisca y Guadalupe por todo el cariño que me han brindado el cual es el combustible para seguir adelante.

A mis abuelos Arnulfo † y Gregorio por haberme heredado su humildad, grandes conocimientos y el amor por el trabajo del campo. “El sombrero es el escudo del hombre de campo”.

A la Familia Gómez García (Juanita, May, Lili, Dany, Leo, Silvia, Lía y Héctor) por el amor y apoyo incondicional. MUCHAS GRACIAS

Al Dr. Julio Sánchez Escudero, una persona la cual mi familia y yo admiramos como profesor y aun mas como ser humano. Mi familia y yo le estaremos eternamente agradecidos.

A mis amigos y compañeros del Colegio De Postgraduados: Jorge, Daniel, Sofí, Susana y Naty Gracias por tan gratos momentos.

A los productores de maíz del municipio de Hueypoxtla, Zeferino Torres, Isaías Ramírez, Genaro Reyes, Paulino Altamirano, Francisco Soto, Merced Bravo, Marcial Hernández y Esteban Hernandez† porque se convirtieron en muy buenos amigos en todo este proceso, sin su conocimiento este proyecto no hubiera sido posible.

CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	3
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	5
2.1 Objetivos.....	5
2.2 Hipótesis.....	5
2.3 Justificación.....	6
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 Historia del maíz en México.....	6
3.2 Papel del Maíz en el México Prehispánico.....	7
3.3 Importancia económica del maíz en México.....	8
3.4 Razas nativas de Maíz en México, región y municipio.....	10
3.5 La agroecología.....	11
3.6 El Campesinado.....	12
3.7 Métodos agroecológicos en la conservación de semillas nativas.....	13
3.8 La sustentabilidad del agroecosistema.....	15
3.9 Marco legal en la conservación de maíces nativos.....	17
3.9.1 Leyes Nacionales.....	19
3.9.2 Leyes Estatales.....	22
3.9.3 Movimientos sociales articulados alrededor de la defensa del maíz nativo en México.....	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.1 Ubicación y Extensión geográfica.....	26
4.2 Características edafoclimáticas del municipio.....	27
4.3 Uso del suelo.....	27

4.4 Delimitación de la zona de estudio.	27
4.5 Técnicas de recolección de información	28
4.6 Primera Feria del maíz autóctono “Revalorando las semillas nativas”	28
4.7 Análisis de conglomerados de las colectas de maíz nativo.....	29
4.8 Talleres Participativos	30
4.9 Encuesta a productores.....	31
4.9.1 Análisis de datos.....	32
4.9.2 Tipificación de productores (análisis de conglomerados).....	33
4.10 Análisis de costos de producción.	34
4.11 Evaluación exploratoria de tipo de suelos y condiciones de manejo	35
4.11.1 Selección de predios.....	35
4.11.2 Muestreo.....	36
4.11.4 Análisis de características químicas.	36
4.11.5 indicadores biológicos.....	37
4.11.6 Análisis Estadísticos:.....	37
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	38
5.1 Primera Feria del maíz autóctono “Revalorando las semillas nativas”	38
5.1.1 Agrupamientos de las colectas por el análisis de conglomerados.....	42
5.2 Taller participativo “¿Cómo hacia antes la agricultura y cómo lo hago ahora?: Revalorando las semillas nativas.	44
5.3 Analizas FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).....	46
5.4 Manejo de parcelas y los factores que afectan la diversidad de maíces en el municipio de Hueypoxtla.	47
5.4.1 Datos sociodemográficos.....	47
5.4.2 Manejo del suelo (Preparación del terreno).....	48
5.4.3 Siembra.....	50
5.4.4 Selección y conservación de semillas nativas.	51
5.4.5 Proceso de generación y de transmisión del conocimiento campesino en la selección de semilla de maíz nativo.	56
5.4.6 Labores culturales.....	61
5.4.7 Manejo de hierbas.....	61

5.4.8 Manejo de insectos plaga.....	63
5.4.9 fertilización.....	63
5.4.10 Condiciones de suministro de agua para la siembra de maíz nativo.	66
5.4.11 Prácticas de cosecha	66
5.4.12 Usos y comercialización.....	68
5.5 Características de la tierra de cultivo, en el municipio de Hueypoxtla.	72
5.5.1 Evaluación exploratoria de características físicas químicas y biológicas de suelos de la región.	74
5.5.2 Características físicas.	74
5.5.3 Caracterización química.	76
5.5.4 Indicadores biológicos.....	79
5.5.5 Interacción entre los indicadores	86
5.7 Análisis de costos de producción.	89
5.7.1 Preparación del suelo.....	89
5.7.2 Siembra.....	90
5.7.3 Labores Culturales.....	91
5.7.4 Control de hierbas.....	91
5.7.5 Control de insectos	92
5.7.6 Fertilización.....	92
5.7.7 Riego.....	93
5.7.8 Cosecha.....	93
5.8 Tipificación de productores de maíz nativo en el municipio de Hueypoxtla.	99
5.9 Análisis de asociación de variables cualitativas.....	102
5.10 Análisis de correlación de variables cuantitativas.....	103
5.11 contraste de resultados con hipótesis.	104
VI. CONCLUSIONES.....	106
VII. LITERATURA.....	108
ANEXOS.....	126

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Variables estudiadas para caracterizar y tipificar colectas de maíz realizadas en 10 comunidades del municipio de Hueyoptla, México.	30
Cuadro 2. Variables estudiadas para caracterizar y tipificar productores de maíz nativo de 10 comunidades del municipio de Hueyoptla, Estado de México.	33
Cuadro 3. Presencia de razas de maíz nativo en las colectas realizadas en comunidades del municipio de Hueyoptla.....	38
Cuadro 4. Cómo se hacía y se hace la actividad con respecto a la siembra, selección y conservación de semilla en al municipio de Hueyoptla, Estado de México.	45
Cuadro 5. Análisis FODA.....	46
Cuadro 6. Fecha de siembra, tiempo de maduración y cosecha por variedades de maíz nativo identificadas por productores del municipio de Hueyoptla.	51
Cuadro 7. Tiempo de conservación de semillas de maíz nativo por productores del municipio de Hueyoptla.	52
Cuadro 8. Hierbas referidas por productores de maíz nativo en parcelas de diferentes comunidades del municipio de Hueyoptla.	62
Cuadro 9. Rendimiento de maíz nativo obtenido con base en el tipo de fertilización que realizan los productores del municipio de Hueyoptla en el ciclo primavera - verano 2021.....	65
Cuadro 10. Actividades realizadas, durante la cosecha, por los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoptla y la participación familiar.....	68
Cuadro 11. Principales usos de la diversidad de maíces identificados por los productores del municipio de Hueyoptla.	70
Cuadro 12. Resumen de costos de venta de maíces nativos y maíces híbridos en el municipio de Hueyoptla.	72
Cuadro 13. Correlación del tipo de suelo y la preferencia de variedades de maíz nativo que se siembran.....	73
Cuadro 14 Características físicas de seis tratamientos (media±error estadístico); las letras iguales después de los valores no fueron significativamente diferentes para cada tratamiento (Tukey $p \leq 0.05$).	75

Cuadro 15. Características químicas seis tratamientos (media±error estadístico); las letras iguales después de los valores no fueron significativamente diferentes para cada tratamiento (Tukey $p \leq 0.05$).	77
Cuadro 16. Resumen del análisis de varianza de las concentraciones de C considerando las interacciones entre los tratamientos (manejo) y los bloques (granulometría).	82
Cuadro 17. Costos promedio por actividad y de producción por hectárea, según condición de propiedad o renta de maquinaria agrícola y uso de yunta ciclo primavera verano 2021.....	94
Cuadro 18. Asociación de variables cualitativa y variabilidad de maíces nativos del municipio de Hueyoptla, por el método de Chi Cuadrada.....	102
Cuadro 19. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk $\alpha=0.05$	103
Cuadro 20. Correlaciones de Serman (alfa=0.05).....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Hueyoptla, en el Estado de México.....	26
Figura 2. Mapa de altitudes del municipio de Hueyoptla y localización de maíces nativos colectados. (Elaboración propia).....	29
Figura 3. Clasificación de seis razas de maíz nativo en comunidades del municipio de Hueyoptla, Estado de México.	41
Figura 4 Grupos de colectas de maíz del municipio de Hueyoptla, formadas a partir de clúster del análisis de conglomerados jerárquicos.	43
Figura 5. Actividades realizadas por los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoptla referentes a la preparación de suelo.	49
Figura 6. Origen de la semilla para la siembra de maíz nativo por los productores del municipio de Hueyoptla.	53
Figura 7. Características principales que observan los productores del municipio de Hueyoptla para la selección de semilla.	54
Figura 8. Número de características de la mazorca, que toman en cuenta los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoptla para la selección de semilla de maíz nativo.....	55
Figura 9. Participación de los familiares de los productores encuestados en la selección de semilla de maíz nativo.....	56
Figura 10. Transmisión del saber local en la selección de semilla de maíz nativo, en los miembros de la familia de productores del municipio de Hueyoptla.	57
Figura 11. Condiciones de almacenamiento de grano, semillas y mazorcas de maíz nativo.	58
Figura 12 Estrategias de conservación de granos y semillas de maíz nativo por productores del municipio de Hueyoptla.	60
Figura 13. Fertilizaciones realizadas por productores de maíz nativo del municipio de Hueyoptla.	64
Figura 14. Opciones de riego para los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoptla.	66
Figura 15. Lugares de comercialización de maíz nativo en el municipio de Hueyoptla.	71

Figura 16. Respirometría como indicador de la actividad biológica de suelos tratados con seis manejos agrícolas diferentes. Evolución de la respiración edáfica basal de seis manejos agrícolas (a), acumulación de las emisiones de CO ₂ de seis manejos agrícolas (b), comparación del efecto del tamizaje en las emisiones de CO ₂ acumuladas; (c) tasa de mineralización.	81
Figura 17. Comparación de la concentración de C antes y después de la incubación de seis suelos tratados con diferentes manejos agrícolas diferentes. Los tratamientos con letras iguales del mismo color no fueron significativamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$), las barras de error representan los errores estadísticos.....	83
Figura 18 Proporción de la MOP gruesa (0.5 a 2.0 mm) y fina (< 0.5 mm) en seis suelos con diferentes manejos agrícolas	85
Figura 19. Análisis multivariados. matriz de correlación de Pearson de todas las variables evaluadas (a); análisis de componentes principales (ACP) para identificar las variables más representativas y relacionadas que influyeron en los tratamientos (b); análisis de similitud (cluster) para agrupar los tratamientos con base en sus características físicas, químicas y biológicas.	87
Figura 20. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que cuentan con maquinaria agrícola propia.	95
Figura 21. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que cuentan con maquinaria agrícola rentada.....	96
Figura 22 . Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que utilizan yunta.	97
Figura 23. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022.....	98
Figura 24 Tipificación de productores de maíz del municipio de Hueyapoxtla, formados a partir de lo Clúster del análisis de conglomerados jerárquicos.....	99

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades humanas más importantes que data de aproximadamente 10,000; años sin embargo, pareciera que ha existido desde tiempos inmemorables y va a existir por siempre, sin embargo no ha acompañado siempre a la especie humana ya que la gran cantidad de los años en que los humanos han habitado nuestro planeta la alimentación y otras necesidades se dieron, a través de la caza y la recolección hasta que surgió la agricultura, revolucionando y transformando el modo de vida y la supervivencia humana, a través del cuidado de animales, cultivo de plantas y el desarrollo de prácticas y herramientas particulares tradicionales. Por su parte la agricultura industrializada o convencional nació con la revolución industrial en el siglo XVIII y ha permitido tipos de agricultura más intensivos; sin embargo, hasta ahora es solo un breve momento en la historia de la humanidad (Sarandón & Flores, 2014). Resulta importante resaltar que aun con los avances en la tecnificación de la agricultura y su mayor incursión en los mercados internacionales persisten formas de producción de cultivos, entre ellos los básicos, que se desarrollan dentro de esquemas tradicionales manejados por comunidades indígenas campesinos (Bartra & Otero, 2008 y Saavedra *et al.*, 2019). Estos esquemas han permitido que la humanidad utilice la flora y la fauna de diversas maneras, como alimentos, bebidas, medicina, ropa, materiales de construcción y combustibles; asimismo, la diversidad cultural se encuentra estrechamente ligada a la biodiversidad existente (CONABIO, 2022). Es por ello que la región de México y Centroamérica conforman una de las regiones bioculturales más ricas del mundo (Toledo *et al.*, 2001), esto debido a las características de la agricultura campesina mesoamericana donde destacan la diversidad ambiental, el manejo de características ambientales específicas de cada área cultural, el manejo de factores geográficos, composición y funcionamiento de las unidades familiares, organización y economía, trabajo familiar, tenencia de la tierra y cosmovisión del mundo rural (González-Jacome, 2003 y Pérez-Sánchez *et al.*, 2014) Por esta razón Boege, 2008 menciona que los territorios indígenas son verdaderos laboratorios bioculturales en donde se practica el intercambio entre plantas silvestres, arvenses y plantas netamente domesticadas. Por tanto, Mesoamérica es considerada uno de los principales “centros de origen” de la domesticación de plantas importantes para la agricultura en el mundo (Harlan 1971 y CONABIO, 2020). Entre estas plantas se encuentra el maíz, el cual es el de mayor importancia domesticado en Mesoamérica donde se reporta la existencia de aproximadamente 300 razas de maíz de las cuales 64 se

encuentran en México, pero solo 59 son nativas por lo tanto es el país que cuenta con el mayor número de razas (CONABIO, 2021 y Ortega-Paczka et al., 2021)

Este cultivo debe su diversificación y distribución a los procesos socio-culturales y de manejo siendo una especie simbólica para las culturas mesoamericanas (Guevara-Hernández *et al.*, 2018); sin embargo, Casas *et al.*, (2017) mencionan que en este territorio también se domesticaron frijoles silvestres (*Phaseolus vulgaris L.*), calabaza silvestre (*Cucurbita argyrosperma subsp. Sororia L. H Bailey*) y chiles silvestres (*Capsicum annum subsp. Glabriusculum (Dunal) Heiser y Pickersgill*), los cuales son los parientes silvestres de los principales componentes del agroecosistema reconocido como la milpa mesoamericana. Es por ello que, estas variedades no son las únicas especies que componen dicho agroecosistema ya que Toledo & Barrera-Basols., (2020), señalan que en él se pueden observar policultivos de hasta 30 especies las cuales se fueron construyendo y perfeccionando gradualmente a través del proceso evolutivo de la domesticación teniendo como eje central al maíz. En este sentido Turrent *et al.*, (2013), mencionan que en la milpa podemos encontrar hasta 60 productos donde la gran mayoría son comestibles; asimismo, estas especies pueden variar según la región permitiendo tener alimentos por gran parte del año. Es por lo anterior que Sarandon & Flores, 2014 indican que la agroecología destaca la conservación de la biodiversidad como una estrategia necesaria y de gran importancia para el diseño de agroecosistemas en la producción de alimentos.

Debido a lo anterior los recursos genéticos con los que se cuenta en esta región cobran una gran importancia ya son parte fundamental dentro de la actividad productiva de las economías rurales, contribuyen a las necesidades alimentarias, producen estabilidad y arraigo social (SADER, 2022), de acuerdo con Astier *et al.* (2021) quien menciona la milpa es un espacio dinámico en el cual se conservan *in situ* una gran variedad de recursos genéticos.

Considerando lo anterior, para el municipio de Hueyoxtla el maíz es un cultivo de gran importancia, pues al ser uno de los básicos, es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria de las familias rurales locales (Ortiz *et al.*, 2010).

Dicho municipio cuenta con una superficie destinada para la producción agrícola de 13,717. 14 hectáreas, de las cuales el 92.5% es de temporal (Saavedra *et al.*, 2019); asimismo el SIAP, (2021) indica para el año 2020 que se sembraron 5,673 hectáreas de maíz, con un rendimiento promedio

de 1.8 t. ha⁻¹. En adición Saavedra *et al.*, 2019 mencionan que el 65% de una muestra representativa de productores de maíz del municipio de Hueyoxtla sembraban maíces nativos lo que indica la preferencia sobre la siembra de maíces híbridos.

En este contexto, en la presente investigación se documentan las formas de producción de maíz nativo en el municipio de Hueyoxtla identificando la diversidad de maíz nativo a través de colectas realizadas en todo el territorio municipal, al igual que los factores que afectan la diversidad de los maíces nativos y también se calculó la rentabilidad económica de la siembra de maíz nativo.

1.1 Planteamiento del problema

En México los agricultores se enfrentan a situaciones que promueven la erosión genética del cultivo de maíz, ya sea por la importación de maíces más baratos de E.U.A, por los cambios del cultivo de maíz por otra especie, como por los tecnológicos en la producción, en donde ya no emplean variedades de polinización abierta si no híbridos. La gran mayoría de estos materiales son producto de la cruce entre dos líneas, que maximizan el rendimiento y permiten el logro de cultivos altamente uniformes facilitando las respuestas a las tecnologías del manejo industrial (Boyce, 1997). En contraparte Van Heerwaarden *et al.* (2009) realizaron un estudio en diversas comunidades del estado de Chiapas en el cual concluyeron que el uso de germoplasma híbrido y variedades de polinización abierta podrían significar una fuente de rasgos valiosos para los maíces locales, incluyendo un proceso de acriollamiento; asimismo, Ortega-Packza *et al.* (1991) y Boyce (1997) mencionan que la búsqueda de empleo fuera de las actividades agrícolas ha venido afectando el abandono de sus tierras, indicando que todas esas tendencias son evidentes que tienen el peligro de reducir tanto la superficie como la diversidad genética de dicho cultivo.

Por su parte Saavedra *et al.* (2019) mencionan que en el ciclo primavera verano de 2016 el 35% de los productores de maíz del municipio de Hueyoxtla sembraron semillas híbridas, las cuales han ido ganando terreno sobre los maíces nativos en el municipio; esto se asocia con los bajos rendimientos de estos maíces, que se encuentran por debajo del rendimiento promedio de maíz grano en siembra de temporal para el Estado de México (3.7 t ha⁻¹) (SIAP, 2021). Esta situación ha llevado a los agricultores a hacer un cambio por cultivos más rentables en la zona, como cebada, avena, triticale y en menor cantidad frijol, los cuales están apegados al modelo de producción agroindustrial dependiente de insumos externos, como agroquímicos. Todo lo anterior tiene

implicaciones directas en la sustentabilidad de los agroecosistemas, considerando no sólo a la integralidad de factores sociales, económicos y ecológicos que los componen, sino también a la perdurabilidad de los modelos de producción tradicionales con los conocimientos de manejo de sus semillas nativas (Sánchez-Morales, 2012). Aunado a lo anterior, el plan de desarrollo municipal 2019-2021 en cuanto al crecimiento económico indica que se muestra una creciente tendencia a desarrollar actividades del sector o de servicios; por presentar mayores perspectivas de mejoramiento de las condiciones de vida (Ayuntamiento, 2019).

El riesgo de perder la diversidad del maíz es muy alto, en el territorio municipal, pues las condiciones de marginación y pobreza que enfrentan los agricultores en las 11 comunidades del municipio SEDESOL, (2010), son factores que juegan un papel muy importante (Hernández, 2009); también el cambio climático que se refleja en sequías, granizadas y heladas, hace más vulnerable la pérdida de las semillas que los campesinos han conservado por varios años (Bolaños *et al.* 2019), esto retoma una gran importancia ya que en el municipio solo el 0.31% es agricultura que cuenta con riego (Plan de desarrollo municipal, 2022). En embargo, Palacios, (2022) resalta que los productores de subsistencia en regiones de temporal prefieren sembrar las razas de maíz nativo, ya que por su variabilidad genética cuentan con un mayor potencial de adaptación a las condiciones ambientales de la zona.

Por todo lo anterior se plantea registrar las formas de producción de maíz por productores de comunidades del municipio de Hueypoxtla, e identificar aquellos que aún conservan maíces nativos, así como las estrategias y métodos que han usado para cultivarlos y preservarlos.

En este contexto en el presente trabajo, se realiza la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las prácticas de producción de maíz que influyen en la conservación de los maíces nativos y en la rentabilidad del cultivo?

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

General

- Documentar las formas de producción de maíz nativo por productores de las comunidades del municipio de Hueyoxtla.

Específicos

- Identificar la diversidad de maíces nativos existentes en Hueyoxtla.
- Identificar los factores que afectan a la diversidad de maíz nativo en Hueyoxtla.
- Caracterizar las prácticas agrícolas que se realizan en Hueyoxtla para la producción de maíz nativo.
- Calcular la rentabilidad económica de los productores de maíz nativo de Hueyoxtla

2.2 Hipótesis.

General

- Los productores del municipio de Hueyoxtla conservan razas de maíz nativo realizando diversos manejos bajo diferentes tecnologías.

Específicas

- Los agroecosistemas de maíz en Hueyoxtla preservan razas de maíz nativo de las reportadas para el Estado de México.
- La pérdida de diversidad de razas de maíz nativo de Hueyoxtla está ligada a factores económicos, agroindustriales y climáticos.
- Los productores del municipio de Hueyoxtla realizan prácticas tradicionales y convencionales en la producción de maíz nativo.
- Los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoxtla que cuentan con maquinaria agrícola obtienen una mejor rentabilidad, en comparación con los productores que realizan las actividades de producción rentando maquinaria agrícola y los productores que utilizan yunta.

2.3 Justificación

“El maíz en México no solo es el principal producto agrícola del país si no mucho más que eso, es alimento sustento y cultura, para muchos una planta sagrada”. (Escobar -Moreno *et al.*, 2006), esto cobra una gran relevancia al mencionar que en México más de tres millones de productores se dedican a su cultivo (Magdaleno-Hernández, 2018), la gran mayoría bajo un sistema de producción tradicional la cual se sustenta por el conocimiento empírico y las formas tradicionales de transmisión de conocimiento, además de estar ligada con productores de bajos recursos económicos, generalmente destinan su producción al autoconsumo (Hernandez X. *et al.*, 1987), aunque en los últimos años la llamada agricultura industrial ha ganado terreno, esta agricultura radica en el uso intensivo de prácticas agrícolas basadas en la alta dependencia de insumos externos que provocan degradación de suelos, desertificación y contaminación por el uso irracional de pesticidas y la pérdida de biodiversidad (Conway y Barbier, 2009); bajo este sistema la producción de maíz es insostenible (Sánchez-Morales *et al.*, 2014), en el municipio de Hueyoxtla este tipo de agricultura se observa cada vez más, razón por la cual se ha desplazado los sistemas tradicionales de producción y con ellos la diversidad de maíz nativo amenazando así la soberanía alimentaria del municipio.

Considerando lo anterior el resultado de esta investigación busca demostrar la existencia y permanencia de maíces nativos representativos de la región en el municipio de Hueyoxtla producidos bajo conocimientos tradicionales e industriales, además de fomentar la diversificación de los maíces nativos dando a conocer sus características, ventajas, desventajas y esquemas de producción incentivando la revalorización de las semillas nativas en el municipio.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Historia del maíz en México.

Mesoamérica se considera uno de los sitios de domesticación de plantas de mayor relevancia (Vavilov *et al.*, 1992). Esta región comprende el sur de México y Centroamérica y es el lugar de origen y de mayor diversidad de maíz del mundo (Carrillo, 2009). En esta región se han encontrado restos arqueológicos botánicos de maíz en cuevas del Valle de Tehuacán. Se calcula que tienen una antigüedad de entre 4500 y 7000 años, aunque existen diversos vestigios en Guatemala, E.U.A., Belice, Honduras y Panamá que tienen un intervalo de 2015 a 7000 años de antigüedad

(CONABIO, 2020); aunado a lo anterior Wellhausen *et al.* (1951), mencionaron que hasta ese entonces se habían encontrado vestigios de plantas de maíz en códices, esculturas y cerámicas prehispánicas e impresiones de maíz en lava antigua, en donde se observan mazorcas con características similares a las razas Nal.Tel y Cónico; asimismo, mencionan que el maíz ha evolucionado del teocintle, esto sustentado en los hallazgos realizados de maíces en la cueva Bat Cave, ubicada en Nuevo México, donde no hay evidencias de la existencia de teocintle, razón por la cual, indican, que ese maíz fue introducido desde alguna zona de México, comprobando así la intervención del teocintle en el maíz. Por su parte Kato *et al.* (2009) mencionan que la teoría general más aceptada es la que postula que el teocintle mexicano, fue el ancestro del maíz cultivado, el cual fue originado mediante el proceso de domesticación y mejoramiento genético llevado a cabo por la intervención humana, lo cual es una actividad que en México se remonta a más de 10,000 años (Colín, 2000).

Cleveland & Soleri (2007), consideran que la historia de la semilla de maíz mexicano está relacionada con la historia de vida del propio agricultor por lo que Boege (2009) destaca que la domesticación y la diversificación genética de maíces, es una parte de la proeza histórica de los pueblos indígenas y las comunidades campesinas.

3.2 Papel del Maíz en el México Prehispánico.

Colín (2000) indica que, en México, la historia del maíz y la del hombre ha avanzado estrechamente unidas ya que las grandes civilizaciones mesoamericanas fundamentaron su éxito en el maíz, desde su domesticación ha sido su principal alimento. Las culturas prehispánicas desarrollaron avanzadas técnicas para su cultivo y mejoramiento; en su descubrimiento y domesticación fueron importantes los usos culinarios y religiosos sin embargo la importancia referida al uso y significados de este cereal, se muestra diferencial de acuerdo a las características particulares, tanto económicas, sociales, políticas y culturales de cada época y región. (Medina, 2016).

Colin (2000), cita que desde la época precolombina los antiguos pobladores ya hacían uso tanto de la teocintle como del maíz y por su selección llegaron a producir un maíz primitivo que podría consumirse de diversas maneras; en algunos casos calentándolo hasta que la semilla explotara en forma de lo que hoy se conoce como “palomitas de maíz”; y también se molía hasta producir harina

(Mera-Ovando y Mapes -Sanchez, 2009). Iltis (2000), destaca que, el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa para tortillas y tamales es uno de los grandes logros de las culturas mesoamericanas, al favorecer la disposición del calcio, aminoácidos y el niacina. Palacios (2022), menciona que la nixtamalización tiene su origen en las culturas prehispánicas que comprenden del año 400 a. C al 100 d. C, quienes aplicaban un álcali en la cocción del grano de maíz teniendo como primera fuente ceniza de madera además de aportar calcio potasio, magnesio entre otros minerales; asimismo, algunas otras civilizaciones utilizaron piedra caliza. Por su parte, Santiago-Ramos *et al*, (2018), mencionan que la nixtamalización como un proceso térmico que consiste en la cocción de los granos de maíz en una solución agua y un agente alcalino con el objetivo de ablandar el pericarpio y endospermo y facilitar la molienda dando como resultado una masa para obtener tortillas el cual es el principal producto de maíz nixtamalizado. Colin (2000) menciona que el maíz impulsó la elaboración de un arte culinario muy extenso y también EL calificativo de planta sagrada.

3.3 Importancia económica del maíz en México.

Palacios (2022) menciona que el maíz es el cultivo de mayor producción a nivel mundial y el cereal más representativo de México por su importancia económica, social y cultural, es por eso que el maíz es un componente esencial en la dieta de los mexicanos, con un consumo per cápita de 120 kg al año (Sangermán-Jarquín *et al.*, 2018.). Palacios (2022) menciona que en México se consumen 6.5 millones de toneladas de maíz como tortilla y 2.5 millones de otras formas; por lo anterior, México es uno de los países más consumidores de maíz con una fuerte tradición en su uso y consumo (Guevara-Hernández *et al.*, 2019). México ocupa el quinto lugar como productor de grano y de semilla de maíz (FAO, 2018). En el año 2022 se reportó una producción nacional de 21,605,746.13 toneladas de maíz en grano, sembrando una superficie de 6,871,72.63 hectáreas alcanzando un promedio de producción nacional de 4.02 t. ha⁻¹. Mientras que el Estado de México es el tercer estado productor de maíz con una aportación de 968,489.27 ton, sembrando una superficie de 464,199.18 hectáreas con un promedio de producción de 3.2 t. ha⁻¹ mientras que el municipio de Hueyoxtla se reportó una producción de 7,083.04 toneladas de maíz sembrando una superficie de 5, 643.00 hectáreas, con un promedio de producción de 1.48 t. ha⁻¹ (SIAP, 2022)

El maíz por su diversidad en formas y usos, tiene un significado de importancia histórica y está presente sobre todo en el medio rural, al grado que se ha calificado a los mexicanos como gente de maíz (Kato *et al.*, 2009).

La importancia del maíz es por su aprovechamiento versátil: la caña verde para extraer jugo o para bebidas fermentadas; las hojas sirven para envolver alimentos, las espigas se utilizan para ciertos tamales, el grano sirve para preparar una gran variedad de platillos como pozole, esquites, tamales, pan y cuando se convierte en harina se elaboran tamales, pinole, entre otras cosas más (Sarmiento y Castañeda, 2011).

El maíz sigue siendo la base de la alimentación no solamente de los habitantes de las zonas rurales, sino también de sus animales a través de la utilización del grano y todos los subproductos del cultivo, por lo que se ha convertido en la seguridad y sobrevivencia de diversos grupos sociales en el campo y la ciudad, Por lo anterior, sus escases no solo se pueden traducir en hambre, desnutrición y epidemias, sino también con impactos en la cultura de las sociedades. (Hernández, 2009).

De acuerdo al señalamiento de Barrera–Bassols *et al.* (2009), el maíz constituye un referente simbólico primordial para el pueblo mexicano y es una matriz de su pensamiento cosmogónico, así como un ícono cultural que sintetiza su esfuerzo civilizatorio. Siendo indispensable que el gobierno de México redimensione la relevancia religiosa, cultural y económica que el grano de maíz ha representado por miles de años, mediante el desarrollo de políticas públicas para su preservación (Sangermán-Jarquín *et al.*, 2018).

Respecto a los usos no alimenticios del maíz, actualmente la industria lo utiliza como forraje en la alimentación de grandes hatos, para obtener compuestos químicos que son utilizados en alimentos, medicinas y cosméticos, como miel, azúcar, dextrosa, almidón o fécula, aceite, dextrina, ácido láctico, sorbitol y etanol (Medina, 2016 y Palacios, 2022). Con este esquema, Sánchez-Morales (2014) puntualiza que el grano de maíz actualmente se ve más como un insumo factible para elaborar energías alternativas que serán utilizadas para mover máquinas y automóviles, que, para alimentar a personas, acto que pone en riesgo la seguridad alimentaria; de este modo el maíz y todas sus utilidades son muy atractivos para las empresas multinacionales (Turrent *et al.*, 2013).

3.4 Razas nativas de Maíz en México, región y municipio.

El termino Raza referido al maíz fue definido en 1942 por Anderson y Cutler en 1942 como un grupo de individuos emparentados con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo (Wellhausen *et al.*, 1951).

Perales y Golicher (2014) indican que durante mucho tiempo se ha propuesto que la diversidad de maíz está asociada con la distribución de los pueblos e indígenas de México, ya que tiene más de 60 grupos étnicos y la mayoría de los que viven en áreas rurales han cultivado variedades tradicionales de maíz de manera ininterrumpida durante cientos de años. Por más de 200 o más generaciones, los pueblos e indígenas mexicanos han resguardado los microambientes que han originado múltiples razas de este cereal (Turrent-Fernández *et al.*, 2017), por lo cual, Colin (2000) indica que se le debe considerar de origen estrictamente cultural.

La variabilidad ambiental dentro de México es excepcionalmente alta, ya que el maíz se cultiva desde el nivel del mar hasta más de 3000 msnm y desde ambientes tropicales húmedos hasta condiciones semidesérticas (Perales y Golicher, 2014). aunado a lo anterior Wellhausen *et al.* (1951) mencionan que se puede obtener una mejor comprensión de la distribución de las diferentes razas estudiando las condiciones topográficas y climatológicas de las distintas regiones de México. Al respecto resulta importante destacar que el maíz es originario de México y por eso se cuenta con la mayor diversidad de razas, ya que de las 220 a 300 que existen en América Latina (Guevara-Hernández *et al.*, 2018), 64 son nativas de nuestro país. (CONABIO, 2021). Sin embargo, Palacios (2022) menciona que son 65 razas de maíz nativo.

Perales y Golicher (2014) indican la existencia de 11 regiones biogeográficas de maíz para México: Complejo de Chiapas, Valle y sierra de Oaxaca, Cordillera Costera de Occidente, Meseta Central, Sierra del Noroeste, Cañones Chihuahuenses, Meseta del Norte, Planicies del Golfo e Istmo, Península de Yucatán, Bajío y Baja California y Noroeste; identificando en la meseta central que comprende el Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Ciudad de México, Querétaro, Hidalgo y algunas áreas de Michoacán; donde las razas distintivas son: Cónico, Cacahuacintle y Palomero Toluqueño con grandes proporciones de las razas de Chalqueño y Elotes Cónicos.

En el mapeo de razas de maíz en México realizado por Perales y Golicher (2014), se identificaron 64 diferentes, de las cuales se reportan 13 razas principales en las colectas realizadas en el Estado

de México; dichas razas son Cacahuacintle, Palomero toluqueño, Chalqueño, Cónico, Elotes Cónicos, Pepitilla, Tabloncillo, Cónico Norteño, Elotes occidentales, Olotillo, Olotón, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño; en particular para el municipio de Hueyboxtla no se reportó ninguna colecta, pero en los vecinos como Apaxaco, se reportaron la raza Cónico; asimismo en Tequixquiac predomina la raza Cónico, Chalqueño y Elotes Cónicos, en el municipio de Zumpango se reportan la raza Cónico, Chalqueño y en menor cantidad Bolita y Celaya. Por su parte en los municipios de Tizayuca, Tolcayuca y San Agustín Tlaxiaca del estado de Hidalgo, También se han realizado colectas, pero no se identificó la raza.

3.5 La agroecología.

El término agroecología fue mencionada por primera vez en el año 1930 (Migloirini y Wezel, 2018) mientras que el uso contemporáneo del término data de los años 70, pero la ciencia y la práctica de la agroecología son tan antiguos como el origen de la agricultura (Altieri *et al.*, 1999),

Gliessman (2002) afirma que la agroecología es un paradigma en el cual se mantiene “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el manejo y el diseño de agroecosistemas sostenibles”, propone alternativas agrícolas basadas en la conservación de recursos, y de la agricultura tradicional local y de pequeña escala, para que de manera simultánea se aprovechen los conocimientos científicos y modernos de la ecología. Al respecto, Castillo (2008) y Vandermmmer y Perfecto (2013). mencionan que la ciencia de la ecología debe ser la base de la agroecología conjugado con los conocimientos acumulados de millones de agricultores a pequeña escala al rededor del mundo

Altieri en (1999) define a la agroecología como un enfoque agrícola más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, que no solo está enfocado en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción, Mientras Sarandon y Flores (2014) mencionan que la agroecología se define como una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica, y otras ciencias afines con una óptica holística y sistémica, con el objetivo de generar conocimientos, validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, evaluar y manejar agroecosistemas sustentables. sin embargo, González de Molina (2012) menciona que para la agroecología es indispensable tener la teoría de lo político, es decir la agroecología política la cual debe de estar encargada de la sustentabilidad

agraria a través del diseño y producción de acciones, instituciones y políticas públicas dirigidas hacia la sustentabilidad agraria al igual que difundir y convertir una nueva forma de organizar los agroecosistemas basado en la sustentabilidad. Por su parte Migloirini y Wezel (2018) definen a la agroecología como un movimiento social o político, representado por organizaciones e individuos que exponen los conflictos existentes en la sociedad al proponer cambios políticos y sociales, por lo tanto, la agroecología puede ser un movimiento social, una disciplina científica y también un conjunto de prácticas (Wezel *et al.*, 2009, Altieri y Rosset, 2020).

A decir de Wezel *et al.* (2020), considerando los tres enfoques de la agroecología, Ciencia, Práctica y movimiento social, los principios de la agroecología han tenido una evolución, por lo cual se pueden mencionar diferentes principios como los aludidos por Nicholls *et al.* (2016), los cuales se refieren a la promoción de procesos y servicios ecosistémicos donde se incluye el suelo, el agua, el aire, y la biodiversidad; dichos principios son: reciclaje de biomasa, mejora de la biodiversidad funcional, provisión de condiciones favorables del suelo para el crecimiento de las plantas, minimización de pérdidas, diversificación de especies y recursos genéticos en el agroecosistema y mejora de interacciones y sinergias biológicas beneficiosas. Asimismo Migloirini y Wezel (2018) agregaron principios para los sistemas de producción animal destacando: mejorar la diversidad dentro de los sistemas de producción animal para fortalecer la resiliencia y preservar la diversidad biológica en los agroecosistemas mediante la adaptación de prácticas de gestión, además de la inclusión de principios socioeconómicos como la creación de conocimiento colectivo y capacidad de afrontamiento, fomentar la independencia de los agricultores del mercado y reconocer el valor de una diversidad de conocimientos, estos principios son también considerados y englobados por Altieri y Toledo (2011).

3.6 El Campesinado.

Toledo *et al.*(2000), definen la producción campesina como aquella fundamentalmente orientada al autoconsumo, aunque en ocasiones, parte de esta se destine al mercado; asimismo, la familia y su organización son parte de la vida comunal y de la reproducción social de los mismos agricultores; aunado a lo anterior, Rosset y Torres (2016), mencionan que la agricultura campesina sigue un modelo basado en circuitos o cadenas cortas de producción, consumo y de valor o como lo llama Van der Ploeg (2018) “circuitos descentralizados, mercados territoriales o mercados

campesinos”; Bellon *et al.* (2018) añade que los campesinos dependen principalmente del trabajo familiar, usando combinaciones de tracción animal y mecánica, además de utilizar estiércoles y fertilizantes inorgánicos para la nutrición de sus cultivo, además de la siembra preferente de variedades nativas, mientras que López (2018) destaca la pluriactividad de los campesinos los cuales además de trabajar el campo también son ganaderos, albañiles, jornaleros, artesanos entre otros oficios. Es por ello que Van der Ploeg (2018) menciona que los campesinos son vistos de forma retrógrada del progreso y la modernidad de la agricultura por lo que son representados como un grupo social atrasado y pobre, principalmente por la diferencia que existe en diversos aspectos con los agricultores, empresarios y corporativos. Aunado a lo anterior, la producción campesina combina elementos antagónicos como lo son el capital y trabajo, por lo que tiende a desaparecer, es decir, la descampesinización en un gran número de regiones a nivel mundial. Altieri y Toledo (2011) y Rosset y Torres (2015) consideran que, a través de la agroecología, se está realizando un proceso de recampesinización, lo cual está basado en la reducción de la dependencia externa. Un proceso de conversión para pasar de la agricultura empresarial a una agroecología basada en recursos locales y en las prácticas campesinas tradicionales principalmente en la posesión de semillas nativas el cual conservan las comunidades campesinas e indígenas, con un extenso saber etnobotánico (Hernandez X. & Aguirre, 1987), los cuales han surgido a través de siglos de evolución de diversidad biológica y cultural (Rasgado-Cabrera *et al.*, 2019),

3.7 Métodos agroecológicos en la conservación de semillas nativas.

De acuerdo a Louette & Smale, (1996) una variedad nativa corresponde a las semillas de recursos filogenéticos que se han reproducidos y utilizados en comunidades campesinas al menos por 30 años. Una variedad foránea, corresponde a semillas adquiridas a través del intercambio entre agricultores; asimismo como semilla comercial que viene de una variedad mejorada o híbrida (Magdaleno-Hernández *et al.*, 2016). Otra forma de llamar a la semilla de maíz es con el término criollo. Kato *et al.* (2009), mencionan que dicho termino está mal empleado, ya que fue empleado en la época de la colonia para describir a los nacidos en América, pero de origen europeo. La forma correcta para referirse al maíz cultivado en México debe de ser el de maíz nativo, por ser una planta cuyo centro de origen es Mesoamérica. Sin embargo, Guevara-Hernández *et al.* (2019) proponen que el concepto adecuado es maíz local ya que representa, considera e integra a la riqueza y

diversidad de esta especie ya sean nativos, tradicionales, mejoradas o cultivares que estén presentes en los campos de los agricultores; esto en un concepto ambiental, cultural y genotípico.

De acuerdo a lo anterior Altieri & Nicholls (2019), mencionan que la agroecología plantea que el mantenimiento de los agroecosistemas tradicionales es la forma más importante que se tiene para la conservación de germoplasma, por lo que es necesario mantener este material genético de forma diversificada. Mera-Ovando & Mapes-Sánchez, 2009 & Astier *et al.*, 2021 consideran que un claro ejemplo es la conservación y selección de los maíces nativos en las comunidades rurales, en donde los grupos étnicos son guardianes de la enorme riqueza de dicho germoplasma y los preservan bajo la agricultura tradicional.

Los pueblos indígenas y campesinos viven en territorios que poseen niveles excepcionales de alta biodiversidad cultural y biológica (Toledo y Barrera- Bassols, 2008). Wright *et al.* (1995), indican que al menos el 70% de todos los cultivos que se siembran en el mundo provienen de semillas que reproducen, utilizan y conservan los propios agricultores. De acuerdo con lo anterior es importante mencionar que las mujeres poseen abundantes conocimientos sobre los usos y el manejo de las variedades de cultivo, y a menudo tienen la gran responsabilidad de almacenar semillas entre las cosechas para su posterior siembra. Esta selección de semilla se realiza desde las cocinas indígenas y campesinas, en donde se preservan y conservan las semillas con mejores características culinarias. Al respecto indica Sangerman- Jarquín *et al.*, (2018) mencionan que los hombres y las mujeres se dan a la tarea de seleccionar los tipos de planta con mejores habilidades para sobrevivir en el entorno donde lo cultivan, aunque la influencia decisiva la tienen las mujeres al seleccionar los granos de mejor calidad para los diversos usos alimenticios. Estos elementos ponen de manifiesto la aportación de los hombres y mujeres de las culturas tradicionales a la selección, formación, conservación y disponibilidad de maíces nativos. Es por ello que Zambrano *et al.*, (2013) mencionan que la selección de semilla es considerada como una técnica de fitomejoramiento participativo por lo que la selección se define como “el acto de escoger ciertas características de un individuo expresado a un nivel determinado dentro de una población variable, por lo que podemos mencionar dos clases de selección, la natural como resultado de adaptación de ciertos individuos al medio ecológico, y la selección artificial efectuada por el hombre de manera consistente” (Brauer, 1979). Un claro ejemplo de lo anterior es el caso del maíz olotón en la sierra Mixe del Estado de Oaxaca, el cual tiene un carácter de fijación biológica de nitrógeno atmosférico el cual fue heredado del teocintle y de zacates originarios de Mesoamérica (Van

Deynze *et al.*, 2018), dicho gen fue pasado al maíz durante su domesticación, pero los productores de maíz de la sierra Mixe lograron amplificar el carácter al maíz de la raza olotón, esto a través de selección de semillas por muchas generaciones de productores (Turrent-Fernández & Espinosa-Calderón, 2022). El uso de semillas nativas tiene varias ventajas: la semilla no tiene un costo directo, dispone del material genético en el momento oportuno para la siembra, posee una semilla altamente adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de la comunidad y del terreno del productor (Astier *et al.*, 2021). Es por ello que Espinosa-Calderón & Turrent-Fernández (2022) mencionan que las prácticas de selección de semillas de maíz hechas por productores y campesinos en un año, genera 20 veces más biodiversidad que la que puede llegar a existir en los bancos de semillas de todo el mundo, generando así las 64 razas de maíz nativo en México.

Medina (2016) considera que la mayor parte de la diversidad del maíz se mantiene en el contexto de la producción campesina y el agroecosistema milpa. Aunado a esto, Hernández X (1972) menciona que en las milpas el maíz y los genotipos que lo representan, exhiben diferentes grados de variación, producto de la selección del hombre y el ambiente en relación con la presión ecológica, fisiológica, culinaria y la concepción del mundo campesino. A pesar del impacto del cambio cultural la milpa mesoamericana se ha mantenido como una de las tradiciones especialmente alimentaria, de las cuales el maíz proporciona una base fundamental para platillos regionales y estacionales, que se ven reflejados en fiestas patronales en la época de cosecha del cereal (Mera-Ovando & Mapes-Sánchez, 2009).

Medina (2016), puntualiza que el enfoque agroecológico permite describir y caracterizar dicho sistema y la relevancia que en él tiene la diversidad del maíz. En México esta trilogía campesina, milpa y maíz se ha transformado y sobrevive a pesar de que no todos los proyectos diseñados desde políticas agrícolas convencionales les han sido favorables.

3.8 La sustentabilidad del agroecosistema

Desde la perspectiva teórica de Morin (2007), el agroecosistema es concebido como una interrelación de elementos que constituyen una unidad global con dos características principales, la primera es la interrelación de elementos económicos, sociales y ambientales y la segunda que es la unidad global constituida por estos elementos en intersección; por lo que el concepto tiene sus bases en el enfoque sistémico y la teoría general de sistemas propuesta por Bertalanffy (1976), es por ello que es considerado el objeto de estudio en diferentes niveles jerárquicos (Platas-Rosado

et al., 2017). Por lo anterior, Hernandez X (1977) definió al agroecosistema como un ecosistema modificado en menor o mayor grado por el hombre al utilizar los recursos naturales en los procesos de producción agrícola; asimismo, Hart en su libro de 1985 “Conceptos básicos sobre agroecosistemas” lo define como un sistema formado por un grupo de especies en un hábitat específico (factores bióticos) y el medio ambiente (factores abióticos) con el que interactúa procesando entradas y salidas de energía y materiales. Por su parte Gliessman (1990) conceptúa al agroecosistema como una unidad de producción agrícola que debe ser comprendida como un ecosistema donde los límites son asignados arbitrariamente por el investigador. Mientras que Sarandon y Flores (2014) mencionan que los agroecosistemas son sistemas muy complejos con componentes biológicos que han sido distribuidos en el tiempo y el espacio, interactuando con componentes socioculturales, en adición Lugo-Perea y Rodríguez-Rodríguez (2018), consideran que para una agroecología Inter epistémica el agroecosistema tendría que nombrarse “mundo agro – cultural”, ya que va más allá de una mezcla de plantas y animales ordenados en una unidad espaciotemporal administrados por un productor, por el contrario se refiere a una forma de ser, hacer y conocer campesino, es decir, una racionalidad campesina anclada a una visión del mundo; en su caso Altieri *et al.* (1999), mencionan que es importante la evaluación donde se monitorea el equilibrio entre la productividad y la integridad ecológica del sistema, donde la evaluación constituyen expresiones cuantificadas del cambio ambiental, entre los cuales destaca la sustentabilidad del agroecosistema. Al respecto, Altieri y Nicholls (2000), indican que los elementos básicos de un agroecosistema sustentable son: la conservación de los recursos renovables, la adaptación de cultivos al medio ambiente y el mantenimiento de niveles moderados.

En el informe Brundtland (1978) se definió al desarrollo sustentable como “Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”. Este concepto según Sevilla-Guzmán y Soler-Montiel (2009) pertenece al discurso institucionalizado, un falso discurso ecologista diseñado por los organismos internacionales, donde se transmite el mensaje de que el planeta está en riesgo, no por la forma de producción del modelo convencional consumista de energías, contaminación y destrucción de los agroecosistemas, sino porque los países pobres tienen un gran crecimiento poblacional y deterioran la naturaleza, debido a su pobreza e indecente apropiación de los recursos naturales, mediante la tala de bosques y su agricultura ineficiente. En adición Landín (2011), considera que gran parte de

este discurso ecologista falso va dirigido a las comunidades indígenas campesinas, en los cuales el modelo convencional no ha podido formar raíces; entonces se culpa del deterioro ambiental a estos, llegándose a pensar que las acciones que realizan y decisiones tomadas por los campesinos no tienen sustento ni sentido alguno.

Masera *et al.* (1999) mencionan que hay tres nociones en el concepto de sustentabilidad: la primera es un enfoque puramente biofísico para un recurso natural determinado, la segunda con el mismo enfoque, pero para un grupo de recursos o un ecosistema y la tercera como un concepto biofísico, social y económico de manera integrada; asimismo, mientras Altieri *et al.* (1999) define a la sustentabilidad como la capacidad para mantener un nivel de productividad de los cultivos a través del tiempo sin exponer sus componentes estructurales y funcionales; Sarandon y Flores (2014), mencionan que una agricultura sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan. Por lo mencionado anteriormente Sánchez-Morales *et al.* (2014), afirman que el concepto de sustentabilidad debe estudiarse y definirse de acuerdo a sus componentes: Productividad, estabilidad, resiliencia y equidad, los cuales Altieri y Nicholls (2000), los menciona como propiedades de agroecosistemas e indicadores de comportamiento.

3.9 Marco legal en la conservación de maíces nativos

Kumar *et al.* (2020), indican que los avances de la ciencia han dado lugar a nuevas tecnologías entre ellas la creación de Organismos Genéticamente Modificados (OGMs) o también llamados transgénicos, ya que se transfieren genes de diferentes órganos de bacterias, hongos, animales y plantas de manera permanente a otras plantas y animales, por lo que se violenta un proceso natural que llevaría millones de años o serían imposibles de ocurrir. Turrent *et al.* (2013) mencionan que con el uso de transgénicos se abren muchos riesgos para la biodiversidad de maíces nativos; esto demostrado por Quist y Chapela (2001) quienes encontraron con marcadores de genes de maíz transgénico, su presencia en maíces nativos del municipio de Ixtlan Oaxaca, México. Kumar *et al.* (2020) mencionan que además de la contaminación de maíces nativos y parientes silvestres, es posible que se pueda dar la evolución y resistencia de plagas, enfermedades, arvenses en los

agroecosistemas sembrados con maíz transgénico debido a la presión de selección en parcelas sembradas con cultivos transgénicos, además de intoxicaciones y algunas alergias en humanos.

García-López y Giraldo (2021), señalan que en México han ingresado empresas transnacionales en el sector agrícola, principalmente empresas semilleras, y son tres las que concentran el dominio: Monsanto/Bayer, Corteva Agriscience y Syngenta/Chem, quienes dominan el 62% de semillas industriales y 90 % de las semillas transgénicas. Debido a lo anterior, la demanda colectiva maíz, (2022), indican que en México se han promulgado diversas leyes tanto a nivel federal como estatal, para la protección del maíz nativo, conjuntamente de la existencia de movimientos sociales con el objetivo de proteger la biodiversidad de maíz nativo de comunidades indígenas y campesinas; exigen además que “la autoridad judicial declare que la liberación o siembra de los maíces transgénicos dañará el derecho humano a la diversidad de los maíces nativos de las generaciones actuales y futuras, así como los derechos a la alimentación, a la salud y los de los pueblos originarios”. Lo anterior, basado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2021) principalmente en el artículo cuarto constitucional, donde se menciona que “toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, al igual que a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar”, asimismo, en el artículo 27 fracción XX, donde se menciona que “el estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional y fomentar la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra” . Aunado a lo anterior, se anexan los tratados internacionales sobre el Convenio de la Diversidad Biológica (CBD), firmado en 1992 en la “Cumbre de la tierra” de Rio de Janeiro Brasil (CONABIO, 2021), el cual, tiene como objetivos principales: la conservación de la biodiversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. (CBD,1992); de igual manera en el protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica que entró en vigor el 11 de septiembre de 2003, teniendo como objetivo “contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la tecnología moderna que pueden tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica” (DOF, 2003); al igual que el protocolo de Nagoya el cual

tiene como objetivo la “Participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de los recursos genéticos, incluso por medio del acceso apropiado a los recursos genéticos y por medio de la transferencia apropiada de tecnologías pertinentes teniendo en cuenta todos los derechos sobre dichos recursos y tecnologías y por medio de la financiación apropiada contribuyendo por ende a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes” (ONU, 2010)

3.9.1 Leyes Nacionales.

Ley Federal de producción certificación y comercio de semillas (LFPCCS).

Espinoza-Calderón *et al.* (2014), narra que la primera ley de semillas en México data del año de 1961, en ella, la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), recibía las semillas originales de todas las variedades híbridas y eran liberadas comercialmente por el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA) y puesta a disposición de productores. Posteriormente en 1991 se promulga la ley de semillas, la cual, permitió a otros solicitantes el acceso a las variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias (INIFAP), además de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE). Asimismo, la integración de México a la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV 1978), por lo que las empresas privadas controlaron el comercio de semillas (Espinoza-Calderón *et al.*, 2014, De Ita & López-Sierra, 2012 y Torres *et al.*, 2021). A pesar de esto las semillas nativas de los campesinos podrían seguir siendo intercambiadas libremente (De Ita & López-Sierra, 2012).

Torres *et al.* (2021), destacan que la LFPCCS que está vigente hasta ahora, fue publicada en el diario oficial de la federación el 15 de junio de 2007, y tiene como objetivo regular la producción de semillas certificadas, su calificación, comercialización y puesta en circulación (DOF, 2007) a través de esta, en 2016 se crea de manera oficial el sistema nacional de semillas (SINASEM), el cual tiene como objetivo “promover la concurrencia y participación de los sectores, ramas, grupos y agentes económicos, vinculados con la conservación, investigación, producción, certificación, comercialización, fomento, abasto y uso de semilla, para concretar acuerdos que fortalezcan la cooperación y complementariedad de los sectores públicos, social y privado, dándole seguimiento a su instrumentación” (DOF, 2016).

Con respecto a lo anterior De Ita Y López (2012), realizan una crítica a esta ley ya que indican que busca dejar de lado la libre circulación, comercialización y el intercambio de semillas campesinas, adecuándolas a nuevas penalizaciones y regulaciones, de manera tal que se alienta la siembra de semillas industriales, acercando de este modo la adopción de nuestro país a la UPOV 91.

Ley sobre bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. (LBOGM)

Esta ley se publica en el DOF el 18 de marzo de 2005 y entró en vigor a los 30 días y tiene el objetivo de proteger “La salud humana el medio ambiente y la diversidad biológica” (DOF, 2005), asimismo, otro de los objetivos de interés de esa ley, es determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas Geográficas libres de OGMs en las que se prohíba y aquellas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados, así como cultivos de los cuales México es centro de Origen, en especial del maíz, que mantendrá un régimen de protección especial (DOF, 2005).

Gutiérrez *et al.* (2015), puntualizan que durante el 2011 las autoridades competentes aprobaron 61 solicitudes de permisos de liberación al ambiente de maíz Genéticamente Modificados (GM), en etapa experimental y seis en etapa piloto que suman un total de 242,500 hectáreas sembradas, de acuerdo a las medidas de bioseguridad establecidas por las autoridades en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Durango.

De acuerdo con Escobar-Moreno (2006), para el caso del maíz, la coexistencia ente maíz transgénico y maíces tradicionales no es factible, por lo que autorizar la siembra comercial de maíces transgénicos en México sería aceptar la inevitable contaminación transgénica de los maíces criollos. En adición San Vicente y Morales (2015), destacan que esta ley es también llamada “Ley Monsanto” pues permite cobrar regalías a campesinos por comercializar productos obtenidos a través de semillas modificadas genéticamente, inclusive si la siembra del productor se da de manera accidental.

Ley federal de variedades vegetales (LFVV).

La presente Ley tiene como objeto “fijar las bases y procedimientos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales, su aplicación e interpretación para efectos administrativos”, Publicada en el DOF el 25 de octubre de 1996 en la cual, se denomina obtentor

a la persona física o moral que mediante un proceso de mejoramiento haya obtenido desarrollado una variedad vegetal de cualquier género y especie, nueva distinta, estable y homogénea (DOF, 1996). Mientras que en el año 2012 se intentó aprobar la nueva Ley Federal de variedades Vegetales (LFVV) por lo que Espinoza - Calderón *et al.* (2014) y Espinosa-Calderón & Turrent-Fernández (2022), advierten que esta ley pretende ubicar a México en el acta de Unión Internacional para la protección de Obtenciones Vegetales en su versión de 1991 (UPOV 91) en lugar del acta UPOV 78 lo que convendría jurídicamente a las corporaciones multinacionales dueños de los transgénicos ya que de esta forma se despojaría de las variedades nativas a los productores en caso de que estas variedades sufran contaminación con transgénicos, los cuales de acuerdo a la ley LFVV estarían patentados, esto ocasionaría que las semillas de maíz nativo que ante la ley serían consideradas “pirata”, equivaldría a despojar de su reservorio genético de maíz a más de 62 grupos étnicos. Al respecto, (Espinoza - Calderón *et al.* 2014 y Espinosa-Calderón & Turrent-Fernández. 2022), destacan que en la UPOV 78 los derechos de obtentor solo aplican para la producción comercial y material reproductivo de las variedades protegidas, permitiendo así el intercambio de semillas a los campesinos. Por el contrario, la UPOV 91 indica que las semillas generadas de la cosecha de una siembra comercial no pueden ser sembradas, vendidas o intercambiadas por los agricultores sin la autorización de obtentor (De Ita & López, 2012). En adición, Boege (2022) menciona que con la adhesión de México a la UPOV 91 no se permitirá vender, intercambiar, regalar o sembrar semilla, de esta forma el oligopolio de semillas controlarían y se apropiarían completamente del mercado semillero con esto también se ajustarían el sistema alimentario en todo el mundo; aunado a esto, García-López y Giraldo (2021) y Espinosa-Calderón y Turrent-Fernández (2022) mencionan que la ratificación en julio del 2020 de la participación de México en el Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), el cual podría obligar a México a adherirse a la UPOV91 en un periodo no mayor a cuatro años.

Ley Federal Para el Fomento y Protección de Maíz Nativo 2020

García-López y Giraldo (2021), indican que La Ley Federal Para el Fomento y Protección de Maíz nativo 2020 fue publicada en el DOF el 13 de abril de 2020 y se basó en la Ley Estatal de Fomento y Protección al maíz como patrimonio originario en diversificación constante y alimentario del Estado de Tlaxcala, promulgada en el año 2011. El objetivo de esta ley es declarar “la protección del maíz nativo y su diversificación constante en todo lo relativo a su producción, comercialización

y consumo como una obligación del estado para garantizar el derecho humano a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad”, el gobierno mexicano decretó así la “Ley federal para el fomento y protección del maíz nativo” (DOF, 2020).

En contraparte la Organización no gubernamental denominada “Red en defensa del Maíz” (2021), manifiesta su preocupación por el enfoque que asume la Ley de Fomento y Protección de Maíz Nativo (LFPM), ya que dicha ley no establece prohibiciones de la siembra comercial, piloto o experimental de OGMs, solo se afirma que el estado “deberá garantizar y fomentar a través de todas las autoridades competentes, que todas las personas tengan acceso efectivo al consumo informado de maíz nativo, en diversificación constante, así como de sus productos derivados en condiciones libres de OGMs y de otras técnicas de mejoramiento genético como la mutagénesis o cualquier otro desarrollado por la ciencia, sobre el cual no existe un absoluto grado de certeza científica respecto a la ausencia de riesgos para la salud humana. La organización antes referida, también indica que” para defender el maíz esa ley debe establecer la prohibición de las siembras experimentales, piloto y comerciales de maíz genéticamente modificado de lo contrario la contaminación transgénica estará siempre presente como amenaza que impone una enorme carga a los pueblos que nos relacionamos con el maíz, siendo los únicos que podemos garantizar que siga viviendo y en diversificación constante”.

Rivera y Rodríguez (2022), resaltan que en esta ley se establece la creación del Consejo Nacional de Maíz Nativo (CONAM) el cual tiene como objetivo brindar opiniones técnicas en materia de políticas públicas para la protección al maíz nativo y a impulsar la investigación y difusión del conocimiento de los maíces nativos.

3.9.2 Leyes Estatales.

Ley de Fomento y Protección al Maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario, Para el Estado de Tlaxcala

El Grupo Vicente Guerrero (2022), establece que esta Ley es producto de una lucha iniciada desde el año 2007 por este grupo, además de las comunidades, autoridades locales, organizaciones sociales campesinas e indígenas, civiles, investigadores, asesores y comunicadores de todo el país y surge en contraparte a la creación de la LBOGM, que otorga el derecho a las empresas, transnacionales para poder pedir autorizaciones para el cultivo de maíz transgénico en México

(DOF, 2005). Se propuso al congreso local y en el 2011 se publicó en el DOF. (Morales-Díaz *et al.*, 2017 y Grupo Vicente Guerrero, 2022), dicha ley declara el maíz tlaxcalteca como patrimonio alimentario del estado y tiene como objetivo promover el cuidado, la recuperación y conservación de los maíces nativos a través del reconocimiento de los derechos de las culturas indígenas, el derecho a la salud y a la alimentación (Morales-Díaz *et al.*, 2017 y García-López Giraldo (2021)).

Contexto jurídico del maíz morelense.

Morales-Díaz *et al.* (2017) resaltan que el estado de Morelos cuenta con una ley que se titula Ley de Protección y Conservación del Maíz Criollo en su Estado Genético para el estado de Morelos (LPyCMCEGEM), la cual se aprobó en el mes de junio del año 2014 por el pleno y publicada en el DOF, esta ley tiene diversos objetivos como lo son: regular y fomentar la protección, conservación y mejoramiento de los maíces nativos que se cultivan en el estado, además de garantizar su protección, promover su desarrollo sustentable y fomentar la productividad, la competitividad y la biodiversidad del maíz morelense; sin embargo, este lineamiento legal no cuenta con leyes y reglamentos que le otorgue validez jurídica.

Plan de desarrollo regional del Estado de México, Maíz 2012- 2022.

Aguirre *et.al.* (2018) indican que en el plan de desarrollo regional para el Estado de México se consideran los factores físicos, bióticos y sociodemográficos que inciden de una u otra forma en el desarrollo de los productores que se dedican al cultivo de razas de maíz. En el plan se propone las siguientes estrategias: 1) estimular y apoyar la organización y el desarrollo humano de los productores de maíces nativos del Estado de México, 2) Impulsar y apoyar la producción y la comercialización de los productos de la región, 3) Promover la innovación y el uso de tecnología de punta en toda la cadena productiva, 4) crear y promover nuevas formas de financiamiento en apoyo a los productores de la región y 5) establecer políticas de desarrollo sostenible que implementen procesos de conservación con la participación de productores, investigadores y entidades gubernamentales.

Aunado a lo anterior, Hidalgo (2022), indica que día 20 de septiembre de 2022, el pleno del congreso del Estado de México aprobó el dictamen que crea la “Ley de fomento y protección del Maíz nativo y sus Variedades del Estado de México, uniéndose así a los estados de Oaxaca, Tlaxcala, Sinaloa, Morelos y Chihuahua. (Hidalgo, 2022), los objetivos principales de esta ley

contemplan que “El presupuesto para los programas estatales, fortalezca la producción, diversificación, mejoramiento, almacenamiento, distribución, comercialización, procesamiento y consumo de maíz nativo y sus variedades, así como la creación de bancos comunitarios de semilla de maíz nativo, el apoyo a los productores y custodios, la creación del padrón estatal de técnicos y profesionistas expertos en el cuidado y fomento del maíz nativo y sus variedades” (Hernández, 2022), estos objetivos beneficiaran a más de 300 mil productores que cultivan cerca de 500 mil hectáreas de maíces criollos (Hidalgo, 2022).

De Ita y López (2012), considerando y refiriéndose a las leyes estatales anteriormente mencionadas, indican que no tienen argumentos sólidos para la protección de maíces nativos, por el contrario, otorgan a los gobiernos y a las empresas semilleras transnacionales la conservación *in situ* y *ex situ* del maíz, esto debido a que en particular la Ley promulgada en el estado de Tlaxcala tiene como ley suplementaria a LBOGM, ya que dicha ley nunca hace referencia a la prohibición de sembrar, plantar o cultivar maíz transgénico, si no únicamente a los procedimientos para autorizar la introducción, almacenamiento, distribución y comercialización de maíz genéticamente modificado, al igual que no regula ni limita a las corporaciones productoras de semilla ni a los gobiernos estatales.

3.9.3 Movimientos sociales articulados alrededor de la defensa del maíz nativo en México.

San Vicente y Morales (2015) y Torres *et al.* (2021) refieren que la introducción de maíces transgénicos en México representa un riesgo muy grave para la diversidad genética del maíz, para la alimentación del país y para la soberanía alimentaria, es por ello que en México se ha realizado diversos movimientos sociales que buscan proteger y salvaguardar las semillas y mejorar el sistema legal para que sean protegidos sus derechos de conservar, intercambiar y multiplicar las semillas nativas, por lo que una de las actividades más importantes que estas organizaciones han realizado es la demanda colectiva contra la siembra de maíces transgénicos, en la cual solicita que los tribunales judiciales declaren que los límites y restricciones establecida en la LBOGM son ineficientes ya que existen evidencias científicas de contaminación transgénica de maíces nativos en diversos estados del país; asimismo esta demanda colectiva está fundamentada en el artículo cuarto constitucional, en el libro quinto del Código Federal de Procedimientos Civiles, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Convenio de diversidad biológica,

Protocolo de Cartagena, Protocolo de Nagoya, Pacto internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (DESC), Convención Americana de Derechos Humanos y Convenio 169 OIT (Demanda colectiva maíz, 2022).

López-Martínez y Rivero-Fragoso (2022), recalcan que esta demanda colectiva fue interpuesta por 53 personas, 20 organizaciones campesinas, indígenas, académicas, científicas, artísticas, consumidores y del ramo gastronómico.

Por su parte García-López y Giraldo, (2021), reconocen que los movimientos sociales más importante que hay en México para la defensa del maíz nativo son la Campaña Nacional en Defensa de la Soberanía Alimentaria y la Reactivación del Campo Mexicano Sin Maíz no Hay país y La Red de Defensa del Maíz.

La primera nació en junio de 2007, la cual está conformada por más de 300 organizaciones, entre la que destacan campesinos, indígenas, consumidores, grupos ambientalistas, mujeres, intelectuales, artistas, científicos, estudiantes de casi 20 estados de la República Mexicana donde el objetivo de esta campaña es luchar por la soberanía alimentaria fortaleciendo la producción campesina mediante políticas públicas favorables y un proyecto alternativo para el campo y el país, incluyente, justo, sustentable y solidario (Campaña sin maíz no hay país, 2022). En el caso de La Red en Defensa del Maíz (2021), se define como un espacio de diálogo y prácticas permanentes conformada por comunidades indígenas, mestizas y campesinas además de cientos de organizaciones, todas ellas actuando solidariamente en un frente de lucha por la autonomía y soberanía alimentaria y en contra de la siembra del maíz transgénico en México.

Estas organizaciones han conseguido a través de la demanda colectiva que han implementado una medida precautoria desde el año de 2013 en contra la siembra de maíz transgénico en su fase comercial, aunque en México aún se tiene permitido su siembra con fines de investigación (Lopez-Martinez & Rivero-Fragoso, 2022). Con base en lo anterior, San Vicente (2022) menciona que dicha demanda fue contra las empresas transnacionales: Monsanto, Syngenta, Dow Agrosiences y PHI México, y a instancias gubernamentales tales como SAGARPA Y SEMARNAT. Dicha acción colectiva tiene como objetivo defender intereses relacionados con la protección del derecho al medio ambiente y la biodiversidad por lo que el otorgamiento de permisos a la liberación de OGMs afectaría la biodiversidad de maíces nativos en México (Gutiérrez, 2022 y San Vicente,

2022). Gracias a esta demanda colectiva se ha conseguido la emisión de una medida precautoria la cual se emitió en el mes de diciembre de 2020 a través del decreto presidencial para el que se expide la Ley Federal para el Fomento y protección del Maíz Nativo; el cual resuelve revocar y abstenerse de otorgar permisos para liberación al ambiente de semillas de maíz genéticamente modificado y eliminar progresivamente el uso de glifosato hasta el año 2024 (San Vicente, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Ubicación y Extensión geográfica

La investigación se realizó en el municipio de Hueypoxtla, Estado de México, el cual tiene una altitud entre 2200 y 3100 metros sobre el nivel del mar; se sitúa entre los paralelos 19°49'50" y 20°04'24" latitud norte; y los meridianos 98°55'55" y 99°08'35" longitud oeste (INEGI, 2021) (Figura. 1).

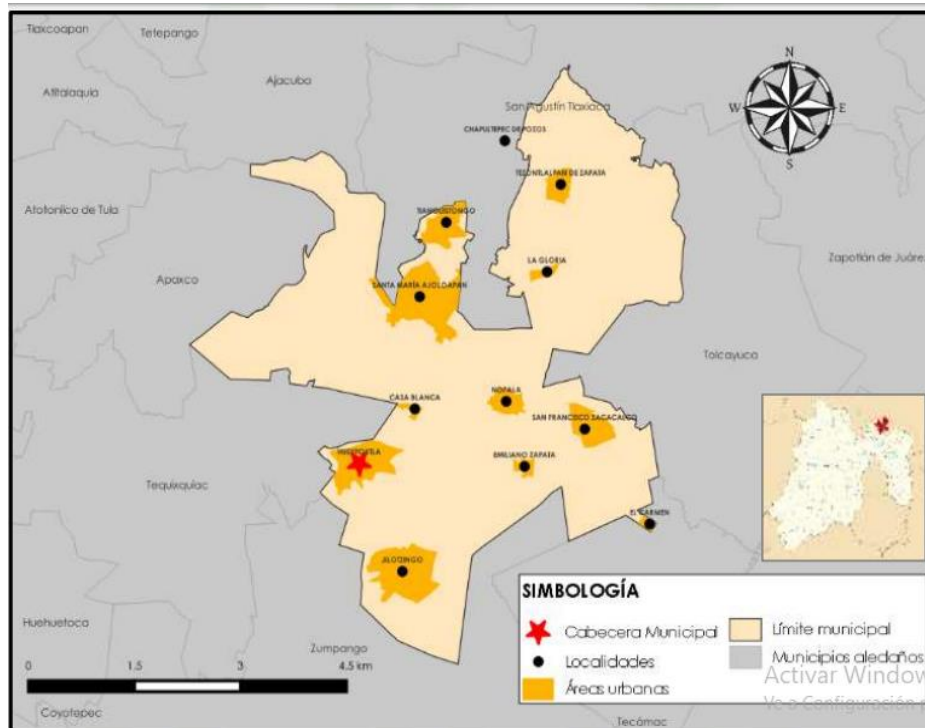


Figura 1. Ubicación del municipio de Hueypoxtla, en el Estado de México.

Fuente: Plan de desarrollo municipal 2022.

4.2 Características edafoclimáticas del municipio.

Predominan los suelos de tipo Phaeozem y Leptosol, con un bajo contenido de materia orgánica (menor al 2%) y un pH alcalino de moderado a fuerte, es decir mayor a 7.8 (Limón, 2018)., la precipitación media anual oscila entre 500 y 600 mm (CONAGUA, 2021), El clima predominante es de tipo Bs1Kw, semiseco con lluvias en verano (García, 2004).

Este municipio comprende una superficie de 246.30 Km², que representan al 1.15% del territorio Mexiquense; está compuesto por 11 localidades de las cuales, tres están catalogadas con alta marginación, seis comunidades con media marginación y dos catalogadas con baja marginación. (SEDESOL, 2010).

4.3 Uso del suelo.

El municipio tiene una superficie de 246.30 km², actualmente esta se encuentra ocupada principalmente por actividad agrícola (53.12%), seguida de las pecuarias, (30.44%). (Plan de Desarrollo Municipal, 2019).

4.4 Delimitación de la zona de estudio.

La estrategia metodológica que se siguió para la delimitación de la zona de estudio, consistió en elegir a productores de 10 comunidades del municipio que aún cultivan maíz nativo (Ajoloapan, Batha, Casa blanca, Hueypoxtla, Jilotzingo, La Gloria, Nopala, Tezontlalpan, Tianguistongo y Zacacalco), aplicándoles un cuestionario para registrar las principales actividades en sus parcelas de producción de maíz (anexo 4).

Los criterios principales para elegirlos fueron:

- Unidad de producción y núcleo familiar dentro del municipio de Hueypoxtla.
- Interrelación con los productores de maíz de las demás comunidades.
- Que conserven y cultiven al menos una raza o variedad de maíz nativo.
- Con experiencia en el manejo del maíz y en la conservación de sus maíces nativos.
- Disposición de los productores y productoras para participar en la investigación.

4.5 Técnicas de recolección de información

La unidad de estudio fueron los sistemas de producción, para su abordaje y comprensión se utilizaron diferentes instrumentos metodológicos que incluyeron un enfoque mixto entre métodos cualitativos y cuantitativos.

La investigación de campo considero cuatro etapas: 1) talleres participativos, 2) feria del maíz, 3) Aplicación de encuesta y 4) exploración del tipo de suelos y condiciones de manejo.

Mediante el enfoque cualitativo se llevaron a cabo los talleres participativos y aplicación de encuestas, mientras que el enfoque cuantitativo se aplicó a las colectas obtenidas en la feria del maíz y la exploración de tipos de suelo.

4.6 Primera Feria del maíz autóctono “Revalorando las semillas nativas”

Esta feria se llevó a cabo el día 5 de febrero del 2022, en la comunidad de San Francisco Zacacalco, municipio de Hueyopxtla en las instalaciones del centro de convenciones Zacacalco. Dicha feria tuvo como objetivo mostrar la permanencia de semillas nativas de maíz que han sido conservadas por productores del municipio de Hueyopxtla y permitir un espacio de intercambio entre los productores de la región y visitantes (Anexo 1).

En esta feria se presentaron 63 muestras de maíz nativo que contenían entre 20 y 30 mazorcas. Estos materiales provinieron de 10 comunidades del municipio de Hueyopxtla (Figura 2). La feria además de ser un espacio de exhibición de la diversidad de maíces nativos, se realizó una caracterización fenotípica de los maíces nativos a través de su descripción varietal (SNICS – CP y IBPGR, 1991). Durante este proceso, se identificaron submuestras de acuerdo con la raza primaria y secundaria existentes en cada colecta, teniendo un total de 96 submuestras. En cada una, se eligieron al azar 10 mazorcas, a las cuales se midió su longitud, diámetro en la parte media, diámetro del olote, número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera; además se anotó la forma de la mazorca y el color del olote. En 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de cada mazorca, seleccionada al azar, se midió su longitud, grosor y ancho, también se anotó el color y la textura, así como el peso y volumen de 100 granos elegidos también de la parte media de las mazorcas. La humedad del grano se determinó con el determinador de humedad portátil SW08120 John Deere®. El peso y volumen del grano se expresó con una humedad del

Cuadro 1. Variables estudiadas para caracterizar y tipificar colectas de maíz realizadas en 10 comunidades del municipio de Hueyoptla, México.

Criterio	Variables
Raza	Cónico Chalqueño Elotes cónicos Tablilla de ocho Celaya Bolita
Característica de la mazorca	Número de hileras Número de granos por hilera Longitud Diámetro de la mazorca Diámetro del olote
Características del grano	Ancho del grano Longitud del grano Grosor del grano Peso de 100 granos Textura del grano Color del grano

Fuente: Elaboración Propia

4.8 Talleres Participativos

Se utilizó la observación participante como interacción social y método cualitativo para recoger, en diferentes situaciones y eventos, datos sobre las relaciones en que se desenvuelven los productores y familias que cultivan maíz y entre ellos los nativos.

Los talleres participativos se denominaron:

- 1.- Presentación del proyecto (Anexo 2)
- 2.- “¿Cómo hacía antes la agricultura y cómo lo hago ahora?: Revalorando las semillas nativas con familias productoras de maíz nativo del municipio de Hueyoptla. El taller se realizó en la comunidad de Guadalupe Nopala (Anexo 3). Se aplicó la propuesta de Geilfus (2022) para definir la línea de tiempo.

Adicionalmente, se hizo un análisis FODA, herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que posee algún actor social evaluando fortalezas y debilidades extremas y oportunidades y amenazas extremas (Meraz, 2018 y Geilfus, 2002)

En una plenaria se les hizo a los productores asistentes al taller (20 productores) una serie de preguntas para cada tipo de causa, para poder obtener la información.

Para el apartado de fortalezas se preguntó:

- ¿Qué ventajas se presentan al conservar las semillas nativas?
- ¿Qué percibe la gente sobre el maíz que ustedes producen?

Para obtener la información de debilidades se preguntó:

- ¿Cuáles son las desventajas que se tienen en la conservación del maíz nativo?
- ¿Qué factores reducen la siembra de maíz nativo?

Para obtener las oportunidades se preguntó:

- ¿Qué elementos externos pueden influir para conservar semillas nativas de maíz?

Para poder obtener la información de amenazas se preguntó:

- ¿A qué se enfrentan para seguir conservando semillas de maíz nativo?
- ¿Cuáles son los elementos externos que influyen de forma negativa en la conservación de maíz nativo?

Para cada una de estas preguntas se dio la oportunidad a todos los productores que contestaran dando su punto de vista, opiniones y comentarios a través de una lluvia de ideas, con esta información se identificaron los factores que afectan y favorecen a la diversidad de maíces nativos en el municipio de Hueyapoxtla.

4.9 Encuesta a productores

En la investigación se trabajó con 48 productores de las 10 comunidades, seleccionados a través un muestreo no probabilístico denominado “bola de nieve” (Pérez - Carrasco *et al.*, 20017). De acuerdo a las premisas de esta herramienta, se identificó a productores y a su vez recomendaron a

otros productores para participar en la investigación (Martínez-Salgado, 2012, Blanco & Castro 2007 y Hernández - Ávila & Escobar, 2019).

Al grupo de 48 productores se aplicó una encuesta a través de un cuestionario para registrar las actividades que se realizan en el ciclo del cultivo de maíz e identificar las estrategias y acciones que han permitido la conservación de la diversidad de maíces nativos en el municipio de Hueyoxtla (Anexo 4). El cuestionario fue sometido a pruebas de expertos, pruebas piloto y pruebas de validez de contenido para cumplir con el objetivo de la investigación.

Las dos grandes temáticas abordadas en el cuestionario fueron las siguientes: 1) Características socioeconómicas de los productores de maíz: edad, ocupación principal, experiencia sembrando maíz, posesión del terreno, régimen del terreno y definición como campesino. 2) Prácticas de producción del cultivo de maíz: preparación del terreno, características de la tierra de cultivo, siembra, labores culturales, control de hierbas, fertilización, control de plagas, semillas, cosecha y comercialización.

4.9.1 Análisis de datos.

Los datos se analizaron a través de métodos estadísticos descriptivos univariados: Frecuencia, medidas de tendencia central, medidas de dispersión además de un análisis clúster, análisis de correlación y de asociación de variables (Anexo 4.1). Se utilizó el paquete estadístico Rstudio (Versión 4.1.0), con pruebas de *Chi* cuadrada de Pearson (X^2), para asociaciones, considerándose significativo el valor de $P < 0.05$. Lo cual Se trata de verificar la asociación que pudiera existir entre las variables consideradas en el cuestionario aplicado a productores de maíz nativo del municipio de Hueyoxtla, que conjuntan algunas prácticas y actividades como factores de inferencia en la conservación de maíz nativo de la región.

Las variables cualitativas (tablas de contingencia Anexo 6) consideraron la variabilidad de maíces del municipio, razas y tipos de maíces las cuales se asociaron con variables como: tipo de suelo, origen de semilla, uso de grano cosechado, mercado de venta, parte de la mazorca de donde se selecciona la semilla, técnicas de almacenamiento de grano, uso de maquinaria agrícola, manejo de hierbas, fertilización, manejo de insectos, forma de riego y tipo de mano de obra. Las variables cuantitativas integraron: Edad de productor, años de experiencia sembrando maíz, superficie sembrada con maíz nativo, número de razas que conserva, años sembrando su propia semilla,

producción de grano, precio de venta de grano, costo de producción por hectárea, porcentaje de venta y de autoconsumo de la producción de maíz (anexo 7). A este conjunto de variables se les realizó una prueba de normalidad Shapiro Wilks y un análisis de correlación mediante la prueba de Spearman (alfa = 0.05).

4.9.2 Tipificación de productores (análisis de conglomerados).

Adicional a las pruebas estadísticas anteriores, se realizó un análisis de conglomerados, considerando las principales variables obtenidas en la aplicación de cuestionarios (Cuadro 2), de las cuales se extrajeron los componentes con valores superiores a uno, los valores extraídos se consideraron nuevas variables. Para el análisis de conglomerado se utilizó un método no jerárquico de K – medias y distancia euclidiana.

Cuadro 2. Variables estudiadas para caracterizar y tipificar productores de maíz nativo de 10 comunidades del municipio de Hueypoxtla, Estado de México.

Criterio	Variables
Sociodemográfico	Edad
	Ocupación principal
	Experiencia sembrando maíz
	Posesión de terreno.
	Régimen del terreno
	Se define como campesino
	Maquinaria agrícola propia
	Maquinaria agrícola rentada
	Uso de yunta
	Tipo de tierra
Productivo	Superficie
	Prácticas de preparación del terreno
	Riego
	Semilla
	Prácticas de siembra
	Labores culturales
	Control de hierbas
	Control de plagas
	Fertilización
	Prácticas de cosecha
Origen de la semilla	
Número de razas de maíz nativo	
Almacén de grano	
Tratamiento postcosecha	

	Costos de producción (preparación del terreno, siembra, labores culturales,)
	% de cosecha destinada a la venta
Económico	% de cosecha destinada al autoconsumo.
	Mercado de venta
	Precio de venta de maíz nativo
	Producción de grano de maíz nativo

Fuente: Elaboración Propia.

4.10 Análisis de costos de producción.

Se realizó estimación de la rentabilidad del cultivo de maíz para el ciclo primavera – verano 2021. Se consideró el costo total de producción por hectárea y el ingreso de la venta de grano de maíz en tonelada por hectárea; asimismo los precios de los insumos y actividades de producción como: semillas, agroquímicos, renta de la tierra y maquinaria, estiércoles, jornales, se obtuvieron a través de los cuestionarios aplicados, la matriz de resultados obtenidos; la matriz de resultados obtenidos se muestra en el anexo 5.

Para el análisis de rentabilidad se identificaron tres categorías de productores, según el manejo que se les da a los agroecosistema de maíz nativo (preparación de suelo, labores culturales, fertilización, control de hierbas, control de insectos, riego y cosecha) y la pertenencia de maquinaria agrícola (maquinaria propia, maquinaria rentada y yunta). La base de datos de este rubro se enlista en el anexo 6.

Para determinar la rentabilidad se utilizaron las fórmulas algebraicas propuestas y utilizadas por Samuelson y Nordhaus (2006), González y Alferes (2010), Saavedra *et al.* (2019) y Ayala- Gray *et al.* (2013).

$$CT = P X$$

Donde:

CT = Costo total de la producción.

P = Precio del insumos o actividades.

El ingreso total por hectárea se obtiene del multiplicar el rendimiento del cultivo por su precio del mercado el cual fue dado por cada productor:

$$IT = P Y$$

Donde:

IT = Ingreso total (\$ ha⁻¹).

P = Precio del mercado del cultivo.

Y = Rendimiento del cultivo (t ha⁻¹)

La rentabilidad se obtiene:

$$\text{Rentabilidad} = IT - CT$$

Para el análisis de rentabilidad, se identificaron tres categorías de acuerdo al manejo de actividades realizadas con maquinaria agrícola propia (27), maquinaria agrícola rentada (27), y uso de yunta (3).

4.11 Evaluación exploratoria de tipo de suelos y condiciones de manejo

4.11.1 Selección de predios.

Ortiz- Solorio y Gutiérrez-Castorena (2001), indican que “diversos grupos étnicos cuentan con el conocimiento sobre el recurso suelo de forma ordenada y sistematizada dicho conocimiento tiene una utilidad práctica para propósitos agrícolas y no agrícolas, el conocimiento local sobre el suelo ayuda al conocimiento científico”.

Bajo ese contexto, y con la finalidad de realizar una evaluación exploratoria y orientativa acerca de los suelos de la región, es que se consideró pertinente, a través de los talleres y del propio cuestionario, consensar con productores del municipio, sobre los tipos de suelo y las condiciones particulares de manejo para la producción de maíz. Se distinguieron seis tipos de suelos: 1) Fertilización orgánica (FO). Suelos manejados con fertilización anual a base de estiércol de ganado ovino o bovino. 2) Fertilización mineral (Fm). Suelos manejados con fertilizantes minerales principalmente, urea y sulfato de amonio. 3) Lamadero (L). Suelos en las cuales se acumulan sedimentos de las partes altas del territorio, desde los suelos que están poco perturbados, observando beneficios en la estructura del suelo con la incorporación de arcillas y materia orgánica, al igual que sedimentos minerales por la erosión de material rocoso. 4) Riego (R). Estos suelos son regados con aguas residuales, proveniente del canal de desagüe del Valle de México.

5) Tepetate (T). Suelos con una capa superficial dura, la cual los agricultores han removido, para establecer sembradíos. 6) Suelos no perturbados (SNP). Suelos de las partes altas de la zona con vegetación natural de nopal (*Opuntia* spp.).

4.11.2 Muestreo.

Se muestrearon suelos provenientes de cinco parcelas agrícolas y un área natural de la región. En cada sitio se colectaron muestras compuestas de un kilo de suelo, colectado a 30 cm de profundidad; las muestras se colocaron en bolsas plásticas debidamente etiquetadas y se trasladaron al laboratorio de física y química de suelos en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

4.11.3 Análisis de las características físicas.

Las características físicas evaluadas fueron: textura, mediante el método del hidrómetro de Bouyoucos (Bouyoucos, 1962); densidad aparente, por el método del terrón parafinado y densidad real, por el método del picnómetro (SEMARNAT, 2000); a partir de ellos se obtuvo la porosidad total; la distribución del tamaño de agregados mediante la técnica de tamizado en seco (Chocobar-Guerra *et al.*, 2013); las constantes de humedad (capacidad de campo y punto de marchitez permanente), se estimaron mediante olla y membrana de presión, respectivamente (Sustaita-Rivera *et al.*, 2000). Los análisis se realizaron por triplicado para cada tratamiento.

4.11.4 Análisis de características químicas.

Las características químicas evaluadas fueron: materia orgánica del suelo (MOS) por el método de digestión descrito por Walkey y Black (1934); el C orgánico se estimó con base en la MOS, mediante el factor de Van Bemmelen = 1.724; materia orgánica particulada, determinada por ignición a 500° C (Dean, 1974); N total, por el método de Kjeldahl propuesto por (Bremner, 1965) y la NOM-021-RECNT-(2000); pH (Extracto acuoso relación 1:2) y Conductividad eléctrica (Extracto 1:5) Ansorena (1994) y carbonatos totales, mediante el calcímetro. Todos los análisis se realizaron por triplicado

4.11.5 indicadores biológicos.

Los indicadores biológicos de las muestras de suelo se obtuvieron a partir de la medición del contenido de C orgánico y medición de respiración (CO₂) (Guerrero-Ortiz, 2012). Las muestras se incubaron durante 5 días a una constante de capacidad de campo y dos tamaños de partículas, la evaluación de las emisiones de CO₂ se evaluaron cada 48 horas durante 32 días con analizador de gases IRGA (PP Systems); las muestras fueron rehumedecidas cada 10 días (Montoya-Jasso, 2019). La tasa absoluta de mineralización se calculó mediante la transformación de la ppm de CO₂ a g de CO₂ m⁻³, con base en la Ley de gases ideales (Ibáñez-Cornejo *et al.*, 2013 y Montoya-Jasso, 2019).

Las determinaciones de carbono fácilmente oxidable se determinaron antes y después de la incubación (Blair *et al.*, 1995); mientras que el porcentaje de C total fue medido en un analizador automático de carbono TOC (Shimadzu A 5050) (Pérez *et al.*, 2002).

4.11.6 Análisis Estadísticos:

Las características físicas y químicas se analizaron mediante un diseño experimental completamente aleatorio. Los seis manejos agrícolas (FO, Fm, L, R, T y SNP) se consideraron como tratamientos. Las determinaciones físicas y químicas se replicaron al menos tres veces para cada tratamiento.

Para evaluar las características biológicas (respirometría) se consideraron dos granulometrías (2.0 mm y 0.5 mm), por lo tanto, se utilizó un diseño experimental en bloques aleatorios generalizados, en el que se consideraron las granulometrías como bloques (2 bloques) y los seis manejos agrícolas como tratamientos. Los análisis de varianza y las pruebas de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se desarrollaron con el lenguaje de programación R V4.0.3.

Se realizó un análisis multivariado de cluster para agrupar los tratamientos más similares con base en sus características físicas, químicas y biológicas, además, se realizó un bootstrap de 10000 veces para robustecer el análisis. Para generar una representación gráfica bidimensional de las asociaciones (índice Euclidiano) ente las variables químicas, físicas y biológicas se realizó un análisis de coordenadas principales (ACoP). Se utilizó una matriz de correlación de Pearson en la que se consideraron todas las variables, para identificar las características físicas, químicas y

biológicas más relacionadas entre sí. Todos los análisis multivariados se realizaron con el software Past3 V3.24.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Primera Feria del maíz autóctono “Revalorando las semillas nativas”

En esta feria se tuvo una asistencia 40 productores que presentaron 63 muestras de maíces nativos no solo del municipio de estudio, de las cuales se obtuvieron 96 submuestras de acuerdo a la clasificación racial con base a las características morfológicas de la mazorca. De las 63 colectas, 49.2% son de las razas: cónica, elotes cónicos y chalqueño; las otras 32 que representan el 50.08 % tuvieron influencia de las tres razas anteriores más tablilla de ocho, celaya y bolita, estas distribuidas en 10 comunidades del municipio (cuadro 3).

Cuadro 3. Presencia de razas de maíz nativo en las colectas realizadas en comunidades del municipio de Hueyoptla

Comunidad	Altitud	LN	LO	Raza primaria (Número de razas)	Raza secundaria (Número de razas)
Ajoloapan	2290 - 2366	19° 58' 39.06"	99°02'42.31"	EC (3) CH (2) T8 (1)	CN (2) T8 (1)
Tianguistongo	2372 - 2465	20°00'15.48"	99°02'22.05"	CN (6) CH (3) BO (1) EC (1)	CN (3) CH 81) CL (1) T8 (1)
Tezontlapan	2380 - 2441	20°01'13.95"	98°59'32.63"	CH (4) CN (2) EC (2)	CH (2) CN (4)
La gloria	2376 - 2420	19°59'10.18"	99°00'03.33"	CH (2) EC (2)	CH (1) CN (2)
Batha	2299 - 2338	19°54'34.66"	99°00'20.81"	CN (3)	CH (1) CL (1)
Nopala	2284 - 2448	19°56'10.66"	99°00'50.76	CH (1) CN (1) EC (1)	CH (1)
Zacacalco	2311 - 2403	19°55'47.9"	98°58'52.87"	CN (3) CH (3) T8 (2)	CN (2) CH (1) T8 (2)

Comunidad	Altitud	LN	LO	Raza primaria (Número de razas)	Raza secundaria (Número de razas)
				EC (3)	EC (1) CL (1) BO (1)
Casa Blanca	2283 - 2288	19°56'02.08"	99°03'13.05"	CN (2) EC (2) CH (1)	CL (2)
Hueypoxtla	2272 - 2279	19°54'42.27"	99°04'32.69"	CH (3) EC 81)	CN (1) CL (1)
Jilotzingo	2275 - 2305	19°52'13.45"	99°03'24.46"	CH (3) EC (1)	

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022. CN = Cónico, EC= Elotes cónicos, CH = Chalqueño, T8 = Tablilla de ocho, CL = Celaya, BO = Bolita

La clasificación racial de dichas muestras indico que, en el municipio de Hueypoxtla, se conservan seis razas de maíz nativo de las 13 reportadas para el Estado de México por Perales & Golicher (2014) e incluyen: Cónico (figura 3 A), Chalqueño (figura 3 B), Elotes cónicos (figura 3 C), Tablilla de ocho (figura 3 D), Celaya (figura 3 E) y Bolita (figura 3 E) las cuales tienen las siguientes características obtenidas de acuerdo a la descripción varietal de maíces (SNICS – CP & IBPGR, 1991).

Cónico: Como lo indica su nombre, presentaron forma cónica y tiene una longitud de 15.4 cm, 4.8 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas en forma recta y cada hilera cuenta con 32 granos. Tienen una coloración crema y grano dentado. El color del olote es blanco, con un diámetro de 2.5 cm. El grano tiene 8.6 mm de ancho, longitud 14.9 mm y un espesor de 4.3 mm y 100 granos pesan 41.7 g⁻¹.

Chalqueño: Las mazorcas presentan forma cónica, y mide 17.1 cm de largo, 7.2 cm de diámetro, 16 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada una con 34 granos. Tienen una coloración crema y grano dentado. El color del olote es blanco, con un diámetro de 2.6 cm. El grano tiene 8.6 mm de ancho, longitud de 16 mm y un espesor de 4.4 mm y 100 granos pesan 43.6 g⁻¹.

Elotes cónicos: Las mazorcas presentan forma cónica, y tiene una longitud de 14.1 cm, 4.6 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas en forma recta y cuenta con 29 granos. Tienen una coloración azul, azul oscuro y rojo, y grano con textura harinoso dentado, el color del olote es blanco en el 90%

de las muestras y rojo en un 10%, con un diámetro de 2.2 cm. El grano tiene 8.5 mm de ancho, longitud de 14.4 mm y un espesor de 4.4 mm y con un peso de 100 granos de 38.3 g⁻¹.

Tablilla de ocho: Las mazorcas presentan forma cónica, y mide 15.2 cm de largo, 3.8 cm de diámetro, 8 hileras dispuestas en forma recta y cada una con 32 granos. Tienen una coloración crema y granos con textura dentada. El color del olote es blanco con un diámetro de 1.6 cm. El grano tiene 10.7 mm de ancho, longitud de 13.2 mm y un espesor de 4.3 mm y con un peso de 100 granos de 44.3 g⁻¹.

Celaya: Las mazorcas presentan forma cónica, con una longitud de 18.9 cm, y un diámetro de 5 cm, 14 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada una con 37 granos los cuales tienen una coloración crema y textura dentada, el color del olote es blanco con un diámetro de 2.3 cm. El grano tiene 8.9 mm de ancho, longitud 15 mm y un espesor de 8.9 mm y con un peso de 100 granos de 45.9 g⁻¹.

Bolita: Las mazorcas presentan forma cónica, con una longitud de 10.8 cm y un diámetro de 4.3 cm, 12 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada una con 22 granos, presentan una coloración crema y una textura dentada, la coloración del olote es blanco con un diámetro de 1.8 cm. El grano tiene 8.5 mm de ancho, longitud 14.1 mm, espesor de 4.3 mm y con un peso de 100 granos de 36.6 g⁻¹.

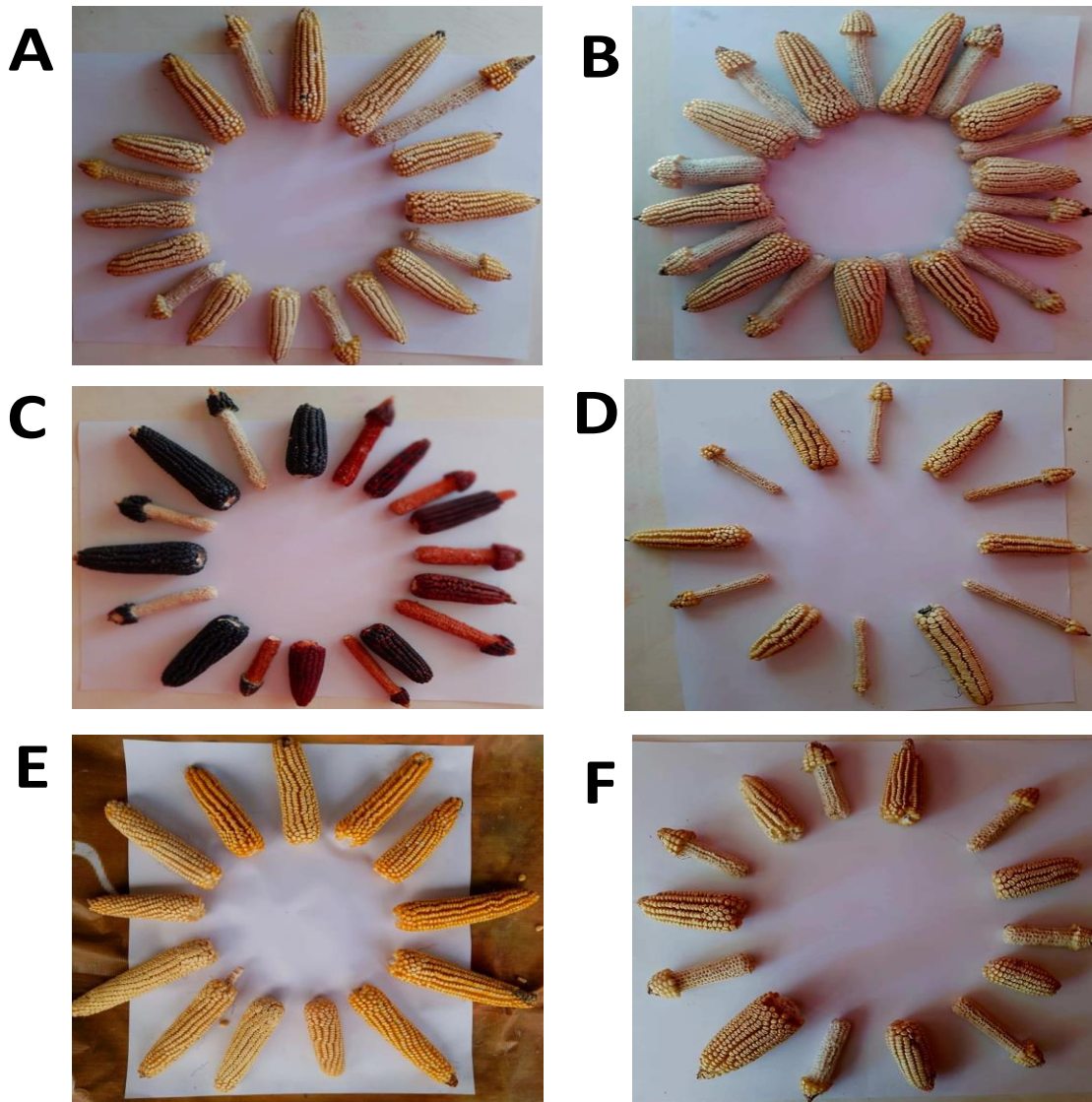


Figura 3. Clasificación de seis razas de maíz nativo en comunidades del municipio de Hueyoptla, Estado de México.

Las ferias facilitan el intercambio de semillas entre productores de diferentes comunidades que en algunos casos están alejados geográficamente, fomentando el flujo de genes entre regiones contrastantes (Astier *et al.*, 2021). Aunado a lo anterior Hernández-Ortiz (2022) menciona que las ferias del maíz son una forma de resistencia pacífica y un mecanismo de defensa de las semillas nativas, ya que representan un espacio de intercambio.

Al respecto Palacios (2022) menciona que las razas se nombran a partir de distintas características fenotípicas, tipo de grano, por el lugar o región donde inicialmente fueron colectadas o son relevantes o por el nombre que son conocidas por los grupos indígenas o mestizos que las cultivan.

Partiendo de una amplia colecta de maíces nativos realizada en el municipio de Hueypoxtla fue posible detectar una serie de poblaciones sobresalientes en rendimiento, pero sobre todo en adaptabilidad lo cual recobra una gran importancia ya que la variabilidad de razas que se identificaron se observa que los maíces nativos siguen un patrón de constante diversificación por lo que se generan diferentes características resaltando las culinarias las cuales son el sustento para las familias campesinas de esta región principalmente desde el ámbito alimenticio,

5.1.1 Agrupamientos de las colectas por el análisis de conglomerados.

En la Figura 4, se presentan los dos grupos que resultaron del agrupamiento de las colectas por el análisis de conglomerados de maíces nativos, colectados en 10 comunidades del municipio de Hueypoxtla.

Grupo 1: Este grupo comprende muestras colectadas en nueve comunidades del municipio de estudio y está conformado por 25 submuestras, las cuales tienen influencia en un 24% de la raza Cónico (CN), 33.3% Chalqueño (CH), 36% Elotes Cónicos (EC) y 8% Bolita (BO). Las razas que comprenden este grupo son sembradas en suelos negros y riego principalmente, de igual forma en suelos de tepetate principalmente la raza elotes cónicos. Los valores promedio de las características de la mazorca son: 16 hileras, 29 granos por hilera, 2.88 cm de diámetro del olote, las mazorcas cuentan con una longitud promedio de 13.59 cm y un diámetro de 4.7 cm; el color que predomina en el grano es el blanco cremoso, con excepción de los granos de la raza elotes cónicos. Los granos para este grupo cuentan con un ancho de 8.04 mm, una longitud de 14.54 mm y un grosor de 4.31 mm, el peso de 100 granos es de 37.08 gr.

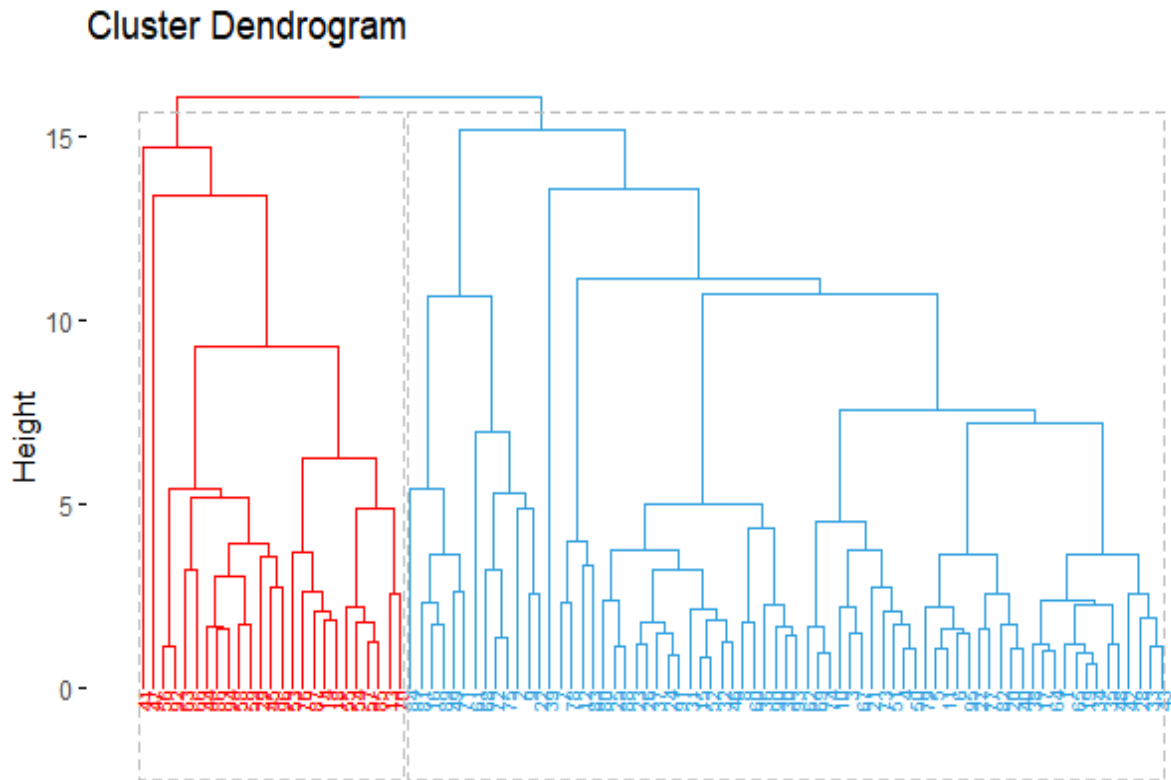


Figura 4 Grupos de colectas de maíz del municipio de Hueypoxtla, formadas a partir de clúster del análisis de conglomerados jerárquicos.

Fuente: Elaboración propia.

Grupo 2: Este grupo comprende muestras colectadas en las 10 comunidades del municipio y está conformado por 71 submuestras, las cuales tienen influencia en un 40.84% de la raza Cónico (CN), 26.76% Chalqueño (CH), 12.6% Elotes Cónicos (EC), 9.8% de la raza Tablilla de ocho (T8) y 9.8% de la raza Celaya (CL). Las razas de este grupo son sembradas principalmente en suelos negros y lamaderos a diferencia del grupo uno donde predomina suelos de riego. Los valores promedio de las características de la mazorca son: 14 hileras, 32 granos por hilera, el olote cuenta con un diámetro de 2.34 cm, la mazorca cuenta con una longitud de 16.6 cm y un diámetro de 5.6 cm, el color de grano que predomina es el blanco cremoso, la textura dentada, estos cuentan con una longitud de 15.15 mm, un ancho de 8.9 mm y un grosor de 4.38 mm, el peso de 100 granos es de 43.6 granos, estos valores son ligeramente más altos lo que indica una mayor producción en este grupo, principalmente en razas Cónico y Chalqueño, que son las que más predominan en el territorio municipal, por lo que podemos afirmar que en este grupo se cuenta con características superiores.

5.2 Taller participativo “¿Cómo hacia antes la agricultura y cómo lo hago ahora?: Revalorando las semillas nativas.

El taller fue un espacio de dialogo en donde se discutieron las diversas actividades que se realizaban antes y como las hacen ahora en relación a la siembra del maíz nativo, selección y almacenamiento de semilla (Cuadro 5). En términos generales, se aprecia que en las dos primeras actividades se ha reducido el número de prácticas. Se aprecia que en la siembra de maíz nativo las prácticas de manejo del suelo eran con la ayuda de yunta, y de manera manual. La biodiversidad se fomentaba a través de sistemas de cultivo múltiples o policultivos. Los saberes campesinos eran parte fundamental para decidir las fechas de siembra. En actualidad, el manejo del suelo se realiza mediante maquinaria agrícola, la biodiversidad en los sistemas de cultivo no se presenta y las variedades nativas se cultivan en espacios reducidos; no obstante, los saberes sobre las fases de la luna aún son vigentes. En la actividad para la selección de semilla se mencionaron diversas características que se observaban en la mazorca, las cuales prevalecen hasta ahora, sin embargo, también mencionan algunos productores que se han implementado nuevos conocimientos como la selección masal e incluso que algunos ya no realizan selección de semillas nativas, ya que se prefiere la adquisición de semillas mejoradas.

En los conocimientos sobre la conservación y semillas se mencionaron estrategias como la elaboración de arcinas, aplicación de cal o ceniza a las semillas y almacenamiento en tapancos o mezontetes, de estas actividades muy pocos productores mencionaron realizarlas actualmente, ya que almacenan sus semillas en costales, bolsas plásticas y tambos aplicando pastillas de fosfuro de aluminio para evitar plagas de almacenamiento (Cuadro 4). Por lo tanto, se concluye que las actividades, saberes y herramientas que se utilizaban anteriormente se han perdido debido a la inserción de nuevas tecnologías que facilitan el trabajo de los productores afectando esto la permanencia de los maíces nativos en la región.

Cuadro 4. Cómo se hacía y se hace la actividad con respecto a la siembra, selección y conservación de semilla en el municipio de Hueyopxtla, Estado de México.

Evento	Antes (Comentarios de productores)	Ahora (Comentarios de productores)
Siembra de maíz nativo	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizaba yunta • Se sembraba a pie • Se utilizaba el arado para la siembra • Se sembraba intercalando maíz con frijol, calabaza y haba • Se utilizaba la pala • Surcos a dos arados para conservar la humedad. • Siembra en cruz y en cajete. • La fecha de siembra era en el mes de marzo. • Se siembra de acuerdo a las fases lunares principalmente en cuarto creciente. • Se utilizaba el calendario de Galván. 	<ul style="list-style-type: none"> • Siembra mecanizada (Tractor – sembradora y tractor – arado). • Se utiliza pala para la siembra • Se siembra de acuerdo a fases lunares, principalmente en cuarto creciente • La semilla criolla se siembra en poco espacio.
Selección de semillas	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de acuerdo al número de carreras. • Tamaño de semilla • Color de la semilla (blanca, azul, roja). • Grosor del olote con el objetivo de soportar sequías. • Selección de la semilla del centro de la mazorca. • Evitar granos descabezados. • Desgrane de semillas de forma manual. • Selección después de la cosecha, en la casa 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen más semillas mejoradas. • Se compra semilla. • Ya no se realizan actividades para la selección de semillas. • Selección de semilla criolla en parcela (selección masal). • La selección de semilla se realiza si el temporal lo permite, si se tiene producción.
Almacenamiento de semillas	<ul style="list-style-type: none"> • Arcinas • Mezonete • Tapancos • Cal de piedra • Ceniza 	<ul style="list-style-type: none"> • Costales plásticos • Tambos plásticos y de fierro • Bodegas • Fosfuro de aluminio • Micro cal (Cal micronizada comercial)

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Analizas FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

En este mismo taller, mediante lluvia de ideas se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que los productores identificaron en la producción de maíz nativo. Como fortalezas se mencionan especialmente los alimentos de buena calidad que adquieren de los maíces nativos principalmente las características de la tortilla elaborada con maíz nativo, también resalta la experiencia con la que cuentan los productores en la siembra conservación de maíz nativo y la adaptación que se han generado en la semilla a las condiciones del municipio; en contra parte, las debilidades que se mencionan son el mayor gasto de mano de obra en la producción de maíz nativo y una menor producción de grano en comparación con los maíces híbridos o mejorados, los cuales cada vez son más frecuentes en el territorio municipal. Como principales amenazas los productores indican que el clima ha complicado la producción de maíces nativos a pesar de la adaptación de estos a las condiciones de la región, además que los mercados de venta no pagan un precio justo aunado a nulos apoyo de los gobiernos estatales y municipales; mientras que las principales oportunidades que los productores mencionaron la apertura de mercados que paguen un precio justo y además de contribuir al rescate y diversificación de maíces nativos en el municipio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Unión entre productores • Conocimiento en la siembra de maíz <ul style="list-style-type: none"> • Alimentos de Buena calidad. • Menor costo en la adquisición de semilla. • Adaptación de semilla a las condiciones del terreno de siembra. <ul style="list-style-type: none"> • Apropiación de la semilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a nuevos mercados. • Conservación y rescate de nuestra propia semilla.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor gasto en mano de obra. • Menor producción de grano • Compra de semilla mejorada por comodidad de los productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima • Precios bajos en el mercado • Nulo apoyo gubernamental • Compra de forraje en otros lados de parte de los productores pecuarios.

Fuente: Elaboración Propia.

5.4 Manejo de parcelas y los factores que afectan la diversidad de maíces en el municipio de Hueypoxtla.

5.4.1 Datos sociodemográficos

La edad mínima de los productores entrevistados fue de 32 años, mientras que la máxima fue de 90, teniendo un promedio de 59 años, la variación entre edades es baja de acuerdo con el coeficiente de variación (21.06 %).

El 100 % de los productores encuestados fueron del sexo masculino, debido a que ellos se encargan de las actividades de producción agrícola, ya que en el municipio de Hueypoxtla, como lo define Vázquez *et al.* (2020) es muy evidente la interseccionalidad, la cual se define como la diferenciación principalmente en el género; dando mayor importancia a la carga desigual de trabajo y distribución de beneficios al interior de las comunidades, ya que las mujeres son las encargadas de preparar los alimentos y algunas ocasiones en una situación de doble jornada de trabajo ya que algunas también generan ingresos para el sustento de la familia, un claro ejemplo de esto es la elaboración de tortillas donde de acuerdo con Palacios (2022) la nixtamalización es una tarea femenina, ya que las mujeres escogen el maíz adecuado para preparar el nixtamal, de acuerdo a características del grano como dureza, tamaño y color.

El 81.2% de los productores son casados, el 8.3% solteros, el 6.2% en unión libre y el restante 4.1% son viudos.

En el 50% de los productores la agricultura es la principal actividad económica; por su parte el 35.4% combinan la agricultura con la ganadería, el 8.3% son empleados, el 2.8% es comerciantes y el 4.16 % tienen otra ocupación. Estos datos muestran que la pluriactividad y la diversificación ocupacional se hace presentes en los productores del municipio de Hueypoxtla, los cuales dependen cada vez más de los ingresos provenientes de actividades distintas a la agrícola (Borrego & Román, 2019). Del mismo modo, la dependencia de las aportaciones que los miembros de la familia aportaban para la producción de maíz con mano de obra o contribuciones económicas. Otro punto importante a resaltar es la combinación de la ocupación agrícola y ganadera dentro del territorio municipal, principalmente ganado ovino como una de las actividades pecuarias más importantes en la región (SIAP, 2021). Müller & Cruz (2016) mencionan que esta integración permite una mejor gestión de los flujos de nutrientes, pues provee una fuente importante de

proteína y otros nutrientes, aprovechando subproductos y residuos orgánicos en la producción de maíz.

En relación a la posesión del terreno en donde los productores entrevistados siembran maíz nativo, el 83.37 % son propiedad de los productores (40), el 10.41 % rentados (2), el 4.1 % son prestados (5) y el 2.08 % son parcelas trabajadas “a medias” (1) (en conjunto), lo cual contrasta a lo reportado para el 2009 en el Estado de México, ya que el 53.7% del territorio agrícola era rentado, el 32% prestado, el 8.55% trabajó a medias (Orozco-Hernández *et al.*, 2017), Al respecto en el Estado de México a partir de la reforma al artículo 27 constitucional y la nueva ley agraria, ha disminuido los trabajos a medias en las parcelas, así como la venta de los derechos parcelarios a otros ejidatarios o avecindados del mismo núcleo ejidal ya que esto conlleva a una complejidad de trámites, por lo que se prefiere la renta y el préstamo de la tierra En cuanto al régimen de la tenencia de la tierra de los productores encuestados el 91.6% son de régimen ejidal, 2.08 % es comunal y el 6.25% es propiedad privada (Orozco-Hernández *et al.*, 2017).

Por otra parte, el tiempo mínimo y máximo que los productores encuestados llevan sembrando maíz en sus respectivas comunidades es entre 10 a 75 años, respectivamente; así mismo, la variación entre el tiempo que los productores llevan sembrando maíz en el municipio es media de acuerdo al coeficiente de variación (46.5%).

5.4.2 Manejo del suelo (Preparación del terreno).

La primera actividad para iniciar el cultivo de maíz es la preparación del terreno de ya sea con barbecho o subsoleo, el cual consiste en romper el surco del cultivo anterior e incorporar a la tierra residuos de la cosecha y arvenses, después se rastrea para uniformizar el terreno, este trabajo se realiza principalmente en un periodo ente los meses de octubre a marzo (Castillo-Nonato, 2016, Saavedra *et al.*, 2019.).

Esta preparación por lo general es mecanizada. Al respecto Turiján-Altamirano *et al.* (2012) consideran que el uso de yunta se da en productores con un grado de empleo de tecnología campesina, utilizando sus propios animales para muy diversas prácticas como siembra y labranza mientras que, en tareas pesadas, como rastra y barbecho prefieren la tracción mecánica.

Al respecto en los resultados obtenidos en la presente investigación el 54.1% de los productores prepara el suelo con subsuelo y rastra, el 2 % solo utiliza subsuelo, 14.5% rastra, el 2% realizan solo barbecho con arado de disco, 20% barbecho y rastra, el 2% subsuelo - rastra – surcado; asimismo el 4.1% realiza rastra – surcado (Figura 5).

En la preparación de suelo podemos observar una clara sustitución del barbecho el cual lo realiza 5.2% de los productores encuestados por subsuelo y rastra 94.8%, esto debido a que para el año 2021 al costo del barbecho que iba de los \$1000.00 a los \$1500.00 por hectárea. Esta sustitución a subsuelo es de forma anual, el cual de acuerdo con Olgúin-Lopez *et al.* (2017) y Saavedra *et al.* (2019) y es recomendable realizarlo cada 2 o 3 años ya que su costo es alto y con esta actividad se rompe la estructura del suelo, la continuidad del espacio poroso y reduce el contenido de materia orgánica.

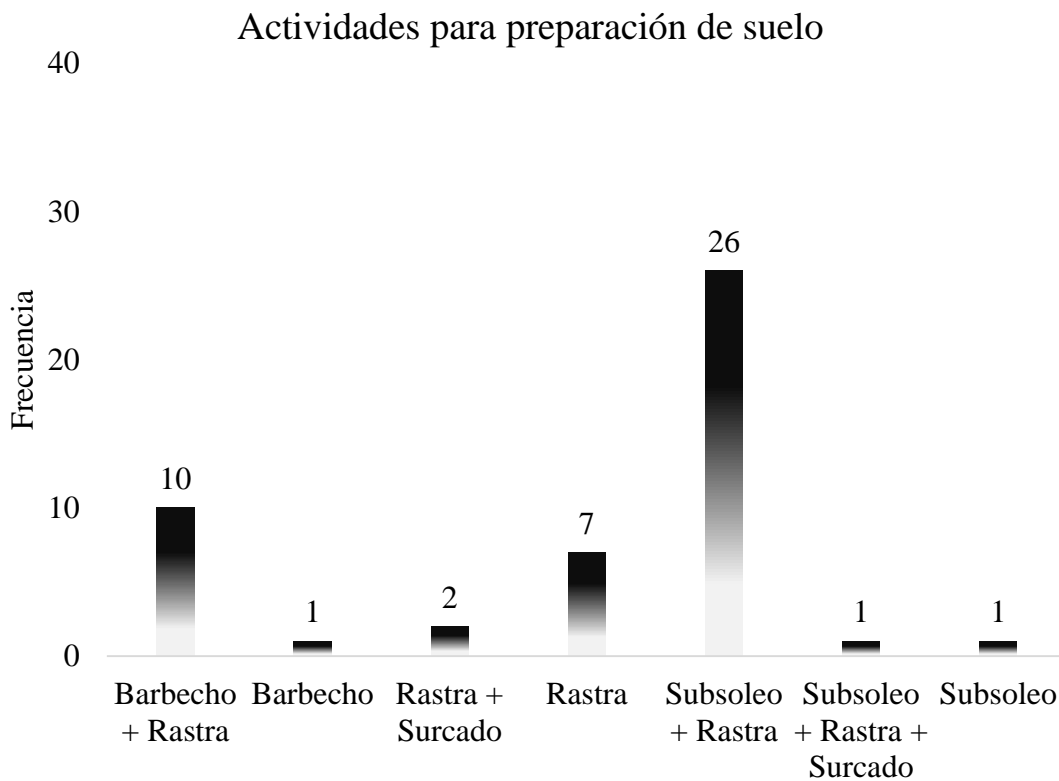


Figura 5. Actividades realizadas por los productores de maíz nativo del municipio de Hueypoxtla referentes a la preparación de suelo.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

5.4.3 Siembra

De acuerdo a los datos de los productores de maíz encuestados la siembra de menor superficie de maíz nativo es de 0.5 ha, y el que siembra con mayor es de 20 ha, la media de superficie sembrada es de 3.7 ha, la mediana es de 2.5 ha; asimismo, la mayoría de los productores siembran 3.7 ± 3.8 ha, el coeficiente de variación es muy alto 102.5% lo que indica que la superficie sembrada por los productores es muy variable.

La siembra de maíz se realiza entre los meses de marzo, abril y mayo; 23 de ellos precisaron que lo hacen en abril, 16 manifestaron que en mayo y solo 9 en marzo.

La fecha de siembra depende del inicio de la temporada de lluvias para quienes cultivan bajo condiciones de temporal (34 productores), mientras que los que cuentan con riego (14 productores) dependen de la disponibilidad de agua por lo tanto en ambos casos es un factor determinante para la elección de la fecha de siembra, sin embargo, también influye las características de la semilla, tales como el tiempo de maduración, color, tamaño y el nombre dado por mes de siembra (cuadro 6).

La siembra se hace generalmente con tractor ya sea propio o rentado, aunque algunos productores lo realizan también con yunta. Dentro de los productores encuestados 27 (56%) son dueños de tractor e implementos para realizarla, 18 (37.5%) rentan tractor y maquinaria para tal actividad y solo 3 (6.25%) realiza la siembra con yunta. Quienes utilizan maquinaria agrícola 28 la realiza con sembradoras y 17 lo realizan con arados, a tubo como lo mencionan los productores, esta opción requiere que 3 personas vayan depositando la semilla en el suelo mientras que el tractor va marcando el surco. Por su parte los 3 productores que realizan la siembra con yunta necesitan de al menos 2 personas que apoyen esta actividad.

Cuadro 6. Fecha de siembra, tiempo de maduración y cosecha por variedades de maíz nativo identificadas por productores del municipio de Hueyoptla.

Población local de maíz nativo	Mes de siembra	Maduración	Cosecha	Fuente:
Por color				
Blanco	Marzo - Abril	7 a 8 meses	Noviembre - Diciembre	
Azul o apastillado	Mayo	4 a 5 meses	Octubre	
Rojo	Mayo	4 a 5 meses	Octubre	
Por Fecha de siembra				
Marceño	Marzo	7 a 8 meses	Octubre - Noviembre	
Abrileño	Abril	5 – 6 meses	Octubre - Noviembre	
Por tamaño				
Grande	Marzo – Abril	7-8 meses	Noviembre	
Chica	Mayo	5-6 meses	Octubre	

Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

La cantidad de semilla utilizada está en función a la superficie sembrada y de la maquinaria que se utilice; sin embargo, en general la cantidad de semilla utilizada por hectárea es de 16 cuartillos de maíz, es decir 24 kg ha⁻¹. Con una distancia entre surcos de aproximadamente 80 cm. Tomando en cuenta el conocimiento de los productores los cuales mencionan que un cuartillo es aproximadamente 1.5 kg de maíz, de esta forma se reconoce que cada pueblo tiene una forma distinta de hacer y utilizar las matemáticas, por tal motivo cada población desarrolla su propia manera de contar, de medir, de estimar de orientarse en el espacio y en el tiempo (Rodríguez-Nieto *et al.*, 2021); en el caso de que falle la germinación se realiza una resiembra con la finalidad de que los huecos del surco se cubran. En este caso, los productores encuestados solo cinco realizaron resiembra, lo cual les genera un costo de alrededor de 3 a 4 cuartillos más de semilla ya que esta actividad se tiene que hacer de manera manual apoyándose con una pala depositando un promedio de 3 semillas por golpe a una distancia que va desde los 20 a los 30 cm.

5.4.4 Selección y conservación de semillas nativas.

El total de los productores siembran semillas nativas, pero se encontraron dos variantes: el 75% solo siembran semillas nativas, mientras que el 25% siembran tanto nativas como mejoradas. De acuerdo con Saavedra *et al.* (2019) en el ciclo primavera verano 2016 en el municipio de Hueyoptla el 62.5% de los productores sembraron únicamente semillas nativas, el 12.5% solo

semilla mejorada y el 25% sembraron ambas semillas por lo que se puede decir que el 87.5% sembraron semillas nativas.

A nivel nacional, el 77.5% de las unidades de producción siembran semillas nativas (Torres *et al.*, 2021); en el año 1997, el 80% del área cultivada de maíz en México se sembró con semillas nativas (Magdaleno-Hernández *et al.*, 2018). El parámetro estatal mencionado por la secretaría del campo del Estado de México (2021), indica que la superficie sembrada de maíz grano para el Estado de México en el año 2020 fue de 496,696 ha, de las cuales el 58 % de la superficie en la entidad utilizó semilla nativa (Jaspeado *et al.*, 2020).

En general, de los productores entrevistados, 44 (91.6%) cultivan maíz blanco, 25 (52%) maíz azul o apastillado, 3 (6.2%) maíz rojo, 2 (4.1 %) maíz amarillo, 1(2%) maíz pinto y 12 (25%) siembran maíces híbridos o mejorados, esto debido a que los productores siembran uno, dos o hasta tres poblaciones nativas de maíz de acuerdo al color y a las características deseadas.

La selección de la semilla de maíz nativo está ligada a la adaptación y a las condiciones climáticas y tecnológicas de los productores; asimismo, influyen las características que responden a sus preferencias y gustos alimenticios (Delgado-Ruiz *et al.*, 2018). La mediana y la media que tienen sembrando su maíz nativo los productores encuestados, muestra una actitud de preferencia y consistencia por estas semillas. El productor que tiene menos años sembrando sus semillas es 1 año, el que tiene más es 50, la media fue de 15.5, la mediana es de 10 años; así mismo, la mayoría de los productores han sembrado su semilla entre 15.5 años \pm 15.1 años, el coeficiente de variación es muy alto 97.3 % (cuadro 7); al respecto Bellon *et al.* (2018) destacan que el conocimiento que han generado los campesinos sobre las prácticas de seleccionar, guardar y compartir semillas de un ciclo a otro ha permitido que los alelos pasen de una generación a la siguiente, generando de este modo los procesos evolutivos que sustentan y generan la diversidad genética de los cultivos.

Cuadro 7. Tiempo de conservación de semillas de maíz nativo por productores del municipio de Hueypoxtla.

Variable	Min	Max	Media	Mediana	Desv. Estándar	Var.	C.V.	Error Estándar
Años sembrando su semilla	1 año	50 años	15.5 años	10 años	15.1 años	228.67	97.3%	2.1

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

El origen de la semilla nativa es variable entre los productores. Cuando las semillas se han perdido por diferentes causas, la forma de recuperarlas es a través de la compra o intercambio con otro productor en la misma comunidad y (Figura. 6). Al respecto Astier *et al.* (2021) indican que se debe de tener especial énfasis en el apoyo y en el esfuerzo de las comunidades, ya que son las principales unidades funcionales de conservación de la agrobiodiversidad en general.

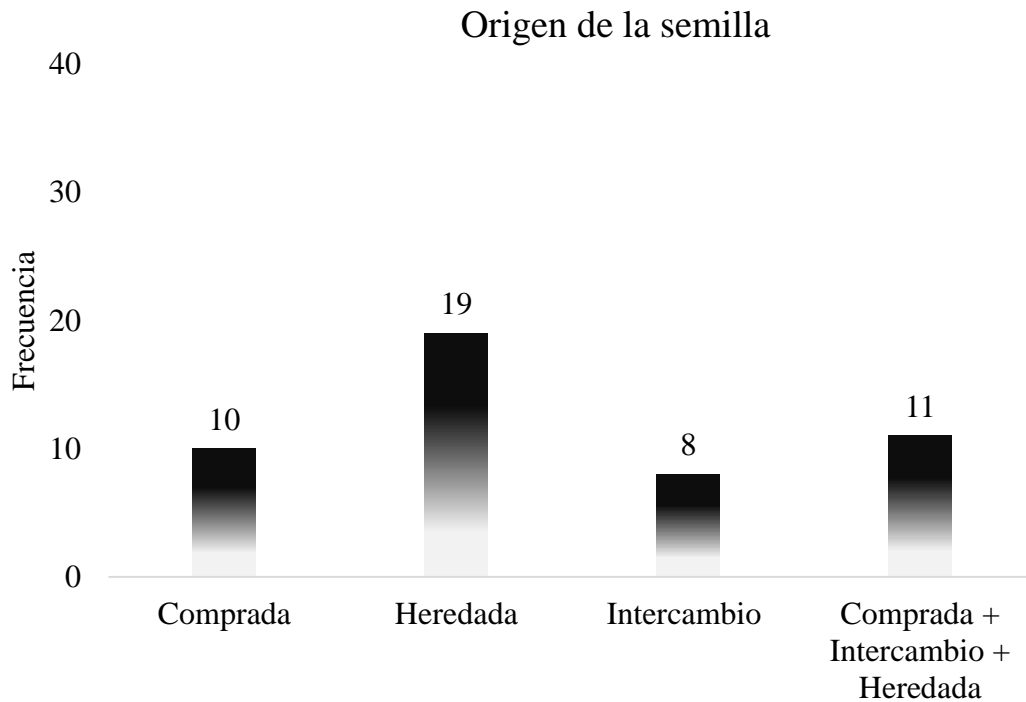


Figura 6. Origen de la semilla para la siembra de maíz nativo por los productores del municipio de Hueyapoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

De los productores encuestados el 19 (39.5%) han conservado su semilla nativa, porque les ha sido heredada por sus padres y/o abuelos, otro de los orígenes es la compra, la cual la han realizado 10 productores (20.8%) dentro de la misma comunidad o en las vecinas del municipio; 8 productores (16.6%) han obtenido su semilla realizando intercambio con otro productor, por su parte, 11 productores (22.9%), han aplicado las tres estrategias, para mantener consigo semillas nativas, sobre todo eligiéndolas, considerando características o criterios personales y las necesidades de la región. Las diversas modalidades del origen de las semillas han promovido y mantenido la variabilidad de las semillas. Diversos autores consideran que los productores también toman en cuenta factores como disponibilidad momentánea de semillas, el calendario agrícola o

cuando quiere cultivar maíz con ciertas características que le llama la atención, principalmente maíces de colores (Delgado-Ruiz *et al.*, 2018; Magdaleno-Hernández *et al.*, 2018 y Sangermán-Jarquín *et al.*, 2018). Tanto hombres como mujeres se dan a la tarea de seleccionar las semillas para sobrevivir en el entorno donde lo cultivan, las mujeres principalmente tienen la habilidad de la selección de granos de mejor calidad para los diversos usos alimenticios, lo cual pone de manifiesto la aportación de las comunidades campesinas y culturas tradicionales a la selección, conservación y disponibilidad de maíces nativos.

En cuanto a la forma de selección de la semilla para la siembra 32 productores (67%) mencionan que lo hacen después de la cosecha, al deshojar la mazorca, mientras que 14 de ellos (29.16%) seleccionan sus semillas al realizar el desgrane de la mazorca y tan solo 2 productores (4.1%) seleccionan su semilla en campo antes de la cosecha a través de selección masal. Quienes emplean esta variante de selección son productores que tienen formas o tipo de maíz con características particulares como menor tamaño de planta, menor tiempo a floración, y plantas sin problema de acame (Magdaleno *et al.*, 2018).

Por otra parte, en general las características principales que toman en cuenta para seleccionar las semillas son tamaño de la mazorca (33.3%), sanidad (6.2%), tamaño del grano (29.1%), número de hileras (29.1%), entre otros como forma, brillo, textura, tamaño del grano y color del olote (2%), (Figura 7).

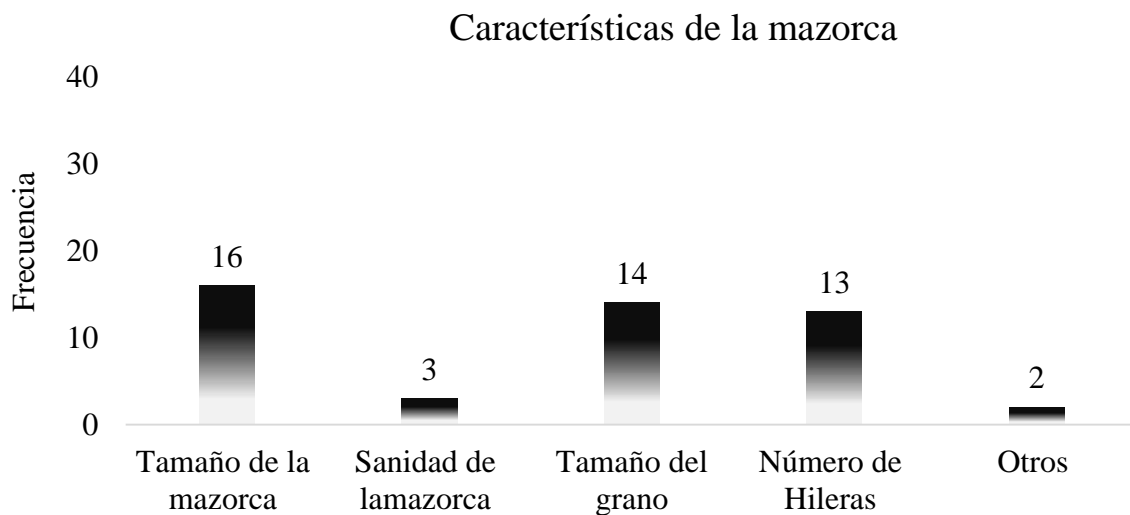


Figura 7. Características principales que observan los productores del municipio de Hueyapoxtla para la selección de semilla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

Por otra parte, los productores al momento de la selección de semilla toman en cuenta otras características, como es el tamaño de la mazorca o del grano (39.5%); tamaño de la mazorca - tamaño del grano y tamaño de la mazorca – número de hileras (45.8%); tamaño de la mazorca – tamaño de grano – número de hileras y sanidad – tamaño de grano – número de hileras (14.7%) (Figura 8). Estas características de selección de semilla han sido reportadas en Acambay, Estado de México (Magdaleno *et al.*, 2018), comunidades de Chiapas (Delgado-Ruiz *et al.*, 2018) y en otras 16 regiones de México (Cabrera *et al.*, 2002).

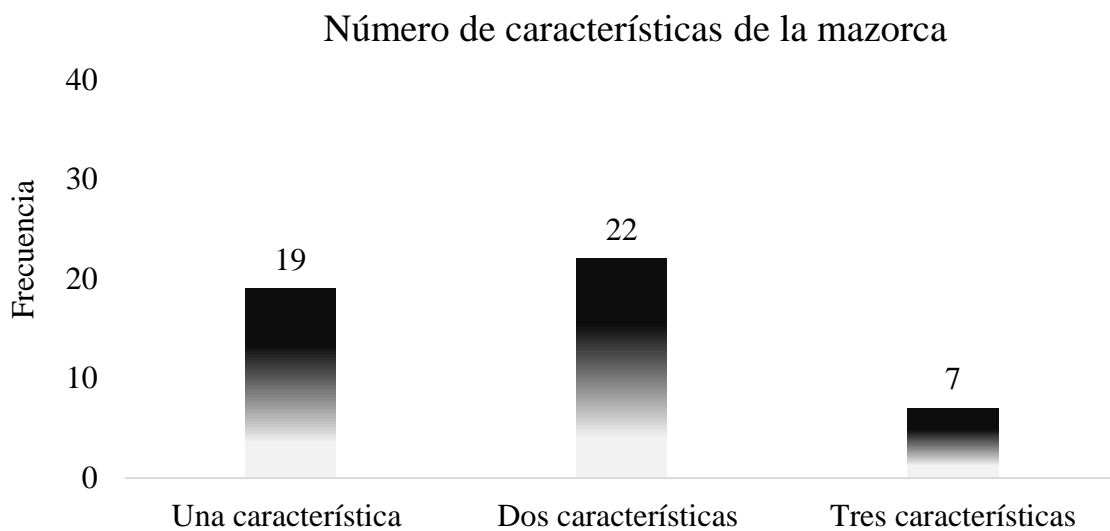


Figura 8. Número de características de la mazorca, que toman en cuenta los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoxtla para la selección de semilla de maíz nativo.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

La consideración realizada por los productores, para seleccionar con base en el tamaño de la mazorca y del grano como características principales, está relacionada con el objetivo de la obtención de mayor producción y a las condiciones de agricultura de temporal. Es necesario realizar la siembra a una mayor profundidad, donde se encuentra humedad en el suelo, por lo que la semilla requiere un mayor contenido de reserva para poder germinar, mientras que en el caso de la semilla con menor tamaño, es sembrada en suelos con menor profundidad como tepetates, debido a su pronta germinación; al respecto Cabrera *et al.* (2002) mencionan que la presión de selección sobre alguna o algunas características es un indicativo de como la selección realizada por el hombre genera diversidad de maíces en una región.

Los resultados permiten afirmar que, para seleccionar la semilla nativa, 36 (75%) productores utilizan solo la parte central de la mazorca, mientras que 12 (25%) eligen la parte basal, ellos mencionan que los granos de esos sitios de la mazorca son sembrados en terrenos más profundos y de mejor calidad como suelos negros y lamaderos.

5.4.5 Proceso de generación y de transmisión del conocimiento campesino en la selección de semilla de maíz nativo.

Los conocimientos y habilidades de los productores para innovar, transferir y adaptar sus estrategias de producción responden a un largo proceso cognitivo, en el que se heredan conocimientos entre generaciones por medio de la enseñanza de los abuelos y padres principalmente, además de adecuar y perfeccionar los conocimientos de acuerdo a la propia experimentación (Díaz-Bautista *et al.*, 2008). Sin embargo, Castillo-Nonato (2016) y Marcelo *et al.*, (2019) coinciden en señalar que la selección de la semilla es una actividad prioritaria que se realiza por las mujeres; ya que ellas son las que recomiendan o siguieren a los hombres que semillas se han de sembrar para el autoconsumo. En el caso del municipio de Hueyoptla 11 (22.9%) de los productores encuestados mencionaron que en la selección de semilla participan mujeres, principalmente la mamá o esposa de los productores; además refieren que también lo hacen los abuelos, hermanos, nietos y amigos (Figura. 9).

Participación familiar en la selección de semilla

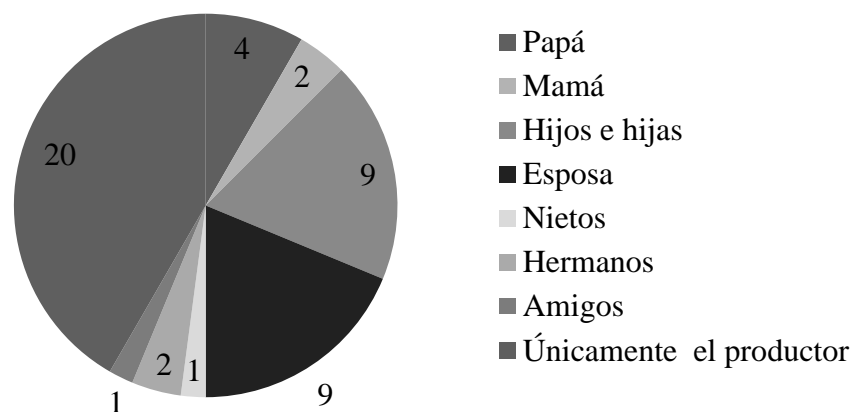


Figura 9. Participación de los familiares de los productores encuestados en la selección de semilla de maíz nativo.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

En contraste, en cuanto a la transmisión del saber local para la selección de semilla 33 (68.7%) de los productores hacen referencia a que fue transmitido por el padre del productor, 12 (25) % por los abuelos, 1 (2%) por amigos y 2 (4.1%) mediante talleres y capacitación por técnicos; mientras que 27 (56.2%) productores han transmitido el conocimiento principalmente a sus hijos, 1 (2%) a su esposa, 2 (4.1%) a sus nietos, 2 (4.1%) sobrinos y 4 (8.3%) a amigos. Es importante resaltar que en la actividad de selección de semilla 12 productores (25%) especifican que no han enseñado a nadie a seleccionar semilla, lo cual puede restringir que se continúe con este conocimiento que se ha dado de generación en generación (Figura 10). Esto puede estar relacionado al desinterés que hay por el trabajo en el campo, ya que, en la región de Zumpango, a la cual pertenece el municipio de Hueypoxtla solo el 6.9% de la población económicamente activa corresponde al sector agropecuario, mientras que el 36.15% al sector secundario y el 55.36% al sector terciario (Ayuntamiento, 2019).

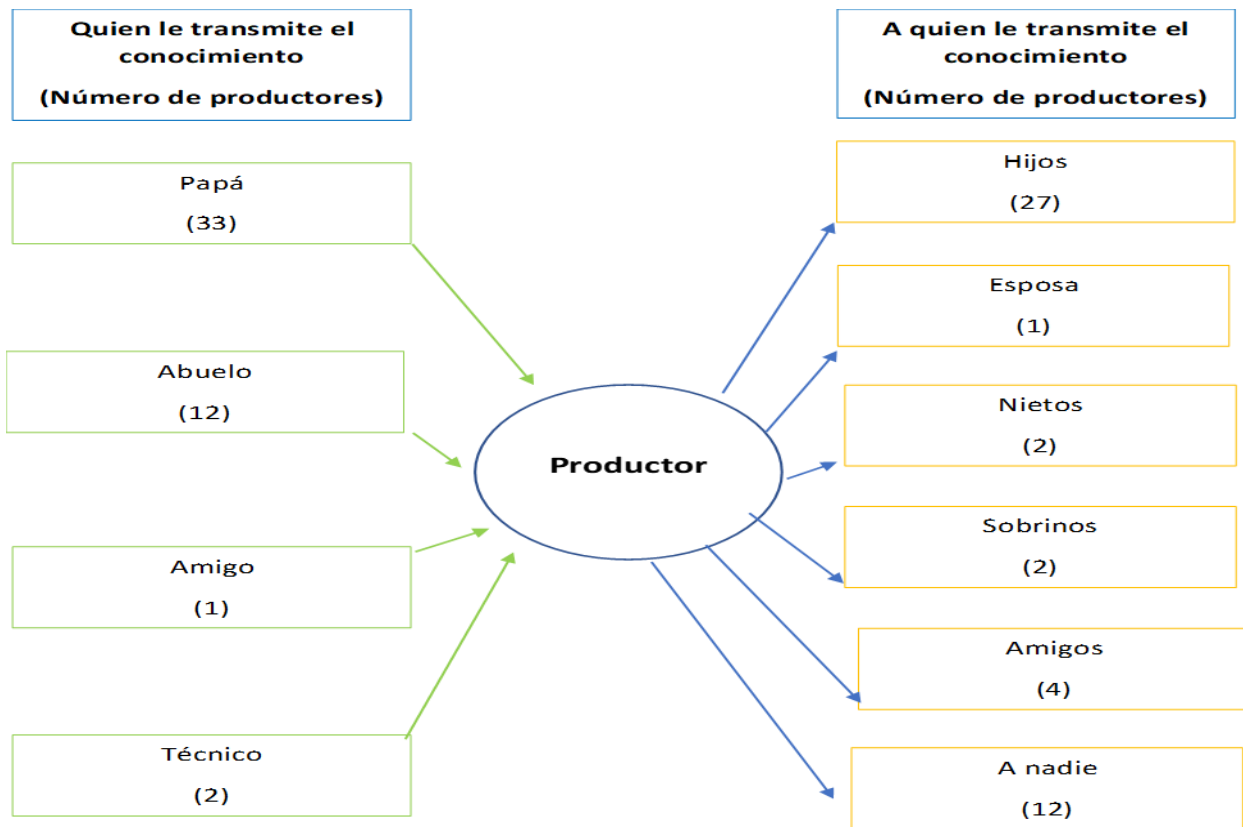


Figura 10. Transmisión del saber local en la selección de semilla de maíz nativo, en los miembros de la familia de productores del municipio de Hueypoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Otro factor importante a considerar es el almacenamiento de semilla para la siembra del siguiente ciclo agrícola y grano para consumo alimenticio, ya sea desgranado o mazorcas enteras. Para esta actividad, 16 (33.3%) productores mencionan que el almacenamiento se realiza en cuartos los cuales son parte de la construcción de la vivienda principalmente la cocinas, 11 (22.9%) en graneros los cuales son espacios exclusivos para almacenamiento de grano, bodegas 9 (18.7%), en tapanco 10 (20%), en tambos 1 (2%) y a la intemperie 1 (2%). Respecto al envasado de la semilla 30 (62.5%) productores envasan su semilla en tambos, 14 (29.1%) costales de plástico, mientras que 1 (2%) lo envasa en bolsas plásticas y 3 (6.2%) productores simplemente lo amontonan (Fig. 11).

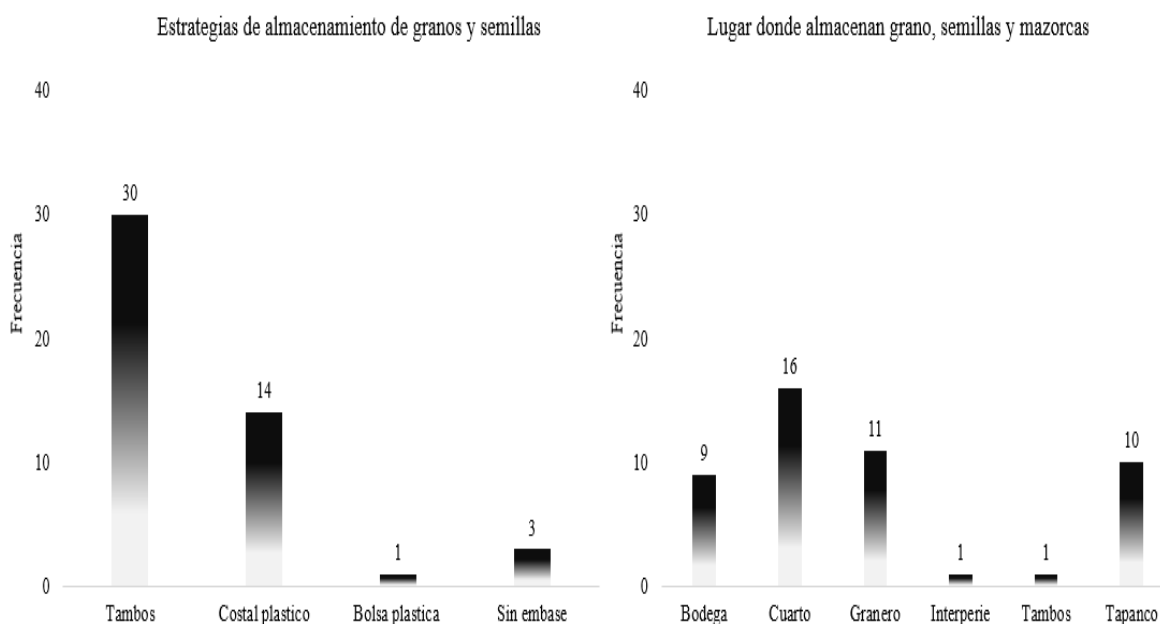


Figura 11. Condiciones de almacenamiento de grano, semillas y mazorcas de maíz nativo.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Las condiciones de almacenamiento y envasado de semilla han sido efectivas a través del tiempo, los agricultores de estas formas las protegen por periodos cortos, principalmente de plagas como insectos, enfermedades o roedores. Esto toma una gran importancia ya que Rosas *et al.* (2007) estiman que las pérdidas de grano y semillas de maíz por plagas, enfermedades y roedores son del 20% al 30% en el altiplano central de México.

Los tratamientos que utilizan los productores del municipio para evitar la pérdida de grano y semilla son basados principalmente en la aplicación de fosforo de aluminio el cual aplican 32 (66.6%) productores los cuales llegan a aplicar hasta 20 pastillas por tonelada de grano o semilla, El fosforo de aluminio es un producto altamente tóxico para los humanos, estos se debe a su dosis letal al 50% (DL50), lo cual se define como la cantidad de una sustancia que al ser suministrada en animales de experimentación mata al 50% de esa población (Rodríguez-Padilla, 2022); solo 3 (6.25%) productores realizan tratamientos con técnicas rústicas o tradicionales principalmente la aplicación de cal y ceniza, los 13 (27.15%) productores restantes no realiza ningún tratamiento a su semilla. Astier *et al.* (2021), indican que en estas técnicas rusticas de almacenamiento de maíz, existen evidencias de utilización de polvos minerales y repelentes naturales.

En relación a las diversas estrategias de conservación de maíz nativo que refirieron los productores, algunas de ellas han dejado de realizarse o se realizan de forma esporádica (Figura 12).

Al respecto, algunos productores siguen aplicando cal y ceniza para controlar plagas y enfermedades en el almacenamiento de granos y semilla de maíz, al igual que el almacenamiento en tapancos; sin embargo la práctica que más se ha mencionado por los productores es la elaboración de arcinas (39.5%), de las cuales solo un productor la realiza para el almacenamiento conservación de grano. Respecto a lo anterior Pardo de Santayana *et al.* (2012) menciona que la mecanización del campo y la economía de mercado han hecho que se abandonen gran parte de las prácticas tradicionales de manejo de los recursos naturales, por su baja productividad y los conocimientos perdieron su interés para quien los practicaban así que dejaron de trasmitirse.

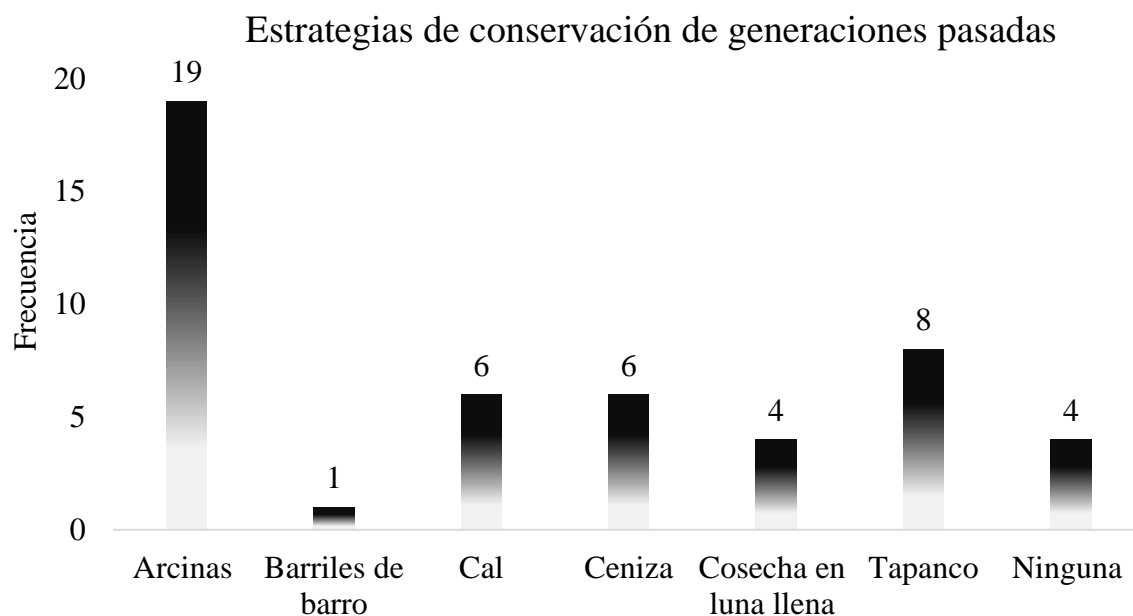


Figura 12 Estrategias de conservación de granos y semillas de maíz nativo por productores del municipio de Hueyapoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

De acuerdo con las respuestas dadas por los productores, en la descripción de las estrategias de conservación de maíz, se mencionó lo siguiente:

- **Arcinas:** el zacate (planta seca de maíz) se amontona aún con la mazorca y en la parte alta del montón se pone un techo con las mismas plantas para que de esta forma se proteja de la lluvia al maíz, aunque también del gorgojo; asimismo, se va deshojando la mazorca como se valla ocupando.
- **Barriles de barro:** Se pone el grano, la mazorca o la semilla dentro de los barriles, con lo cual se mantienen secos y frescos.
- **Cal:** la cal que se utilizaba era la viva o cal de piedra, la misma que se utiliza para el nixcomel o nixtamal, con la cual se recubre el grano o mazorcas; otra de las opciones es poner una capa de grano y una de cal intercaladas.
- **Ceniza:** La ceniza que se utiliza es principalmente de pencas secas de maguey (mezotes) con lo cual se impregna en el grano semilla o mazorcas.
- **Tapancos:** El tapanco es una construcción que se realiza con palos de madera, en una forma cúbica, cada lado formado por palos separados, de preferencia esta estructura debe

de estar separada del piso, ahí se depositan las mazorcas de maíz y al tener ventilación por todos sus lados, evita que en las mazorcas proliferen los hongos.

- **Cosecha en luna llena o luna maciza.** Se corta la planta de maíz en luna llena para después amogotar y dejar secar hasta por tres meses; de este modo se evita en gran medida plagas de almacenamiento ya que las mazorcas no cuentan con mucha humedad.

5.4.6 Labores culturales.

Las labores culturales que realizan los productores de maíz del municipio de Hueyoxtla, constan de escardas o también llamada “sobernal” (primera escarda), con el objetivo tanto de arrimar tierra a la planta, como para que la sostenga, el control de hierbas y conservar la humedad del suelo (Castillo-Nonato, 2016).

Los productores encuestados realizan la primera escarda en promedio a los 35 días después de la siembra, mientras que la segunda la realizan de 10 a 15 días después de la primera y en algunos casos se realiza una tercera.

5.4.7 Manejo de hierbas.

Las hierbas pueden afectar negativamente el desarrollo de los cultivos y entorpecer las labores culturales, por esta razón son llamadas “malezas” en el ámbito agronómico. (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015). Este concepto se ratifica en la Nom-043-Fito, (1999) especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México. Donde se define a la maleza como especies vegetales parte de las mismas que afectan los intereses del hombre en un lugar o tiempo determinado; en el municipio de Hueyoxtla y en otras partes del país se les prefiere llamar “Jehuite”, la cual es una palabra que deriva del náhuatl refiriéndose a una hierba inútil o estorbosa (Vibrans, 2016). Los agricultores tradicionales están conscientes de que las arvenses forman parte importante de la dieta familiar además de ser utilizados con fines curativos (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015); es por ello que las arvenses interactúan ecológicamente con todos los sistemas, influyendo directamente en controlar la erosión del suelo al igual de mantener la humedad, incrementa el contenido de materia orgánica y preserva animales de la vida silvestre e insectos benéficos (Altieri *et al.*, 1999).

Durante milenios se realizó un control de malezas de forma manual o mecánico y a partir de la industrialización del agro mediante el uso de herbicidas, la cual, ha sido la estrategia de la llamada revolución verde para erradicar las malezas (Sarandón & Flores,2014). Sin embargo, en el municipio de Hueyboxtla los productores realizan diversos manejos y control de las arvenses principalmente la aplicación de herbicidas los culés son aplicados por 36 (75%) productores, 10 (20.8%) control de forma manual, y dos (4.1%) utilizando ambas técnicas (4.1%).

Vibrans (2016) menciona que la gran mayoría de las arvenses que se han desarrollado en Mesoamérica, son principalmente de porte alto y tolerantes a la sombra, esto debido a que se han desarrollado principalmente en los agroecosistemas de maíz. Al respecto, los productores encuestados mencionan algunas arvenses que predominan en sus parcelas, de las cuales algunas de ellas tienen una utilidad, principalmente alimenticia (quelite) y como forraje (avena, gigantón, pasto); de acuerdo a lo anterior, los productores mencionaron 10 especies (Cuadro 8) las cuales varían de una comunidad a otra, las especies citadas son las más abundantes y varias de ellas aportan una gran cantidad de biomasa en los sistemas agrícolas.

Cuadro 8. Hierbas referidas por productores de maíz nativo en parcelas de diferentes comunidades del municipio de Hueyboxtla.

Especie	Ajo	Tia	Tez	Glo	Bat	Nop	Zac	Cab	Hue	Jil	Total
Quelite (<i>Amaranthus hybridus</i> L.)	2	2	3	1	5	2	4	2	1	1	24
Chayotillo (<i>Sicyos angulata</i>)	1	4	3	2	0	2	3	0	2	1	18
Gigantón (<i>Tithonia tubaeformis</i>)	1	0	1	0	0	0	1	3	1	2	9
Acahual (<i>Simsia amplexicaualis</i>)	3	4	5	4	3	3	3	2	2	1	30
Avena (<i>Avena fatua</i>)	3	0	1	3	2	0	3	0	0	0	12
Nabo (<i>Brassica campestris</i>)	4	4	2	0	0	1	0	1	0	0	12
Rosa blanca (<i>Galinosoga hispida</i>)	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	4
Pasto (<i>Penisetu clandestinum</i>)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Cola de coyote (<i>Porophyllum linalia</i>)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Jaramao (<i>Eruca sativa</i> L.)	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	5

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022. Ajo = Ajoloapan; Tia = Tianguistongo; Tez = Tezontlalpan; Glo = La Gloria; Bat = Batha, Nop = Nopala; Zac = Zacacalco; Cab = Casa Blanca, Hue = Hueyboxtla; Jil = Jilotzigo.

5.4.8 Manejo de insectos plaga.

Chacon (2011) plantean que el concepto “plaga” es usado para definir todo aquel organismo que habita en un agroecosistema y que causa pérdidas económicas en la producción agrícola ya sea porque compite con los cultivos y no los deja crecer o bien porque se alimenta de ellos, este concepto ha sido creado por el hombre ya que se encuentra solo en sistemas modificados por el mismo, en la naturaleza no existen plagas, solo consumidores que viven a expensas de productores. Sarandon y Flores (2014) plantean que es por ello que debemos de asumir que los insectos son parte del agroecosistema por lo que debemos cambiar la lógica de eliminar y controlar por manejar y mantener.

De acuerdo a los datos recabados los productores le dan poca importancia al manejo de insectos plagas ya que solo el (18.7%) realiza algún control, de los cuales todos lo hacen con la aplicación de insecticidas. No se mencionó otra opción como el control biológico; por lo tanto, a diferencia de las arvenses, al parecer los insectos que habitan en las parcelas de maíz no son de mayor importancia para los productores del municipio de Hueyapoxtla,

Los productores consideran que el chapulín (*Sphenarium purpurascens*) es la principal plaga del maíz, ya que 37 productores lo mencionaron como plaga en su cultivo, seguido del frailecillo (*Macrodactylus sp*) indicado por 30 de los productores encuestados, gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mencionado por cinco productores, gusano elotero (*Helicoverpa zea*) referido por dos productores, gallina ciega (*Phyllophaga spp*), hormiga (*Solenopsis sp*), araña roja (*Amblyseius californicus*), y picudo (*Nicentrites testaceipes*); citado por un productor respectivamente..

5.4.9 fertilización

La práctica de fertilización que realizan los productores de maíz del municipio de Hueyapoxtla es diversa (Figura 13), la frecuencia más alta es la aplicación de fertilizantes minerales de forma foliar que representan la cuarta parte de los productores (25%), seguido de los 8 (16.6%) que aplican solamente estiércol, 7 (14.5%) que no aplican fertilizante, hay quienes aplican fertilizante mineral al suelo 5 (10.4%), 5 (10.4%) aplican lixiviado de lombriz, 3 (6.2%) aplican biofertilizantes. También, existen 4 (8.3%) productores que combinan la aplicación de fertilización mineral y estiércol de igual manera 3 (6.2%) que aplican la combinación de fertilizantes minerales de forma foliar y estiércol y 1 (2%) combina fertilización mineral más biofertilizante.

Santos y Manjarres (1999) mencionaron que la fertilización foliar debe utilizarse como una práctica especial, para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de nutrientes que la planta no puede obtener mediante la fertilización al suelo.

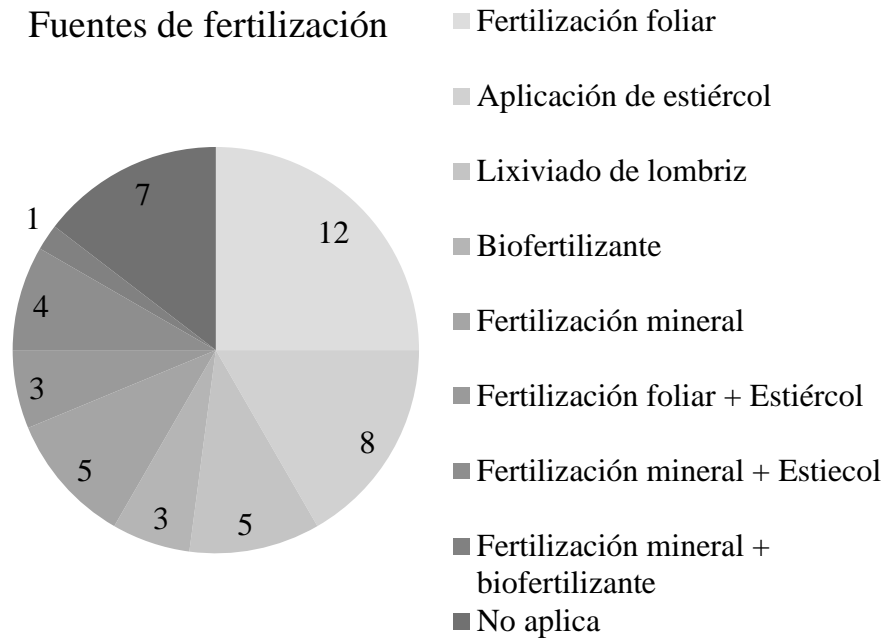


Figura 13. Fertilizaciones realizadas por productores de maíz nativo del municipio de Hueypoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

La fertilización foliar con la dosis 20-30-10, es la práctica más frecuente que realizan los productores del municipio de Hueypoxtla; sin embargo, también hacen aplicaciones de estiércol al suelo, donde la ganadería juega un papel importante en el suministro, ya que el 35.4% de los productores combinan la actividad agrícola con la pecuaria, realizando de esta forma una inversión importante en fertilización para la obtención de buenos rendimientos (2.3 t ha^{-1}), sin embargo, por abajo del promedio municipal para el año 2021 (2.9 t ha^{-1}) y del promedio estatal de 3.7 t ha^{-1} , (SIAP, 2021), los cuales estuvieron por encima del promedio obtenido por los productores encuestados que fue de 2.1 t ha^{-1} , quienes refirieron el uso de varias combinaciones de fertilización, (Cuadro 9). Se observa que, en todas ellas, el rendimiento de los productores estuvo por debajo de la media estatal.

Cuadro 9. Rendimiento de maíz nativo obtenido con base en el tipo de fertilización que realizan los productores del municipio de Hueyapoxtla en el ciclo primavera - verano 2021.

Variable	Min	Max	Media	Mediana	Desv. Esta.	Var	CV	Error Esta
Fertilización mineral foliar	1 t ha ⁻¹	4 t ha ⁻¹	2.3t ha ⁻¹	2.2 t ha ⁻¹	1.05 t ha ⁻¹	1.1	45%	0.30
Fertilización con Estiércol	0.5 t ha ⁻¹	5 t ha ⁻¹	2.3 t ha ⁻¹	2 t ha ⁻¹	1.3 t ha ⁻¹	1.8	58%	0.48
Fertilización con lixiviado de lombriz	0.4 t ha ⁻¹	3 t ha ⁻¹	1.44 t ha ⁻¹	1 t ha ⁻¹	1.05 t ha ⁻¹	1.1	73%	0.47
Fertilización con biofertilizante	0.5 t ha ⁻¹	6 t ha ⁻¹	3.8 t ha ⁻¹	5 t ha ⁻¹	2.9 t ha ⁻¹	8.5	76%	1.6
Sin fertilización	0.5 t ha ⁻¹	4 t ha ⁻¹	1.6 t ha ⁻¹	1.5 t ha ⁻¹	1.2 t ha ⁻¹	1.4	73%	0.4
Fertilización Mineral al suelo	1 t ha ⁻¹	3 t ha ⁻¹	1.9 t ha ⁻¹	2 t ha ⁻¹	0.7 t ha ⁻¹	0.5	39%	0.3
Fertilización estiércol - foliar	1 t ha ⁻¹	2.5 t ha ⁻¹	1.8 t ha ⁻¹	2 t ha ⁻¹	0.7 t ha ⁻¹	0.5	41%	0.4
Fertilización estiércol - mineral	1.5 t ha ⁻¹	5 t ha ⁻¹	2.8 t ha ⁻¹	2.5 t ha ⁻¹	1.5 t ha ⁻¹	2.3	53%	0.7
Fertilización Biofertilizante - Mineral	1.5 t ha ⁻¹	1.5 t ha ⁻¹	1.5 t ha ⁻¹	1.5 t ha ⁻¹	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022. NA= No aplica.

Los rendimientos en cada una de las fuentes de fertilización tienen un coeficiente de variación muy elevado ya que encontramos rendimientos bajos y elevados en el mismo tratamiento, un claro ejemplo lo tenemos con productores que tienen como fuente de fertilización biofertilizantes en donde podemos observar una producción mínima de 0.5 t ha⁻¹ mientras que la máxima es de 6 t ha⁻¹. Lo cual indica que la producción de maíz nativo no está ligada estrictamente con la aplicación de fertilizantes.

5.4.10 Condiciones de suministro de agua para la siembra de maíz nativo.

El municipio de Hueypoxtla se abastece de aguas residuales del canal de desagüe del Valle de México, a través del canal Marcelo Palafox, obteniendo riego para un total de 114.5 ha (DOF, 1995), las cuales se encuentran distribuidas en las comunidades de Jilotzingo, Hueypoxtla, Nopala, Batha y Zacacalco, donde el principal cultivo es el maíz. Asimismo, los productores indicaron otra opción de suministro de agua, a través de las fosas de oxidación o de desagüe del drenaje sanitario de las comunidades.

De acuerdo con los productores encuestados solo 9 (18.7%) cuentan con parcela en la zona de riego que se abastece el canal Marcelo Palafox, 5 (10.4 %) cuenta con riego del drenaje de las comunidades y 34 (70.8%) cuentan con parcelas de temporal (Figura 14).

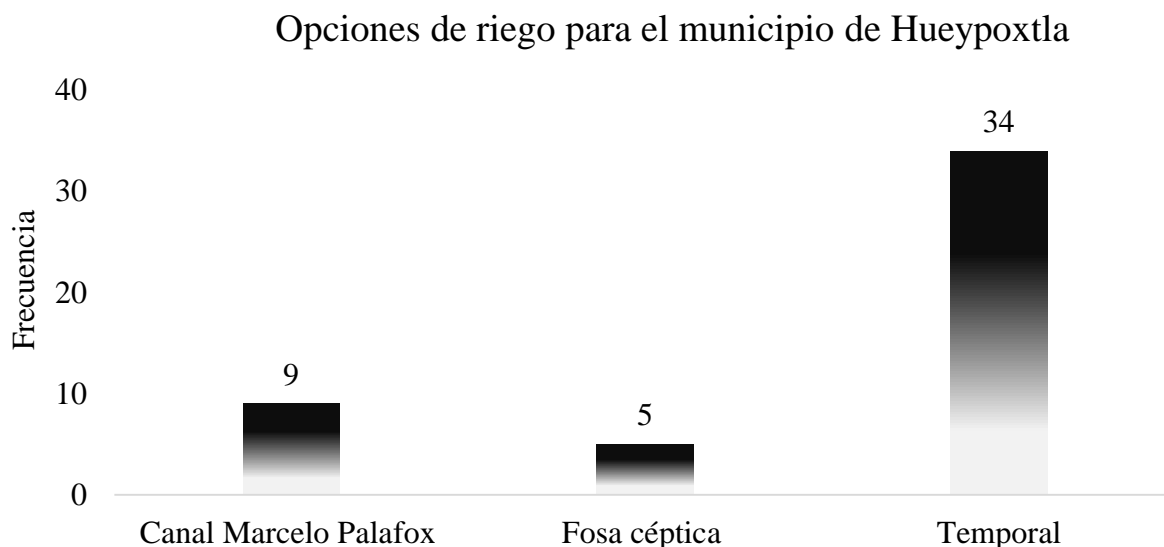


Figura 14. Opciones de riego para los productores de maíz nativo del municipio de Hueypoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

Es importante mencionar que las zonas donde se cuenta con fuentes de riego principalmente se siembran semillas de maíces híbridos obteniendo rendimientos altos, de esta manera los maíces nativos pueden ser desplazados en esta zona, afectando así su conservación.

5.4.11 Prácticas de cosecha

La cosecha de maíz se inicia en octubre y termina en el mes de diciembre, lo cual depende de la duración del ciclo fisiológico de cada tipo de maíz; los productores del municipio de Hueypoxtla

realizan, principalmente esta actividad de forma manual, solo 2 mencionaron que ocupan maquinaria para cosecharlo. Las actividades que se realizan para la cosecha de maíz de forma manual son: corte de zacate, amogotarlo o amontonarlo, acarreo, deshojar y desgranar. En estas actividades es esencial la mano de obra familiar o contratada como peones (Cuadro 10).

- Corte de zacate. Esta actividad consiste en cortar las plantas de maíz con la ayuda de un machete al ras de suelo, para posteriormente amogotarlo. o amontonarlo.
- Amogote o amontonar. Una vez cortadas las plantas de maíz se reúnen en una hilera de montones en forma cónica, con el objetivo de que la planta y la mazorca pierda humedad y así permanecen en la parcela durante 2 o 3 meses.
- Acarreo. Una vez que las plantas y mazorcas de maíz han perdido humedad, los productores lo trasladan a sus hogares, esto lo realizan con el apoyo de maquinaria como tractores o camiones de carga y en algunos casos en animales de carga como asnos, caballos o mulas; sin embargo, esta última forma se realiza cada vez con menor frecuencia.
- Deshoje. Los productores y otros miembros del núcleo familiar retiran las hojas o totomoxtle de la mazorca de maíz de forma manual, apoyado con un instrumento llamado “deshojador”, el cual puede estar elaborado de madera, metal e incluso huesos de animales. Con esta herramienta realizan un corte vertical en las hojas que cubren a la mazorca a fin de liberarla y la depositan en un costal, para posteriormente ser trasladadas al patio, cuarto, bodega o tapanco donde será almacenada, el resto de la planta es utilizado para la alimentación del ganado ovino, caprino y bovino.
- Desgrane. Los productores y otros miembros del núcleo familiar realizan este trabajo, el cual consiste en retirar los granos de maíz del olote, mismo que pueden realizar de forma manual o utilizando maquinaria.

Cuadro 10. Actividades realizadas, durante la cosecha, por los productores de maíz nativo del municipio de Hueyopxtla y la participación familiar.

Actividad	Quién realiza la actividad	% Mano de obra		
		Familiar	Contratados	Ambos
Corte de zacate	Productor	35%	40%	25%
Amogote o amontonar	Productor	40.47%	35.71%	23.8%
Acarreo	Productor	50%	30%	20%
Deshojar	Productor, Esposa, hijos	45.4%	31.8%	22.7%
Desgranar	Productor, Esposa, Abuelo, abuela, Hijos	79%	16.2%	4.6%

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

5.4.12 Usos y comercialización

El valor económico de los cultivos locales, es un incentivo para los productores a conservarlos, además la importancia de los valores bioculturales, ecosistémicos y el germoplasma son importantes (Astier *et al.*, 2021).

La agricultura campesina en México está destinada principalmente al autoconsumo, con ventas de los excedentes (SAGARPA-FAO, 2012). En el caso del maíz blanco, el 23% de la producción es de autoconsumo el resto es comercializado (CONABIO, 2017)

En el municipio, se practica la agricultura en su gran mayoría enfocada al auto abastó familiar. Así lo demuestra la investigación realizada por Saavedra *et al.* (2019), el 88% de los productores de la muestra estudiada indicaron que el maíz que producen lo destinan al autoconsumo; asimismo, su subsistencia está basada en una combinación de prácticas agrícolas y trabajo asalariado. En la presente investigación, se encontró que el 68% de la producción de maíz nativo es de autoconsumo y 32% es comercializada, esto coincide con datos reportados de los estados de Tlaxcala, Guerrero y Estado de México (López- Torres *et al.*, 2016). Se reportan que el 89% de la producción de maíz nativo es para autoconsumo; del cual el 17.54% es destinado como forraje y 3.5% para semilla para la venta y siembra en el siguiente ciclo agrícola.

El uso que le dan los productores al maíz nativo está en relación a la población local, razas de maíz y a las necesidades de su familia; sin embargo, el principal uso es para la elaboración de tortillas, las cuales son realizadas principalmente con maíz azul y los denominados marceños y blancos

(Cuadro 11). Al respecto González-Jácome (2016), destaca que las tortillas son la base de la alimentación de las familias en México y así lo demuestra el consumo per cápita de 120 kg anuales (Morales-Ramírez & Tapia-García, 2021); en particular para esta investigación los productores consumen la producción de maíz nativo principalmente en tortilla, siendo esta suficiente para las necesidades de consumo de su núcleo familiar, mientras que los excedentes o granos de menor calidad son utilizados como forraje, de acuerdo a lo anterior Hernández X (1972), menciona que el agricultor y sobre todo las mujeres tienen una idea precisa de cuál es el mejor tipo de maíz, para cada forma específica de consumo.

Y en el caso de la tortilla Salinas-Moreno *et al.* (2017) mencionan que las tortillas elaboradas con maíz azul y blanco tienen la misma cantidad de minerales solo en el contenido del zinc y de antioxidantes se reporta diferencias significativas, ya que la tortilla elaborada con grano azul cuenta con una mayor proporción, es por ello que la tortilla elaborada con maíz nativo se debe de reconocer como una gran estrategia de conservación (Marcelo *et al.*, 2019), aunado a lo anterior Palacios (2022) menciona que en nuestro país dos tercios de la población consume tortillas elaboradas artesanalmente y un tercio las adquiere en tortillerías.

Cuadro 11. Principales usos de la diversidad de maíces identificados por los productores del municipio de Hueyepoxtla.

Maíz	Utilidad	Frecuencia de utilidad
Abrileño	Tortilla	10
	Atole	2
	Forraje	7
	Tamales, hoja de tamal	2
	Pinole	1
Marceño	Hoja de tamal	4
	Forraje	6
	Atole	1
	Tortilla	9
Blanco	Tortilla	21
	Atole	2
	Forraje	13
	Tamales, Hoja de tamal	5
	Gorditas	2
Chalqueño	Tortilla	9
	Forraje	5
Rojo	Tortilla	2
	Forraje	1
	Tlacoyos	1
Azul	Tostadas	1
	Gorditas	2
	Tortilla	21
	Atole	2
	Tamales y hoja de tamal	4
	Tlacoyo	1
Amarillo	Forraje	9
	Tortillas	2
Pinto	Forrajes	1
	Tortillas	1
Hibrido	Forrajes	1
	Tortilla	2
	Forraje	7

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Los productores indicaron que la tortilla realizada con maíz nativo es de una calidad superior a la de los híbridos; asimismo, otro de los usos es destinarlo como forraje donde también los productores destacaron que es de mejor la del nativo.

Como ya se mencionó la venta de excedentes de maíz solo se realiza en el 32% de la producción, la cual es una práctica muy común entre los productores (Figura. 15), esto relacionado con el hecho

de que algunos de no cuentan con los medios adecuados para almacenar el maíz y venden tanto a familias, vecinos o intermediarios. (Astier, 2021).

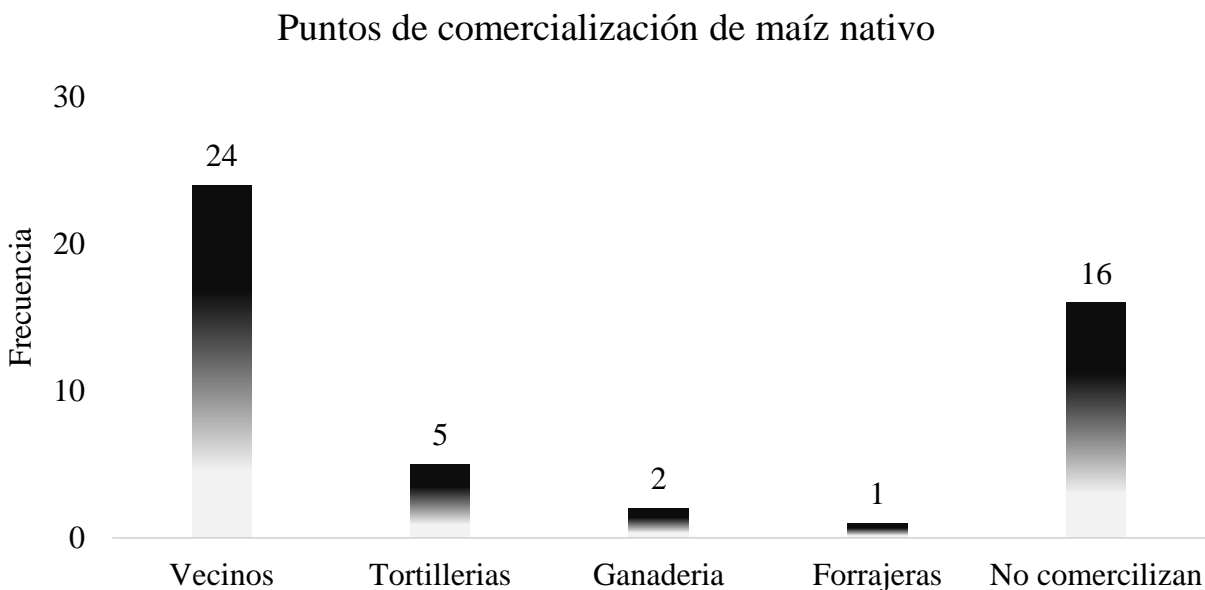


Figura 15. Lugares de comercialización de maíz nativo en el municipio de Hueyapoxtla.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

De los 33 productores que efectúan la venta de maíz nativo, 24 productores (72.7%) la realizan con vecinos de la misma comunidad, cinco (15.2%) en tortillerías de la comunidad o del municipio, tres (9%) con ganaderos del municipio y alrededores y uno (3%) en forrajas de la región. Es importante mencionar que en el municipio el precio de maíz es un poco más elevado que el de los maíces mejorados o híbridos (cuadro 12), razón por la cual los productores comentan que los establecimientos como tortillerías y forrajas prefieren la compra de maíces híbridos.

La comercialización del maíz por los productores encuestados, se da en una cadena de valor relativamente corta, la cual es definida por Kaplinsky Morris (2000) como las actividades que se requieren para poder llevar un producto desde su producción hasta la entrega a su consumidor final, por ello la importancia de la comercialización de productos en menor tiempo y distancia, Al respecto, Petetin (2020), indica que un claro ejemplo de ello es la actual pandemia de la COVID 19, donde los productores de todo el mundo que comercializan sus productos a las grandes empresas y tiendas departamentales truncaron sus envíos a otras ciudades o países por el cierre de fronteras y falta de personal, mientras que los pequeños productores que realizan sus ventas a

consumidores directos no tuvieron efectos negativos. De este modo los productores del municipio de Hueyoptla se vieron beneficiados al tener una trazabilidad muy corta para la venta de su maíz nativo, aunado a lo anterior, Guevara-Hernández *et al.* (2018) mencionan que tanto el autoconsumo como la venta local permiten una variación genética mayor, además de la conservación y la persistencia de materiales genéticos de los maíces, de esta forma obliga al productor a aplicar mayor presión de selección buscando únicamente esos maíces aceptados en el mercado.

Cuadro 12. Resumen de costos de venta de maíces nativos y maíces híbridos en el municipio de Hueyoptla.

Variable	Min	Max	Media	Mediana	Des. Est	Var	Cv	Error est.
Costo de maíz nativo (Cuartillo)	\$6.75	\$18.00	\$10.26	\$10.00	\$2.4	6.02	23%	0.35
Costo de maíz híbrido (Kg)	\$4.00	\$9.60	\$6.33	\$6.00	\$1.42	2.02	22%	0.25

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

5.5 Características de la tierra de cultivo, en el municipio de Hueyoptla.

Toledo y Barrera-Bassols (2008), indican que de toda la gama de conocimientos locales el referido a los suelos es el que cobra mayor significado desde el punto de vista agroecológico. La etnoedafología es considerada como la disciplina que se encarga de estudiar los conocimientos que los productores poseen sobre el recurso suelo (Ortiz Solorio & Gutiérrez Castorena, 2001). Los productores del municipio de Hueyoptla reconocen cinco tipos de tierra y los identifican de acuerdo a su cualidad y principales características, los cuales relacionan con la variedad de maíz que mayor probabilidad tienen de desarrollarse en determinado tipo de suelo. Los productores identifican cinco clases o tipo de tierra. (Cuadro 13).

De estas tierras identificados por los productores, el suelo negro y los lamaderos son suelos en donde se siembra preferentemente maíz, ya que 15 productores los consideraron buenos para la producirlo; por lo cual en este siembran los maíces con mejores oportunidades productivas como lo son los llamados marceños, abribeños y blancos; en contra parte los suelos de tepetate son considerados por 10 productores como regulares para la producción de maíz por lo tanto en ellos

se siembran preferente mente maíces de ciclos cortos con una producción más baja como los llamados temporales.

Cuadro 13. Correlación del tipo de suelo y la preferencia de variedades de maíz nativo que se siembran.

Tipo de tierra	Calidad del suelo	Frecuencia de la calidad del suelo	Poblaciones locales de maíz que se siembran
Barreal	Muy bueno	0	Chalqueño, Azul, Blanco, Temporal, Abrileño
	Bueno	2	
	Regular	3	
	Malo	0	
Lamadero	Muy bueno	1	Blanco, Rojo, Azul, Abrileño, Marceño, Chalqueño, Pinto
	Bueno	6	
	Regular	8	
	Malo	1	
Negro	Muy bueno	2	Blanco, Abrileño, Marceño, Azul, Amarillo, Chalqueño y Temporal
	Bueno	9	
	Regular	8	
	Malo	1	
Blanco	Muy bueno	0	Blanco, marceño, Abrileño, Chalqueño, Azul, Temporal
	Bueno	3	
	Regular	3	
	Malo	0	
Tepetate	Muy bueno	1	Azul, Rojo, Temporal, marceño, abrileño, Chalqueño
	Bueno	2	
	Regular	10	
	Malo	0	

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022.

De acuerdo a la descripción de los productores las características de cada tierra son:

- **Tierra de Barrial:** Son los que guardan una gran cantidad de humedad, debido a su alto contenido de arcilla. Es difícil trabajarlos, por lo que la preparación de terreno se debe realizar antes de las primeras lluvias fuertes ya que se inundan muy rápido y dificultan su manejo; para poder ingresar con maquinaria agrícola o yuntas.
- **Tierra de lamadero:** Son tierras en las cuales se acumulan sedimentos de las partes altas del territorio, desde los suelos que están poco perturbados. Se observan beneficios en la estructura del suelo con la incorporación de arcillas y materia orgánica, al igual que sedimentos minerales por la erosión de material rocoso, esto ayudando en la fertilidad del

suelo de acuerdo con resultados obtenidos por Pimentel-Equihua *et al.*, (2011). Resulta importante destacar que la escorrentía del agua de lluvia, es dirigida por los productores por calles y caminos hacia la parcela.

- **Tierra Negro:** Son suelos muy fértiles, preferidos para la siembra de maíz y trigo, suelos anegables con una buena retención de humedad, principalmente se encuentran en las partes bajas del territorio.
- **Tierra Blancos:** Suelos manejables con maquinaria agrícola, retienen buena cantidad de humedad por lo que son valorados por los productores, aunque se prefieren para cultivos como cebada, avena y triticale principalmente.
- **Tepetate:** Son suelos poco profundos, por lo que los productores no lo prefieren para la siembra de maíz; sin embargo, cuando este cultivo es establecido en este suelo se prefieren las variedades de ciclo corto, es decir los maíces de color azul o rojo y los llamados de temporal chico; el manejo que le dan los productores es la incorporación de estiércoles y la ruptura con subsuelos y arados de disco.

5.5.1 Evaluación exploratoria de características físicas químicas y biológicas de suelos de la región.

La evaluación exploratoria de los seis tipos de suelo y su tipo de manejo en la producción de maíz nativo del municipio de Hueypoxtla, consideró el análisis de las características físicas, químicas y biológicas como indicadores de calidad y salud de los suelos.

5.5.2 Características físicas.

La caracterización física se presenta en el Cuadro 14, el suelo SNP obtuvo valores altos respecto a los suelos L, T, FM y FO de acuerdo con su Granulometría (0.5 mm), Dap (1,77 mg m³), DMP (2.15 mm), DMG (1.2 mm), CC (35.2%) y PMP (22%) ($p \leq 0.05$); solo el suelo tepetate (tratamiento T) obtuvo una Dap (1.66 mg m³) similar al SNP. En cuanto a la DR, el tratamiento T obtuvo un resultado mayor al resto (2,37 mg m³), sin embargo, estadísticamente, no existió diferencia con los tratamientos T (2.37 mg m³), L (2.19 mg m³), FM (2.14 mg m³) y FO (2.18 mg m³) ($p \leq 0.05$). Con respecto a la porosidad, FM (38.6 %) y FO (36.57%) fueron significativamente diferentes con respecto al SNP (13.65%), pero no con respecto a L (29%), R (26.2%) y T (31.67%) ($p \leq 0.05$).

Cuadro 14 Características físicas de seis tratamientos (media±error estadístico); las letras iguales después de los valores no fueron significativamente diferentes para cada tratamiento (Tukey $p \leq 0.05$).

Suelo	GL	Tamaño de agregados	DAP (mg m ³)	DR (mg m ³)	Porosidad
Fert. organica	5	0.5±0.0b	1.37±0.08c	2.14±0.21ab	38.64±6.41a
Fert.mineral	5	0.1±0.0c	1.38±0.03c	2.18±0.04ab	36.57±0.73a
Lamadero	5	0.5±0.0b	1.52±0.06bc	2.19±0.04ab	29.003±0.44ab
Riego	5	0.5±0.0b	1.545±0.06abc	2.13±0.01b	26.24±2.04ab
No perturbao	5	8±0.0a	1.7775±0.08a	2.13±0.08b	13.65±1.02b
Tetetate	5	0.1±0.0c	1.66±0.28ab	2.37±0.07a	31.67±15.96ab
Pr(>F)		< 2*10 ⁻¹⁶	0.00068	0.0474	0.00672

Suelo	GL	DMP (mg m ³)	DMG (mg m ³)	CC	PMP
Fert. mineral	5	2.15±1.94b	1.2±0.17b	35.25±0.96c	22±2.31bc
Fert.organica	5	0.47±0.02b	0.63±0.03c	32.25±0.96c	18.75±2.63c
Lamadero	5	0.62±0.03b	0.82±0.08bc	43.5±1.91b	26.75±3.3b
Riego	5	0.59±0.02b	1.13±0.55bc	34±1.63c	20.75±2.75bc
No perturbado	5	10.62±0.47a	2.64±0.09a	62±4.24a	46.25±4.79a
Teptetate	5	0.39±0.031b	0.56±0.005c	23.13±3.39d	15.7±3.96c
Pr(>F)		1.12*10 ⁻¹¹	1.18*10 ⁻⁰⁸	2.44*10 ⁻¹²	2.62*10 ⁻⁰⁹

GL= grados de libertad, DAP= densidad aparente, DR= densidad real, DMP = diámetro medio ponderado, C= capacidad de campo, PMP=Punto de marchitez permanente.

El porcentaje de tamaño de agregado predominante de 0.5 mm. sugiere que el cambio de vegetación natural a agrícola ha causado una fuerte disminución en el grado de agregación del suelo, ya que los suelos agrícolas cuentan con un mayor contenido de micro agregados. Tal proporción de micro agregados se considera como un indicador de la degradación estructural del suelo, lo cual también es atribuible a un menor contenido de materia orgánica (Sustaita-Rivera *et al.*, 2000). Es por ello que la distribución de agregados es más estable es en el suelo SNP, teniendo macro agregados < 8 mm, mientras que en los tratamientos FM, L y R se observan micro agregados predominando 0.5 mm y 0.1 mm para los tratamientos T y FO, esto por una baja concentración de materia orgánica en el caso del tratamiento T lo cual no permite la formación de agregados (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2022).

Los valores de DMP y DMG son mayores en el suelo SNP (10.6mm y 2.64mm), mientras que los demás tratamientos son > 2 mm: (FO 0.47 mm y 0.63mm, FM 2.15mm y 1.2mm, L 0.62 y 0.82 mm, R 0.59 mm y 1.32 mm, T 0.39 mm y 0.56mm). El DMP de agregados del suelo en cada tratamiento indican una alta permeabilidad del agua y aeración del suelo, además una menor

capacidad de erosión asimismo el aumento en la cohesión entre partículas de los agregados disminuyendo así su descomposición (Barrales-Brito *et al.*, 2020).

Los valores con densidad aparente superiores a 1.0 g m^{-3} son suelos con procesos de compactación lo que implica una reducción en el espacio poroso y, por tanto, una limitación de los intercambios suelo, aire, agua; así mismo, se reduce la actividad de los microorganismos y con ello la producción de CO_2 y la mineralización de la materia orgánica (Covaleda *et al.*; 2007). Los suelos con mayor densidad aparente son T (1.6 mg m^{-3}), R (1.54 mg m^{-3}), L (1.52 mg m^{-3}) y SNP (1.77 mg m^{-3}), esto debido principalmente a la intensidad de la labranza (Sustaita-Rivero, 2000 y Baretta-Junior *et al.*, 2021), al igual que el aumento de la porosidad total ya que el arado rompe la estructura del suelo (Núñez-Peñalosa *et al.*, 2022); mientras que el suelo SNP además de tener una mayor densidad aparente, también obtuvo una menor porosidad total (13.65%) debido a su textura arcillosa (67%). (Velázquez-Rodríguez *et al.*, 2022); aunado a esto Solemani *et al.* (2019) citan valores de densidad aparente mayores en suelos de bosque natural comparados con suelos destinados a la agricultura en donde los valores son superiores a mayor profundidad debido al peso de horizontes superiores;; En el caso de esta investigación las constantes de humedad (PMP y CC) tienen una correlación negativa con la porosidad de los tratamientos mientras que positiva con la MOS (Méndez *et al.*, 2022); al respecto Núñez-Peñalosa *et al.* (2022) reportaron un menor valor en cuanto a la capacidad de campo en un sistema forestal (25.5%) en comparación con los sistemas agrícolas (26.5%) y pastizales esto debido a al contenido de arenas (40%) el cual fue similar al suelo T (23.13%), es decir la capacidad de campo es menor en suelos con una mayor proporción de arenas y en bajos contenidos de materia orgánica (Bejar-Pulido *et al.* , 2020). Mientras que el valor más alto de capacidad de campo lo obtuvo el suelo SNP (62%) favoreciendo de esta forma una mayor humedad aprovechable en el sistema (Núñez-Peñalosa *et al.*, 2022).

5.5.3 Caracterización química.

En el cuadro 15 se observa la caracterización química de los seis suelos. El suelo FO obtuvo la mayor concentración de iones Ca y Mg (59.6 ppm y 31.1 ppm), así como la CE (2.33 dS m^{-1}), con respecto al resto de suelos ($p \leq 0.05$). El suelo SNP obtuvo la mayor concentración de MOS (5%) fue seguida por FO (3.7%), los cuales fueron similares entre sí, pero significativamente mayores al resto de los suelos ($p \leq 0.05$). La mayor concentración de MO particulada fue obtenida por el suelo SNP (14.39%) ($p \leq 0.05$). Con respecto al pH, no existió diferencia significativa entre los

suelos ($p \leq 0.05$); sin embargo, el suelo T fue ligeramente ácido (6.74), mientras que el resto de los suelos obtuvieron valores ligeramente alcalinos (7.11 a 7.62).

Una buena parte de la fertilización de los suelos se da por la descomposición de la materia orgánica y la fijación biológica de los nutrientes, en este estudio el suelo que mayor contenido de materia orgánica obtuvo es SNP (5.05%), seguido del suelo FO (3.77), mientras que el suelo FM obtuvo (2.32%). Estos resultados coinciden con estudios realizados por Lacasta *et al.* (2006) en parcelas con rotación de cultivos y fertilización orgánica, fertilización mineral y sin fertilización, donde mencionan que a mayor cantidad de materia orgánica los valores de mineralización de la misma también son superiores; un aumento de biomasa microbiana e incluso una mayor cantidad de nitrógeno mineral. Asimismo, indican que los suelos con fertilización orgánica suelen contener una mayor condición microbiana activa que los suelos abonados con fertilizantes minerales y que la adición prolongada de materia orgánica provoca un incremento en la biomasa microbiana y materia orgánica produciendo una mejora en la calidad del suelo.

Cuadro 15. Características químicas seis tratamientos (media±error estadístico); las letras iguales después de los valores no fueron significativamente diferentes para cada tratamiento (Tukey $p \leq 0.05$).

TRT	GL	pH	CE (dS m ⁻¹)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Fert. mineral	5	7.11±0.34a	0.28±0.09c	7.12±0.02d	10.91±0.01b
Fert. orgánica	5	7.58±0.05a	2.33±0.17a	59.61±0a	31.1±0a
Lamadero	5	7.62±0.08a	0.23±0.05c	0.97±0e	2.41±0.01e
Riego	5	7.6±0.51a	0.996±0.19b	13.35±0.05b	10.32±0.42c
No perturbado	5	7.34±0.7a	0.34±0.19c	0.24±0.03f	1.71±0.01f
Tepetate	5	6.74±0.04a	0.13±0.005c	7.29±0c	3.39±0d
Pr(>F)		0.0559	2.69*10 ⁻¹³	< 2*10 ⁻¹⁶	< 2*10 ⁻¹⁶

TRT	GL	Carbonatos totales (%)	MO (%)	MO particulado (%)
Fert. mineral	5	3.27±0.25e	2.32±0.27c	7.9±0.025d
Fert. orgánica	5	8.47±1.01b	3.77±1.12ab	11.16±0.15b
Lamadero	5	16.23±1.25a	1.95±0.2c	8.14±0.32d
Riego	5	4.23±0.58de	2.57±0.46c	8.73±0.25c
No perturbado	5	5.8±0.2cd	5.05±0.76a	14.39±0.01a
Tepetate	5	6.53±0.29bc	2.6±0.36bc	6.29±0.085e
Pr(>F)		5.72*10 ⁻¹⁰	0.000020	0.0000209

GL= grados de libertad, CE= Conductividad eléctrica, Ca = calcio, Mg= magnesio, MO= materia orgánica

La incorporación de estiércol propicia un incremento significativo en el pH del suelo Benedicto-Valdés *et al.* (2019) observaron incremento un incremento en el pH de 7.6 a 8.2 al incorpora estiércol bovino en el estrato de 0 a 15 cm de profundidad Esto atribuido al enriquecimiento de cationes en los abonos orgánicos, mientras que los suelos manejados con fertilizantes químicos tienen un decremento del pH 6.8 valores por debajo de lo mencionado por Limón. (2018) para el municipio de Hueypoxtla. Los fertilizantes nitrogenados como urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio suministran nitrógeno forma de NH^{+4} y pueden generar acidez en suelos debido a la liberación de iones hidrógeno (H^{+}). (Chien *et al.*, 2009). Mientras que el pH obtenido en el suelo T es ligeramente ácido (6.74 ± 0.04) estos resultados coinciden con estudios en un tepetate roturado en el año 1986 manejado con agricultura convencional como el de esta investigación (Covaleda *et al.*, 2007).

En cuanto a la conductividad eléctrica, el suelo con el valor más alto es FO (2.3 dS m^{-1}). Benedicto-Valdés *et al.* (2019) observaron incrementos en la CE en suelos con aplicación de estiércol bovino (1.49 dS m^{-1}) y caprino (4.4 dS m^{-1}), esto debido al contenido de sodio (Na) en los abonos orgánicos ya que mide la cantidad total de aniones y cationes en la solución del suelo; el suelo R tiene una CE de (0.99 dS m^{-1}), estos resultados coinciden con estudios sobre el impacto de aguas residuales en suelos donde la CE aumenta en los primeros 30 cm de suelos regados con agua residual cruda; además de una relación altamente positiva de la CE y la presencia de elementos potencialmente tóxicos principalmente el Cu de la misma manera con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), dichos parámetros muestran la existencia de sales en suelos que contienen sodio (Na) el cual interactúa con el complejo de intercambio del suelo (García-Carrillo *et al.*, 2020); Por lo que el Ca^{+2} y Mg^{+2} solubles tienen una correlación positiva con la conductividad eléctrica ya que los suelos FO y R son los que cuentan con concentraciones de calcio (59.6 y 13.35) y magnesio (31.1 y 10.35) más elevada. En este aspecto Delgado-González *et al.* (2022), reportan que el Ca^{+2} y el Mg^{+2} tienen un óptimo en ambientes alcalinos; sin embargo, los valores de los suelos FO y R están muy por debajo de los presentados por Khadka *et al.* (2017), quienes reportan parámetros de 67.30 ppm de Ca y 21.10 de Mg, esto debido a valores más altos en la CE y pH. Francos *et al.*, 2017 reportan en Ca (34.23 ppm) y Mg (1699 ppm) extraíbles, en suelos posteriores a un incendio forestal.

En cuanto al nitrógeno total los suelos analizados en este trabajo el T y L son los que tiene menor cantidad de N total (Nt) 0.8 mg g^{-1} y 0.7 mg g^{-1} respectivamente, esto debido al poco contenido de residuos orgánicos como principal suministro de nitrógeno mineral fácilmente disponible por efectos de la mineralización y nitrógeno orgánico que contribuye a nutrientes residuales en el suelo a largo plazo (Benedicto-Valdés *et al.*, 2019). Estos resultados coinciden con estudios sobre medición de nitrógeno total en suelos de tepetate en dos diferentes fechas de roturación, observando una disminución en el N total con los años de cultivo (1986: 0.4 mg g^{-1} y 2002: 0.2 mg g^{-1}) (Covaleda *et al.*, 2007)

5.5.4 Indicadores biológicos

Durante los 32 días (16 lecturas) de incubación, se observó una cinética de emisiones de CO_2 cíclica; el día 8 (4a lectura) se registró la mayor emisión de CO_2 (Figura 16 a). Mientras que la mayoría de los tratamientos fluctuaron ($831 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^2$ a $2549 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^2$). El suelo FO fue el que se mantuvo entre los mayores productores de CO_2 . La Figura 16 b demuestra las acumulaciones totales del CO_2 emitido durante 32 días de incubación para los seis suelos; el suelo FO produjo la mayor cantidad de CO_2 ($23207.92 \pm 1871.41 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$), sin embargo, solo se obtuvieron diferencias significativas a los suelos L ($20429.98 \pm 661.67 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$) y FM ($19844.64 \pm 1208.77 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$) ($p \leq 0.05$); no obstante, FO no mostró diferencia significativa con respecto a de los suelos T ($21576.15 \pm 3667.43 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$), R ($21451.64 \pm 1004.3 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$) y SNP ($21149.11 \pm 2494.8598 \text{ mg kg}^{-1} \text{ m}^2$); adicionalmente, el tamizaje no demostró ejercer un efecto significativo sobre la acumulación de CO_2 , con excepción del tratamiento T, el cual, sí acumuló más CO_2 cuando fue tamizó a 2.0 mm (Figura 16 c).

En la Figura 16 d se observa que el suelo L obtuvo la mayor tasa de mineralización, aun cuando su contenido de C orgánico fue el menor de todos los tratamientos, lo que indicó que es el tratamiento con mayor fuentes de C orgánico fácilmente mineralizable; por otra parte, los suelos SNP y FO obtuvieron las menores tasas de mineralización, a pesar de tener las mayores cantidades de C orgánico, lo que indica que la mayor parte de sus fuentes de C orgánico son difícilmente mineralizables; sin embargo, de acuerdo con la Figura 22, no se observaron diferencias significativas en el contenido de C orgánico fácilmente oxidable (mineralizable) entre los suelos R, FO, L, T y SNP, tanto al inicio como al final del experimento (granulometría 2.0 mm).

La granulometría redujo en la composición de C de los tratamientos (Cuadro 16). Antes de la incubación, los tratamientos sometidos al tamizaje de 2.0 mm tuvieron un mayor porcentaje de C total en comparación con los tratamientos tamizados a 0.5 mm; por otra parte, después de la incubación no se observaron diferencia significativa por efecto del tamizaje. Con respecto al C orgánico, el efecto del tamizaje presento diferencias significativas, antes y después de la incubación; la mayor diferencia puede observarse en el SNP, el cual, contenía más porcentaje de C orgánico tamizado a 5.0 mm, en comparación del SNP tamizado a 2.0 mm, por lo tanto, el tamizaje de menor diámetro eliminó materia orgánica >0.5 mm; el tamizaje no modificó la concentración de C fácilmente oxidable previo a la incubación, lo que sugiere que la materia orgánica >5.0 mm eliminada comprendía reservas de C orgánico recalcitrantes (de difícil mineralización); posterior a la incubación, las reservas de C orgánico fácilmente oxidables fueron diferentes entre las diferentes granulometrías ($p \leq 0.05$).

Por otra parte, el incremento de C orgánico fácilmente oxidable sugiere que la incubación favoreció la conversión de las fracciones de C difícilmente mineralizables como la celulosa, hemicelulosa y lignina a formas más lábiles (Figura 16).

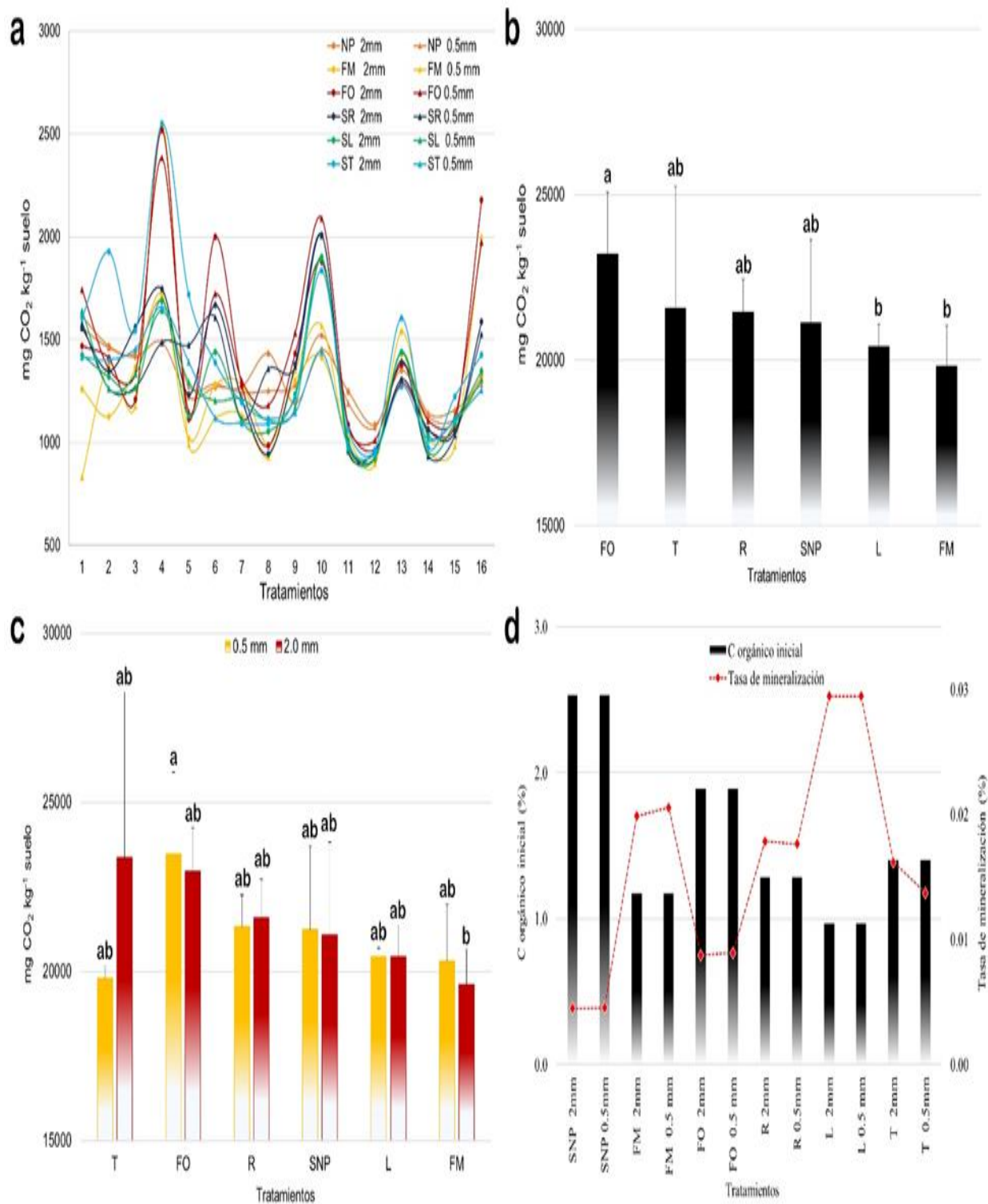


Figura 16. Respirometría como indicador de la actividad biológica de suelos tratados con seis manejos agrícolas diferentes. Evolución de la respiración edáfica basal de seis manejos agrícolas (a), acumulación de las emisiones de CO₂ de seis manejos agrícolas (b), comparación del efecto del tamizaje en las emisiones de CO₂ acumuladas; (c) tasa de mineralización.

Cuadro 16. Resumen del análisis de varianza de las concentraciones de C considerando las interacciones entre los tratamientos (manejo) y los bloques (granulometría).

C fácilmente oxidable							
Antes de la incubación				Después de la incubación			
	Df	SC	CM	Pr(>F)	SC	CM	Pr(>F)
							0.000000012
TRT	5	250666	50133	0.000458*	488263	97653	7*
BLOQ	1	17503	17503	0.157979	44057	44057	0.00783*
TRT*							
BLOQ	5	25306	5061	0.698202	28791	5758	0.40799
C total							
Antes de la incubación				Después de la incubación			
	Df	SC	CM	Pr(>F)	SC	CM	Pr(>F)
							0.000000004
TRT	5	15647	3129.3	0.00000000000000506*	1356.1	271.21	66*
BLOQ	1	967	967.2	0.00267*	22	21.98	0.281
TRT*							
BLOQ	5	1529	305.7	0.01482*	18.6	3.72	0.961
C orgánico							
Antes de la incubación				Después de la incubación			
	Df	SC	CM	Pr(>F)	SC	CM	Pr(>F)
							<0.00000000
TRT	5	10831	2166.1	0.000000000208*	8970	1793.9	00000002*
BLOQ	1	1281	1280.7	0.00199*	1021	1021.2	0.0000187*
TRT*							
BLOQ	5	1612	322.4	0.03215*	1841	368.2	0.0000115*
C inorgánico							
Antes de la incubación				Después de la incubación			
	Df	SC	CM	Pr(>F)	SC	CM	Pr(>F)
							0.000000002
TRT	5	893.9	178.78	0.000000022*	5431	1086.3	09*
BLOQ	1	6.7	6.7	0.486	862	862.5	0.000943*
TRT*							
BLOQ	5	76.9	15.38	0.355	1315	263	0.005638*

*Señala la significancia entre los grupos comparados ($\alpha \leq 0.05$).

Como se mencionó anteriormente la materia orgánica representa un factor muy importante en la fertilidad de los suelos agrícolas, desde el punto de vista biológico a través de la biomasa microbiana y su actividad respiratoria que favorece algunas características físicas del suelo, como estructura, reducción de Dap, aumento de porosidad, aireación, infiltración y retención de humedad, así como el aumento de la estabilidad de agregados, lo que contrarresta la erosión; sin embargo, los suelos agrícolas mexicanos suelen tener bajas concentraciones de MO, por lo que se han fomentado las prácticas agrícolas que aumenten la cantidad de MO en el suelo, así como la

aplicación de enmiendas orgánicas (Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016; Quiroga *et al.*, 2017; Ortíz-Solorio & Gutiérrez-Castorena, 2021).

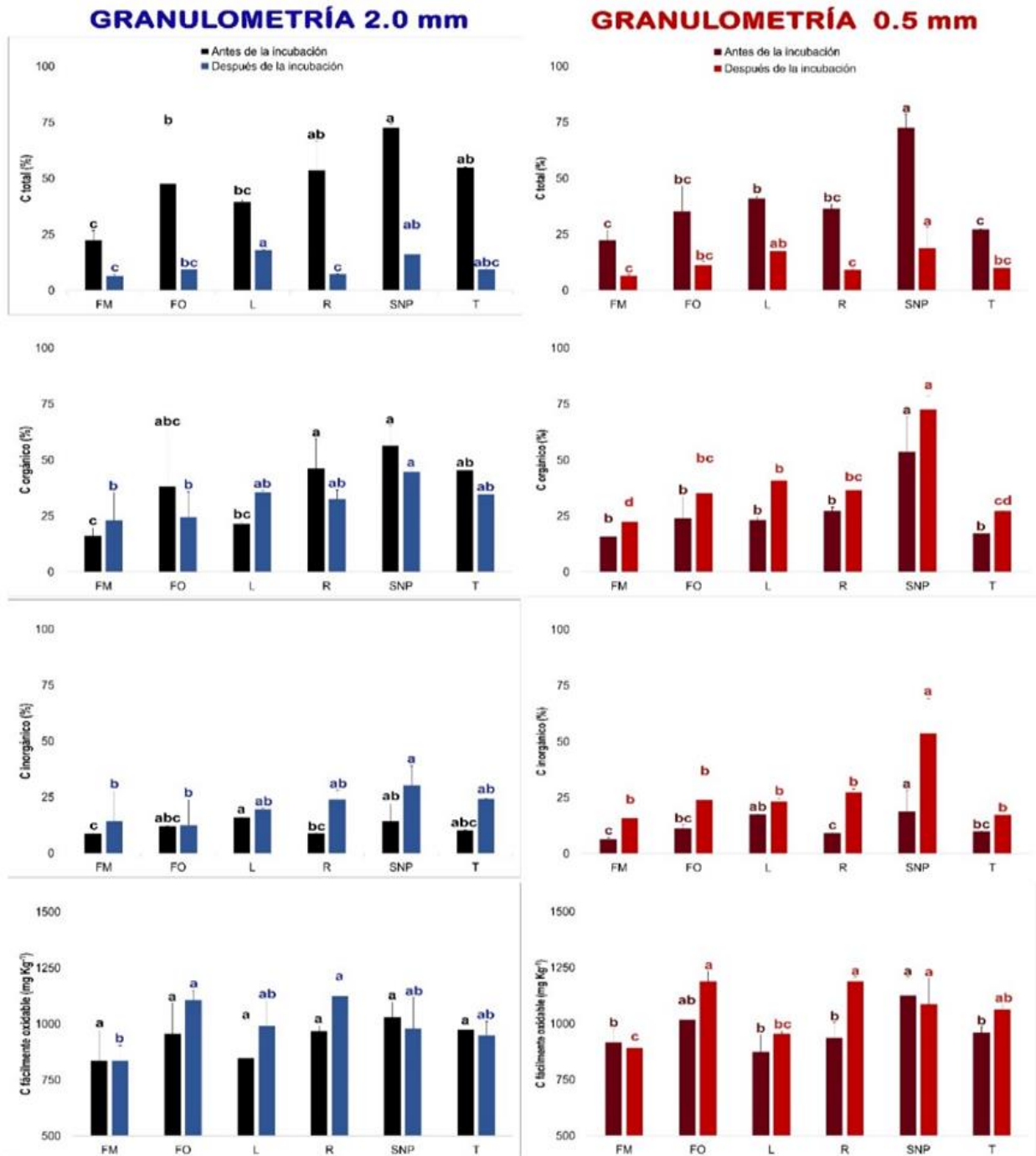


Figura 17. Comparación de la concentración de C antes y después de la incubación de seis suelos tratados con diferentes manejos agrícolas diferentes. Los tratamientos con letras iguales del mismo color no fueron significativamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$), las barras de error representan los errores estadísticos

Adicionalmente, el C orgánico estructural de la MO representa fuentes de energía para el desarrollo de los microorganismos que participan en diversos procesos de oxidación-reducción de moléculas orgánicas para volverlas a sus formas asimilables para las plantas, por lo tanto, la MO también favorece las características químicas del suelo (Guerrero-Ortiz, *et al.*, 2012; Beltrán *et al.*, 2016; Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016).

Una fracción de materia orgánica denominada materia orgánica particulada (MOP) representa la porción que ya se encuentra en diferentes grados de descomposición (por la actividad microbiana); la MOP se encuentra en fragmentos cuyos diámetros oscilan entre 0.053 y 2.0 mm de diámetro, por lo tanto, la comparación del C orgánico obtenido entre las muestras tamizadas a 2.0 y 0.5 mm puede sugerir el nivel de descomposición de la MOP presente en la fracción orgánica (Mazzarino *et al.*, 2004; Ramírez-Pisco *et al.*, 2022).

La MOP es un factor altamente variable que está estrechamente relacionada con la actividad microbiana, por lo tanto, puede verse modificada de acuerdo con cambios en el manejo del suelo (Ramírez-Pisco *et al.*, 2022).

Las variaciones en la concentración de C orgánico obtenido entre los suelos tamizados a 0.5 mm y a 2.0 mm, antes y después de haber sido incubadas (Figura 18), evidencian el efecto de la actividad microbiana (durante la incubación) en la reducción del diámetro de las partículas de la MOP, ya que, a menor diámetro de la MOP, es mayor su nivel de degradación (Beltrán *et al.*, 2016). Este cambio se observa con bastante claridad en el tratamiento T (tepetate), en la Figura 23; antes de la incubación predominaba la MOP de diámetro superior a 0.5 mm, sin embargo, después de la incubación aumentó la proporción MOP con diámetro < 0.5 mm. Esto puede deberse a que los tepetates agrícolas no son ricos en materia orgánica (como se observa en la Figura 22), por lo tanto, su actividad microbiana puede verse limitada, sin embargo, al ser sometida a condiciones propicias para el desarrollo microbiano, las partículas > 0.5 mm continuaron con su proceso de biodegradación; en contraste, el tratamiento SNP con la mayor concentración de MO, ya demostraba una mayor proporción de MOP con diámetro < 0.5 mm antes de ser sometido a la incubación.

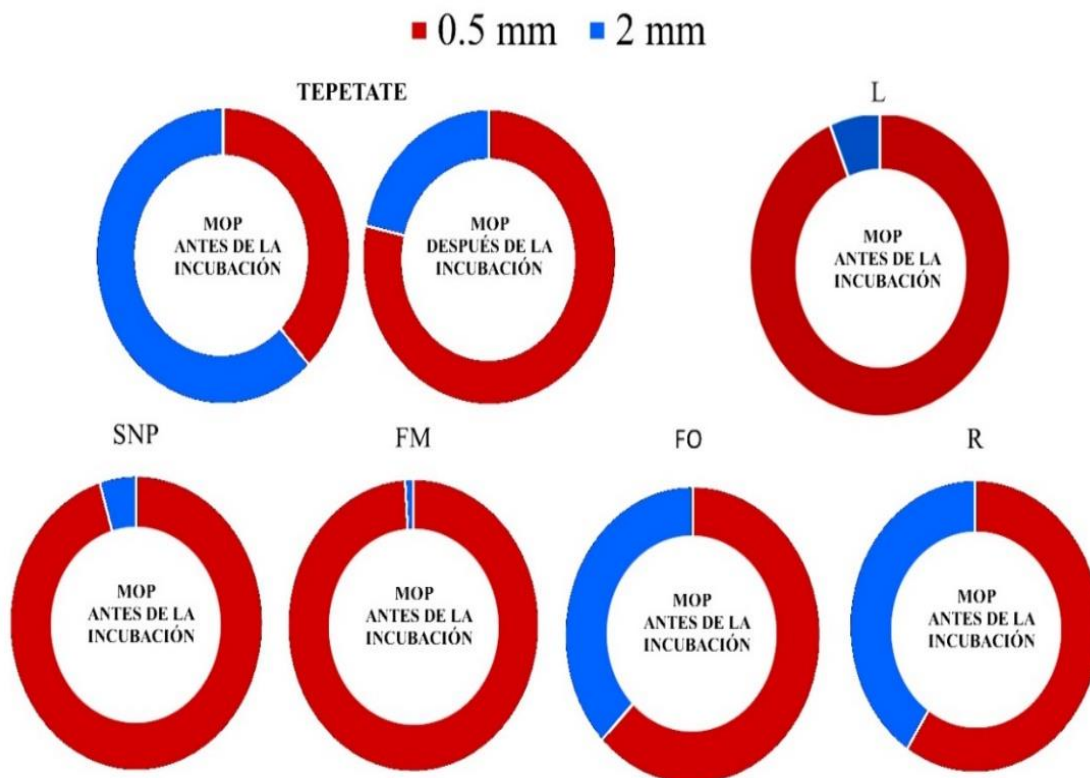


Figura. 18 Proporción de la MOP gruesa (0.5 a 2.0 mm) y fina (< 0.5 mm) en seis suelos con diferentes manejos agrícolas

El análisis de correlación demostró que la MOP es un factor altamente relacionado con algunos factores físicos como el PMP, DMP, DMG y la granulometría, por lo tanto, al incrementar la concentración de MO y favorecer las características físicas del suelo (Guerrero-Ortiz, *et al.*, 2012; Andriulo y Irizar, 2017; Quiroga *et al.*, 2017; Ramírez-Pisco *et al.*, 2022).

El efecto de la actividad microbiana también mejora las características químicas de los suelos, ya que participan en procesos bioquímicos que involucran la producción de ácidos orgánicos y enzimas que modifican el pH, la CE y la concentración nutrimental del suelo.

Los resultados observados demuestran que la actividad microbiana estuvo altamente correlacionada con dichas características químicas, es por eso que se puede observar una interacción positiva entre la concentración de MO y la actividad microbiana, con efectos positivos sobre las características físicas y químicas de los suelos.

Los tratamientos con mayor concentración de C fácilmente oxidable no necesariamente fueron los mismos que tuvieron las mayores concentraciones de C orgánico; esto se debe a que dentro de la fracción orgánica existen moléculas con diferente grado de labilidad, los carbohidratos simples, las proteínas y los lípidos representan fuentes lábiles de carbono fácilmente oxidables, mientras que la celulosa y la hemicelulosa son fuentes orgánicas de C de difícil oxidación y el material lignificado es considerado como fuente de C recalcitrante, es decir, de muy difícil mineralización; por lo tanto, es importante considerar la MOP, el C fácilmente oxidable y su relación con la respiración edáfica basal y la tasa de mineralización para conocer la calidad de las fuentes de C presentes en los suelos. Lo que podría sugerir que otros factores, no considerados en el presente estudio, podrían influir en C fácilmente oxidable antes de la incubación y la actividad microbiana. Lo anterior resulta lógico, ya que la actividad microbiana depende de diversos factores ambientales, bióticos y abióticos no fueron contemplados, pero que estudios adicionales deberían considerar. (Zagal & Córdova, 2005; Guerrero-Ortíz, *et al.*, 2012; Beltrán *et al.*, 2016; Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016; Andriulo y Irizar, 2017).

Los tratamientos SNP y FO, son los suelos con más fuentes de C, con base en sus concentraciones de MO, pero las mayores mineralizaciones fueron obtenidas por los tratamientos FM y L, a pesar de no tener grandes cantidades de MO, por lo tanto, a pesar de tener pocas reservas de C, estas fueron más lábiles. Con base en la respiración, tanto el tratamiento FO como el T demostraron producir las mayores emisiones de CO₂ cuando sus condiciones son favorables para el desarrollo microbiano, por lo tanto, a pesar de que sus concentraciones de MO son diferentes, sus reservas de MO fueron de buena calidad, ya que sirvieron como fuentes de energía para el desarrollo microbiano (Zagal & Córdova, 2005; Guerrero-Ortíz, *et al.*, 2012; Quiroga *et al.*, 2017).

5.5.5 Interacción entre los indicadores

En la Figura 24 se observan los análisis multivariados con los que se analizaron la correlación existente entre las variables evaluadas (Figura 19a), posteriormente, se agrupan las variables con mayor efecto sobre los tratamientos (Figura, 19b) y, finalmente, se organizaron los tratamientos con base en la similitud en sus caracterizaciones (Figura 19c).

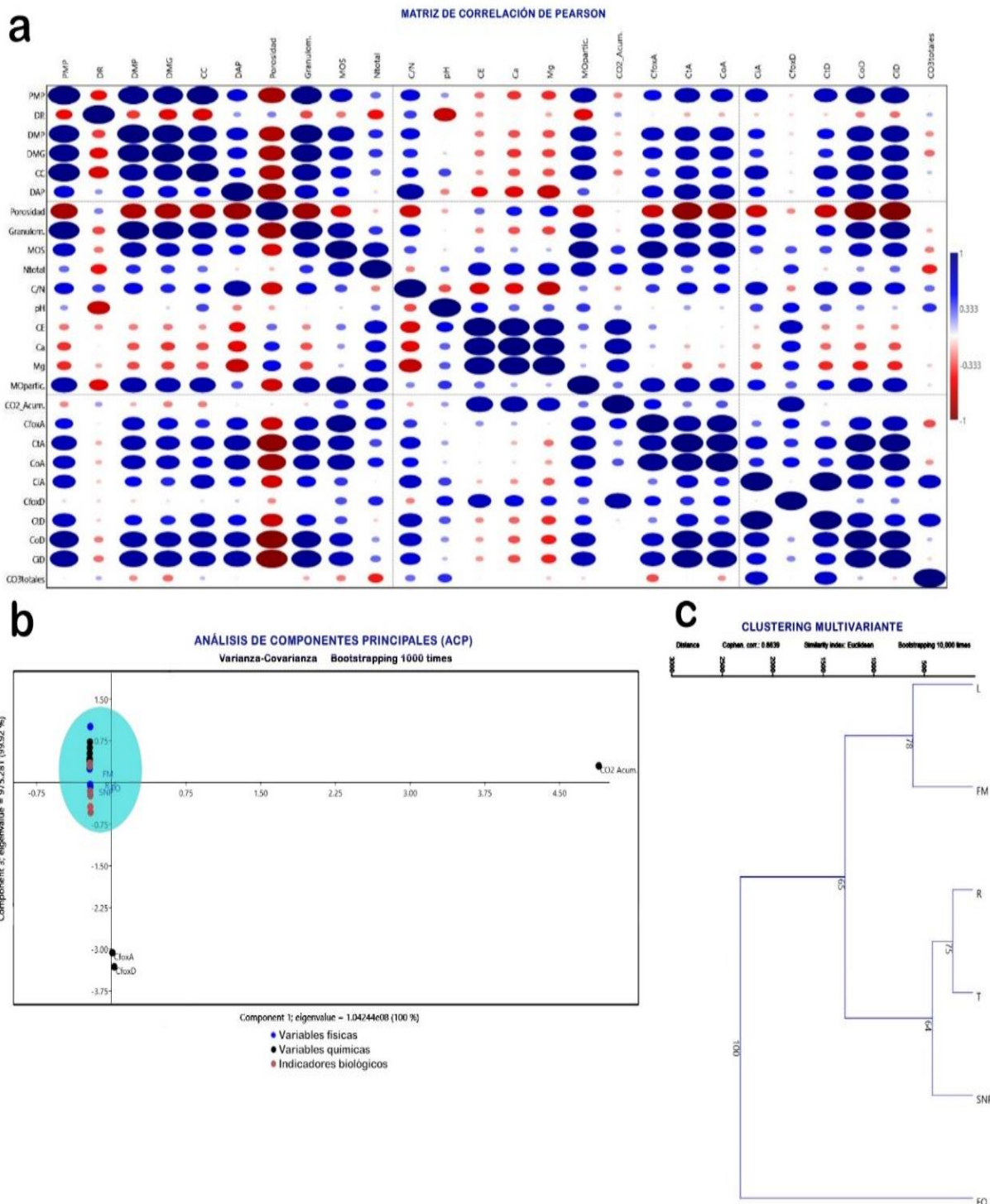


Figura 19. Análisis multivariados. matriz de correlación de Pearson de todas las variables evaluadas (a); análisis de componentes principales (ACP) para identificar las variables más representativas y relacionadas que influyeron en los tratamientos (b); análisis de similitud (cluster) para agrupar los tratamientos con base en sus características físicas, químicas y biológicas.

La granulometría fue la variable física altamente correlacionada con el mayor número de variables; sus principales correlaciones positivas ($r \geq 0.8$) se presentaron con las variables PMP ($r = 0.95$), DMP ($r = 0.98$), DMG ($r = 0.95$), la CC ($r = 0.89$), MOS ($r = 0.82$), MO particulada ($r = 0.83$), C total antes de la incubación ($r = 0.85$), C orgánico antes de la incubación ($r = 0.81$), C orgánico después de la incubación ($r = 0.9$) y C inorgánico después de la incubación ($r = 0.93$); adicionalmente, la granulometría mostró su principal correlación negativa con la porosidad ($r = -0.86$). Por otra parte, la porosidad fue la variable física que, precisamente, obtuvo el mayor número de correlaciones negativas ($r \leq -0.8$) con el resto de las variables, las cuales fueron, PMP ($r = -0.84$), DMG ($r = -0.81$), DAP ($r = -0.87$), granulometría ($r = -0.86$), C total antes de la incubación ($r = -0.93$), C orgánico antes de la incubación ($r = -0.88$), C orgánico después de la incubación ($r = -0.96$) y C inorgánico después de la incubación ($r = -0.98$).

La variable química que mostró el mayor número de correlaciones fue la MOS. Las variables con las que obtuvo sus principales correlaciones positivas ($r \geq 0.8$) fueron, DMP ($r = 0.81$), granulometría ($r = 0.82$), MO particulada ($r = 0.92$), C fácilmente oxidable antes de la incubación ($r = 0.92$), C total antes de la incubación ($r = 0.81$) y C orgánico antes de la incubación ($r = 0.84$). No se observaron variables químicas cuyas correlaciones negativas fueran elevadas ($r \leq -0.8$).

Con respecto a los indicadores biológicos, la actividad microbiana, estimada mediante las emisiones de CO_2 estuvieron altamente correlacionadas con la CE ($r = 0.83$), el Ca ($r = 0.84$) y el C fácilmente oxidable después de la incubación ($r = 0.82$); además, no mostró correlaciones negativas elevadas ($r \leq -0.8$). Por otra parte, el C orgánico después de la incubación y el C inorgánico después de la incubación fueron las dos variables con el mayor número de correlaciones positivas; el C orgánico después de la incubación estuvo altamente correlacionado con PMP ($r = 0.88$), DMP ($r = 0.84$), DMG ($r = 0.81$), CC ($r = 0.86$), DAP ($r = 0.81$), granulometría ($r = 0.9$), C total antes de la incubación ($r = 0.95$), C orgánico antes de la incubación ($r = 0.86$), C total después de la incubación ($r = 0.8$) y C inorgánico después de la incubación ($r = 0.96$); mientras que, el C inorgánico después de la incubación estuvo altamente correlacionado con PMP ($r = 0.88$), DMP ($r = 0.87$), DMG ($r = 0.87$), CC ($r = 0.81$), DAP ($r = 0.84$), granulometría ($r = 0.93$), C total antes de la incubación ($r = 0.95$), C orgánico antes de la incubación ($r = 0.93$) y C orgánico después de la incubación ($r = 0.96$). Las únicas correlaciones negativas elevadas ($r \leq -0.8$) entre los indicadores biológicos fueron obtenidas con la porosidad, las cuales, se mencionaron antes. De acuerdo con el

ACoP, la mayoría de las variables evaluadas fueron ubicadas dentro de un grupo, lo que indica una mayor relación entre dichas variables; solo la actividad microbiana y el C fácilmente oxidable antes de la incubación aparecen fuera de este grupo, lo que podría sugerir que otros factores, no considerados en el presente estudio, podrían influir con estas dos variables. Lo anterior resulta lógico, ya que la actividad microbiana depende de diversos factores ambientales, bióticos y abióticos que, como se mencionó antes, no fueron contemplados, pero que estudios adicionales deberían considerar.

Con base en las variables evaluadas, los tratamientos con mayor similitud fueron agrupados en tres clústeres, el primero, compuesto por L y FM; el segundo, compuesto por R, T y SNP y el tercero, correspondió al tratamiento FO.

5.7 Análisis de costos de producción.

En este apartado se presentan los costos de cada una de las actividades que realizan los productores de maíz nativo en el municipio de Hueyapoxtla en el ciclo primavera-verano 2021, con el cual se realizó un análisis de rentabilidad (Cuadro 14).

5.7.1 Preparación del suelo.

Esta actividad para los productores que tienen la necesidad de rentar tractor e implementos agrícolas el costo mínimo registrado fue de \$600.00 y el máximo de \$2,600.00, la media en los costos fue de \$1370.00, la mediana de \$1500.00. La mayoría de los productores realiza una inversión de \$1370.00 \pm \$602.7 y el coeficiente de variación es medio 43.99% lo que indica que el costo para la preparación del terreno fluctúa de acuerdo al trabajo que se realizan los cuales son rastra, subsoleo, barbecho y surcado y las combinaciones de estos, de acuerdo a las condiciones del suelo.

En el caso de los productores que cuentan con tractor e implementos agrícolas se tomó en cuenta el costo promedio del combustible para el año 2021, el cual fue de \$21.34 por litro y se incluyó el costo por la operación del tractor; por lo que el costo mínimo registrado es de \$686.00, el productor que registro el costo máximo es de \$1832.00, la media en los costos de preparación del terreno es de \$1102.66, la mediana es de \$1038.00, la mayoría de los productores realizan una inversión de \$1102.66 \pm \$288.76, el coeficiente de variación es bajo 26.18% lo que indica que los costos de

preparación del terreno son similares entre los productores que cuentan con tractor e implementos agrícolas.

De acuerdo a lo anterior Guevara-Hernández *et al.* (2018), mencionan que el 60% de los costos económicos de producción de maíz en el estado de Chiapas lo constituyen las prácticas agronómicas referidas a las labores de preparación de suelo; asimismo, Altieri *et al.* (1999), resalta el alto uso de insumos, en este caso, el laboreo intensivo del suelo, requiere elevadas inversiones en adquisición y mantenimiento de maquinaria agrícola y combustible.

5.7.2 Siembra

El costo promedio del cuartillo de semilla de maíz fue de \$20.90, en los precios dados por los productores se observa un sobreprecio en semillas de maíz morado o apastillado y rojo el cual puede llegar a costar hasta \$40.00 el cuartillo.

El costo mínimo en la siembra con maquinaria rentada fue de \$900.00 y el costo máximo de \$1,870.00, la media del costo fue de \$1,246.00, la mediana de \$1144.5, la mayoría de los productores encuestados tienen un gasto en la siembra de entre \$\$1,246.66 \pm \$303.73, el coeficiente de variación es bajo 23.7% lo que indica que el gasto que realizan los productores es similar.

Los productores que cuentan con la maquinaria propia el costo mínimo para la siembra fueron de \$529.00, el máximo de \$1,085.00, la media fue de \$804.00, la mediana de \$773.00. La mayoría de los productores con maquinaria propia tienen un gasto para la siembra de \$804.00 \pm \$146.66, el coeficiente de variación es bajo 18.23% lo que indica que el gasto que realizan los productores con maquinaria propia es similar.

Para los 3 productores que utilizan yunta para realizar la siembra, el gasto mínimo fue de \$950.00, mientras que el máximo de \$1600.00, la media es de \$1283.00, la mediana de \$1,300.00: Los productores con yunta tienen un gasto para la siembra de \$1283.00 \pm \$325.00, el coeficiente de variación es bajo 25.34% lo que indica que el gasto que realizan los productores para la siembra con yunta es similar.

5.7.3 Labores Culturales

Los costos por hectárea en las labores culturales son distintos ya que los productores que cuentan con maquinaria agrícola este costo ascienden en promedio a \$1,387.00, mientras el de los productores que rentan maquinaria es de \$1,194.00 y los que lo realizan con yunta es de \$1,666.00 estos costos toman en cuenta mano de obra invertida la cual es importante para este trabajo, al igual que el costo de combustible para los productores que cuentan con maquinaria agrícola.

Podemos observar que la primera escarda o “sobernal” es donde mayor inversión se realiza, sobre todo por los productores que se ven en la necesidad de rentar maquinaria ya que el costo es de \$1,084.00 mientras que los productores que son dueños de maquinaria agrícola el costo es de \$495.00 y de \$766.00 para los que la realizan con yunta; en la segunda escarda se presentan costos similares similar aunque con una ligera reducción en la inversión realizada, ya que el costo para los dueños de maquinaria es de \$467.00, para los que rentan maquinaria es de \$1,010.00 y los que la realizan con yunta es de \$900.00; esto por la disminución en la mano de obra, ya que la actividad que se realiza es vigilar que con la maquinaria agrícola no se tapen las plantas con tierra, por lo que al estar la planta más grande esto puede ocurrir con menor frecuencia, por lo que algunos productores deciden no destinar a alguien para este trabajo. Otro factor a considerar es que solo los productores que cuentan con maquinaria agrícola realizan una tercera escarda con un costo promedio por hectárea de \$425.00, esto podría ser considerado por la inversión que esto genera, además de no muy necesario pues las plantas en esta etapa la planta ha crecido lo suficiente para obstruir el paso de luz a las arvenses y de este modo evita su crecimiento, ya que el objetivo de las labores culturales es permitir controlar arvenses.

5.7.4 Control de hierbas

Si bien es cierto las políticas de manejo de hierbas centradas en el uso de herbicidas han sido exitosas en términos de producción eficiencia y simplicidad, esta aproximación al manejo de las malezas ha sido altamente criticado por su alto costo ambiental social y económico (Menalled,2010). El manejo de hierbas con la aplicación de herbicidas y de forma manual es considerado de manera muy diferente para los productores del municipio de Hueyapoxtla, ya que los que realizan control manual, mencionan la importancia que tienen estas arvenses,

principalmente utilizadas como forraje para ganado ovino y caprino, además del uso alimenticio que se les da a algunas de ellas.

Los costos de estas actividades son muy variados ya que el control de hierbas de forma manual tiene un costo promedio de \$2,200.00 por hectárea, mientras que el control realizado con herbicidas es de \$512.00. cabe mencionar que los productores que cuentan con maquinaria agrícola aplican herbicidas con de un tanque aspersor conectado al tractor, por lo tanto, el tiempo de aplicación es de aproximadamente 5 ha por hora teniendo un costo de total de \$320.00 por hectárea, mientras que los productores que no cuentan con esta maquinaria la rentan por un costo aproximado de \$394.40 por hectárea.

5.7.5 Control de insectos

La aplicación de insecticidas se realiza con bomba manual, debido a que la mayoría de las aplicaciones se realizan en una etapa avanzada del cultivo por lo cual la mano de obra para esta actividad es de gran importancia. La inversión mínima que realizan los productores fue de \$200.00, la máxima de \$900.00, el promedio fue de \$395.00, la mediana de \$325.00, y varianza de 40938. La mayoría de los productores invierten $\$395.00 \pm \202.00 , el coeficiente de variación fue 51% lo que indica que la inversión realizada por cada productor es fluctuante.

5.7.6 Fertilización

La información de los productores encuestados, permitió realizar el cálculo de la adquisición y aplicación de los fertilizantes minerales y orgánicos, en algunos casos aplican ambas.

En relación a la fertilización orgánica, el insumo que principalmente aplican es el estiércol, algunos de los productores pagan transporte desde la cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo, por lo que, para el cálculo, se tomó en cuenta el combustible, el pago del chofer o la renta del camión y mano de obra para la carga y descarga, de igual manera se tomó en cuenta estos factores para los productores que hacen uso del estiércol de su unidad de producción pecuaria.

Los costos de la fertilización de forma foliar tienen un costo promedio de \$376.00, este es aplicado con bombas aspersoras manuales o con tanques acoplados al tractor, la aplicación de fertilización mineral al suelo tiene un costo promedio de \$1626.00 tomando en cuenta que la aplicación se realiza al momento de la siembra o en labores culturales por lo que la aplicación va incluida en

estas actividades, la aplicación de estiércoles asciende a una inversión promedio de \$4759.00 por hectárea.

5.7.7 Riego

Los productores con parcelas situadas en la zona de riego del canal Marcelo Palafox, mencionan que por lo regular disponen de un solo riego antes de la siembra y en algunos casos uno de auxilio, por lo que la principal problemática a la que se enfrentan es la organización en el orden de riego; asimismo, la inversión promedio para poder acceder a un riego es de \$1000.00 por hectárea; por su parte los que realizan el riego con las fosas de oxidación o desagüe del drenaje sanitario la inversión principal es por el gasto de bombeo con un promedio de \$300.00 por hectárea, mientras que algunos otros pueden regar por gravedad donde solo realizan una inversión de \$100.00; también mencionan que la problemática es de organización, ya que en algunos casos por cada fosa se benefician alrededor de 5 a 10 hectáreas, mientras que en otros solo es un productor que se dio la donación del área donde se lleva a cabo.

5.7.8 Cosecha

Los costos para las actividades de la cosecha son muy diversos ya que dependen de la producción, el costo de la mano de obra contratada, y el valor que le dan los productores a su trabajo y el del apoyo familiar. La actividad de la cosecha que demanda mayor inversión es el deshoje, principalmente por el tiempo que se le invierte a esta actividad, lo cual puede ser de hasta 15 días, La actividad de desgrane, para la mayoría de los productores, la realizan los familiares de forma gradual durante el año, de acuerdo a las necesidades de la familia, por lo que no tienen estimado algún costo pues solo dedican unas horas en diferentes días.

Por otra parte, Solo tres productores realizan la cosecha con maquinaria, de los cuales dos la rentan, teniendo una inversión de \$2000.00 por hectárea, asimismo les entregan el maíz desgranado. El que es dueño de la maquinaria tiene que realizar una inversión de \$1000.00 por hectárea, que incluye el costo del combustible y el de la operación de la maquinaria.

En los costos de producción por hectárea se obtuvo un promedio de \$15965.66. De acuerdo con las categorías formadas en función de la pertenencia de maquinaria, los productores con menores costos de producción fueron aquellos que cuentan con maquinaria agrícola (\$10,849.00), aunque

son los que indicaron menor producción (2 t. ha⁻¹), a diferencia de los que realizan los trabajos con yunta que obtuvieron rendimientos mayores (2.6 t. ha⁻¹), sin embargo, los costos de producción también fueron altos (\$21,675.00) por lo que la utilidad fue negativa (-\$2,600.00). Por su parte, los productores que rentan maquinaria obtuvieron un costo de producción de \$15,373.00 y un rendimiento de 2.2 t. ha⁻¹ obteniendo una utilidad también negativa -\$1108.00 (Cuadro 17).

Cuadro 17. Costos promedio por actividad y de producción por hectárea, según condición de propiedad o renta de maquinaria agrícola y uso de yunta ciclo primavera verano 2021.

Concepto	Propietario de maquinaria	Renta maquinaria	Yunta
			1370
Preparación del suelo (\$ Ha ⁻¹)	1102	1370	(se renta maquinaria)
Siembra (\$ Ha ⁻¹)	804	1246	1283
Primera escarda (\$ Ha ⁻¹)	495	1084	766
Segunda escarda (\$ Ha ⁻¹)	467	1010	900
Tercera escarda (\$ Ha ⁻¹)	425	NA	NA
Control de hierba (manual) (\$ Ha ⁻¹)	1500	1900	3200
Control de hierba (herbicida) (\$ Ha ⁻¹)	343	394.40	800
Control de insectos (insecticida) (\$ Ha ⁻¹)	407	200	NA
Fertilización mineral de forma foliar (\$ Ha ⁻¹)	360	392	NA
Fertilización mineral suelo (\$ Ha ⁻¹)	1345	1533.33	2000
Fertilización orgánica (\$ Ha ⁻¹)	289	1084	NA
Aplicación de estiércol (\$ Ha ⁻¹)	3645	4183.33	6450
Fertilización organomineral (\$ Ha ⁻¹)	915	NA	NA
Cosecha manual (Corte de zacate, amogote, acarreo, deshoje, desgrane) (\$ Ha ⁻¹)	6390	7639.70	12225
Cosecha maquinaria (\$ Ha ⁻¹)	1890	1000	NA
Riego con fosa séptica \$ Ha ⁻¹	300	100.00	NA
Riego de canal \$ Ha ⁻¹	1,000	1060	NA
Costo de producción \$ Ha⁻¹	10,849	15,373	21,675
Rendimiento t. ha ⁻¹	2.0	2.2	2.6
Precio de venta \$ kg ⁻¹	6.68	6.46	6.95
Ingreso (\$ Ha ⁻¹)	13,026	14,264	19,075
Utilidad (\$ Ha⁻¹)	2177	-1108	-2600
Relación beneficio/costo	1.2	0.9	0.8

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022. NA = No aplica (no se realiza la actividad).

El menor costo de producción se observó en los productores que cuentan con maquinaria agrícola ya que solamente realizan la inversión del pago de combustible para cada una de las actividades que realizan con ella, a diferencia de los productores que la rentan, pues además pagan la mano de obra del operador.

En cuanto al total de los costos de producción, para los que son propietarios de maquinaria, el mayor porcentaje, de las diferentes actividades, fue la cosecha de maíz de forma manual (29%), seguido de la aplicación de estiércol (17%), la fertilización del cultivo (13%) y el control de arvenses de forma manual (7%); mientras que las actividades que implicaron un menor costo fueron la preparación del terreno (5%), siembra (4%) y el control de arvenses aplicando herbicida (1%). (Figura 20).

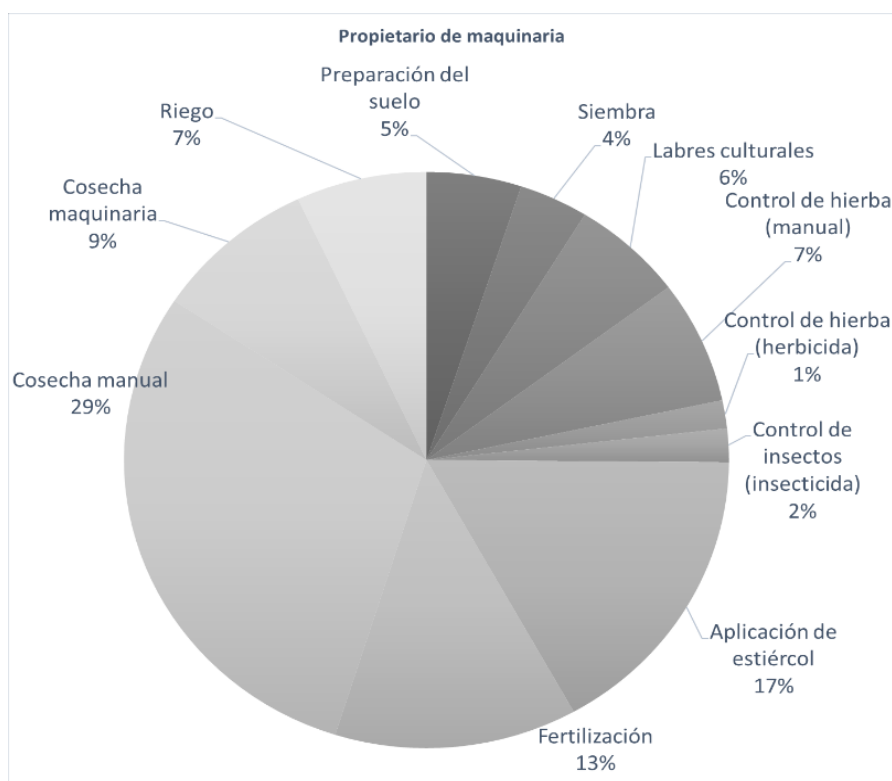


Figura 20. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que cuentan con maquinaria agrícola propia.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Por su parte, para los productores que rentan maquinaria el mayor porcentaje en los costos de producción fue la cosecha de maíz de forma manual (31%), seguida de la aplicación de estiércol (17%) y la fertilización del cultivo (12%), sin embargo, las actividades que demandan uso de

maquinaria agrícola como la preparación del suelo (6%), labores culturales (8%) y siembra (5%) son apenas un punto porcentual más alto en comparación con los productores que cuentan con maquinaria. (Figura 21)

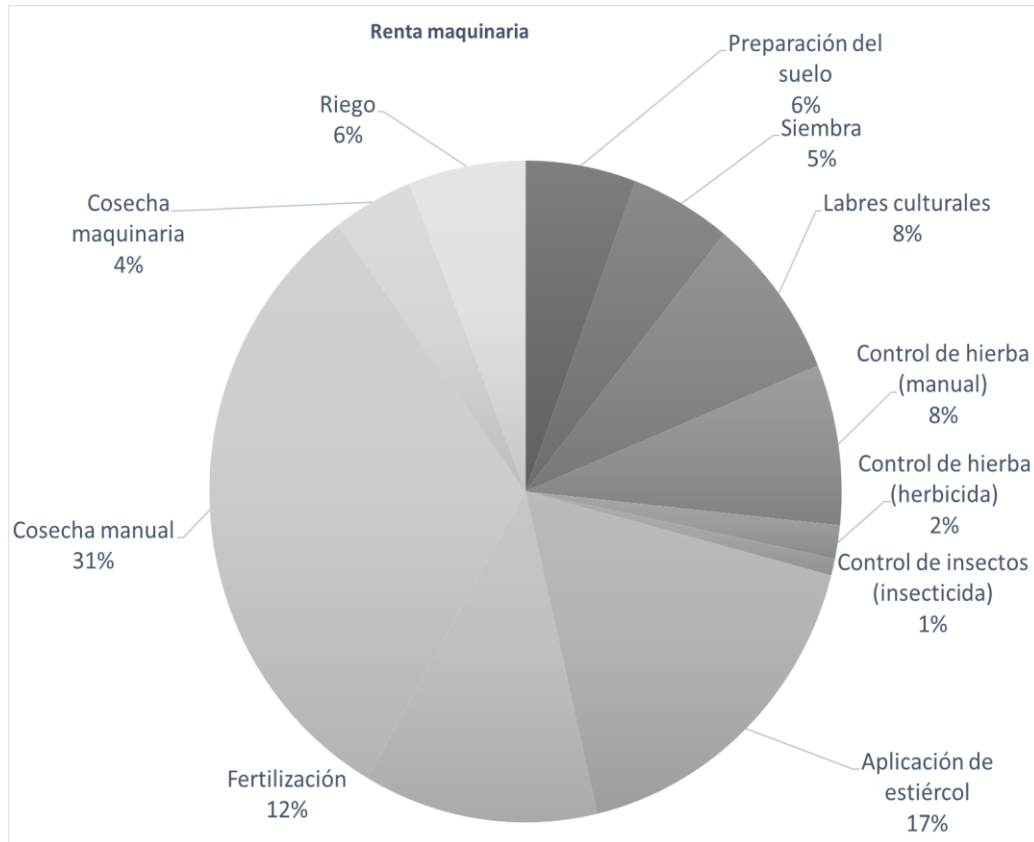


Figura 21. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que cuentan con maquinaria agrícola rentada.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Para los que realizan las actividades de producción con yunta, el mayor porcentaje en los costos fue la cosecha de forma manual (42%), seguido de la aplicación de estiércol (22%), control de arvenses de forma manual (11%) y fertilización del cultivo (7%), mientras que las actividades con menor inversión fueron las labores culturales (6%) y siembra (4%) las cuales tienen el mismo porcentaje que los productores que cuentan con maquinaria agrícola. (Figura 22)

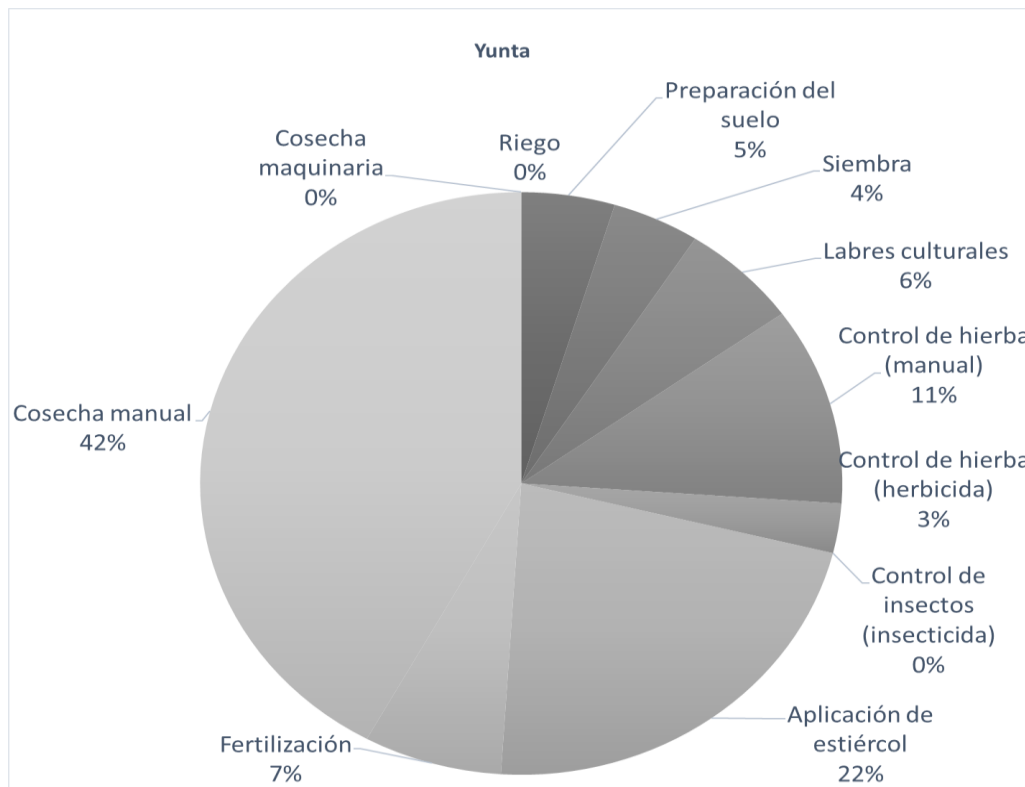


Figura 22 . Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022 para productores que utilizan yunta.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

La actividad de la cosecha de forma manual (corte de zacate, amogotado, acarreo, deshoje y desgrane) la realizan 45 de los 48 productores; es la que demanda mayor gasto, pues corresponde, en promedio al 34% de los costos totales de producción. La siguiente actividad que demandó mayor gasto fue la fertilización con un 11% de los costos totales, el cual aumenta con la aplicación de fertilizantes minerales. La aplicación de estiércol demandó un 19% de los gastos totales (Figura 23), debido a que no se realiza todos los años y a que la gran mayoría de los productores, no toman en cuenta su costo pues consideran que lo obtenido de sus propios rebaños; la misma percepción ocurre con otros costos en la producción como la mano de obra familiar, costos de semilla pues es la nativa, al igual que el desgaste de maquinaria agrícola, debido. Van der Ploeg (2018) considera que la producción campesina sigue presente, de esta forma se tiene una unidad de producción flexible y resiliente. Es por ello que los productores no perciben las utilidades negativas que se dan principalmente en los grupos que rentan maquinaria y que realizan los trabajos con yunta.

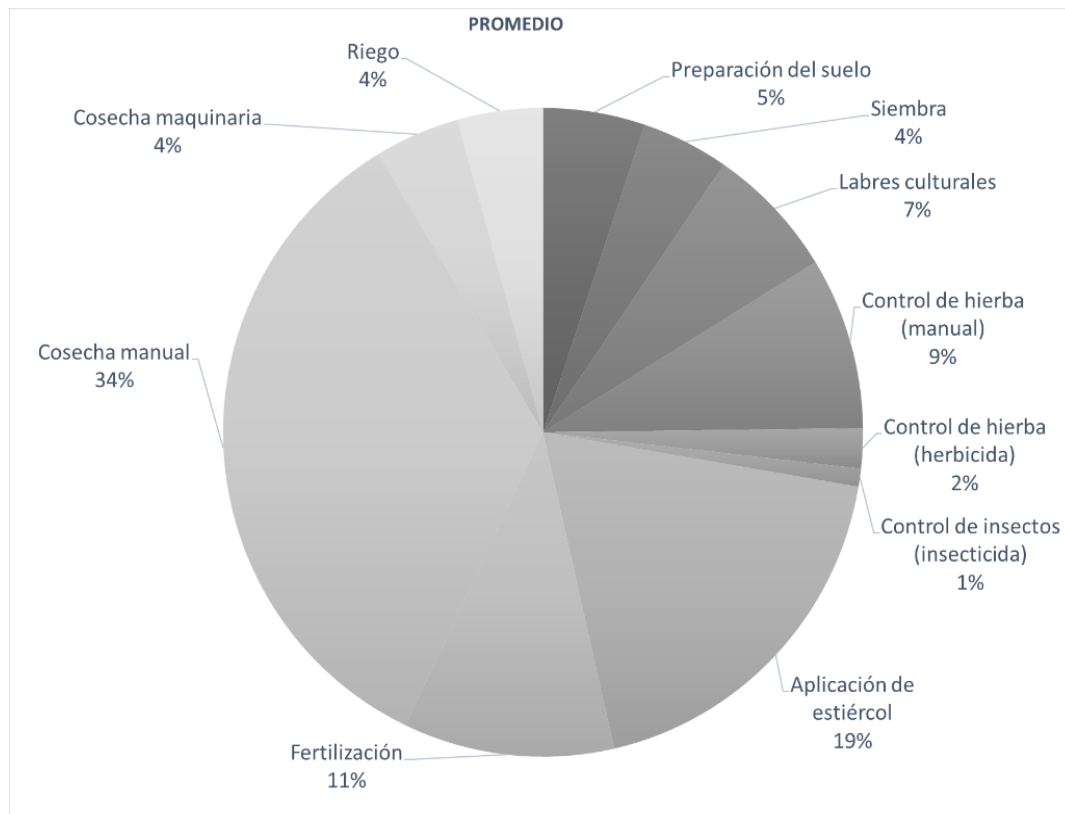


Figura 23. Estructura porcentual de los costos de producción de maíz nativo en el ciclo primavera verano 2022.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

La utilidad económica se determinó a partir del precio promedio de venta del grano de maíz declarado por los productores, el cual fue de \$6.6 por kilogramo de maíz grano. Solo 19 (39.5%) productores del total, lograron tener una utilidad económica, que superó el costo de producción con una relación beneficio costo de 1.2 y esos fueron los dueños de maquinaria agrícola, y no así los que rentan maquinaria con una relación beneficio costo de 0.9 y los que usan yunta 0.8.

5.8 Tipificación de productores de maíz nativo en el municipio de Hueypoxtla.

A través del análisis de conglomerados, se identificaron cuatro grupos de productores (Figura 24)

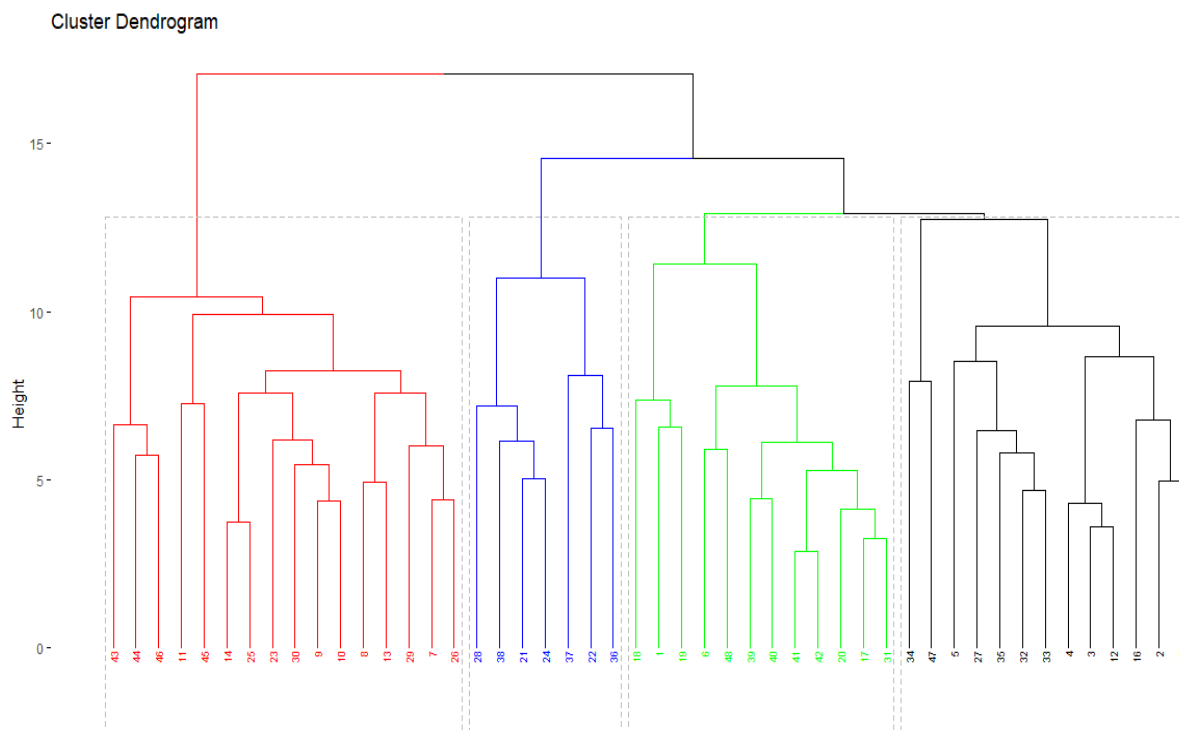


Figura 24 Tipificación de productores de maíz del municipio de Hueypoxtla, formados a partir de lo Clúster del análisis de conglomerados jerárquicos.

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022

Grupo 1. Este grupo está integrado por 16 productores con un promedio de edad de 63 años, la principal actividad que desempeñan es la agricultura 9 productores desempeñan solo esta actividad, aunque también hay productores que qué realizan otras ocupaciones como empleados. Este grupo cuenta con un promedio de 38 años de experiencia sembrando maíz en la región, los terrenos donde se siembra el maíz nativo son propio con un régimen ejidal. Los suelos donde se siembra el maíz nativo , principalmente es de tipo lamadero, tepetate y barreal, la mayoría de las parcelas de este grupo son de temporal, cuentan con una superficie promedio de 2.5 ha Los productores de este grupo se definen como campesinos, la preparación del suelo la realizan con tractor y maquinaria rentada y tienen un rango de gastos de esta actividad de \$594.00 a \$2336.00, La siembra se realiza con maquinaria rentada y yunta generando una inversión que va de los \$ 718.00 a \$ 1888.00, las labores culturales son realizadas con tractor rentado y yunta. El control de

hierbas lo realizan con aplicación de herbicidas, aunque algunos lo hacen de forma manual, ningún productor realiza control de plagas, las fertilizaciones en este grupo son orgánica y química. Los productores solo siembran maíz nativo y cuentan de una a cuatro razas, el origen de la semilla principalmente es heredada, aunque algunos productores compraron su semilla y tienen un promedio de 15 años sembrando su propia semilla, el almacén de ella lo realizan en cuartos principalmente aplicando tratamiento químico para evitar plagas de almacenamiento, la cosecha se realiza de forma manual. El 66% de la producción es destinada al autoconsumo mientras que el 34% es para venta, el principal mercado son los vecinos de la comunidad y cuentan con un promedio de producción de 2.1 t ha⁻¹.

Grupo 2: Este grupo lo conforman 7 productores con un promedio de edad de 56 años, la principal actividad que desempeñan cinco productores es la agricultura, aunque también dos realizan agricultura y ganadería. Este grupo cuenta con 28 años de experiencia sembrando maíz en la región. los terrenos donde siembran su maíz nativo son propios y de régimen ejidal. Los tipos de tierra dominantes son negra, barrial, tepetate y lamadero. La preparación del terreno se realiza con tractor propio y rentado, realizando una inversión para esta actividad que va de \$594.00 a \$884.00. Todos los productores cuentan con riego ya sea de canal de aguas negras o fosa de oxidación, cuentan con una superficie promedio de 4 ha, la siembra la realizan con maquinaria propia y rentada, realizando un rango de inversión para esta actividad que va de los \$523.00 a los \$1639.00. Las labores culturales se realizan con tractor con maquinaria propia y rentada, el control de hierbas es con herbicidas, mientras que el de insectos se realizó con la aplicación de insecticidas. La fertilización en mayor medida es orgánica, los productores siembran solo semilla nativa, contando con dos razas; el origen de la semilla es heredada pero también hay productores que han realizado intercambio y tienen un promedio de 17 años sembrando su semilla, El almacenamiento se realiza en tapanco principalmente, aplicando control químico para evitar plagas, la cosecha se realiza manualmente pero también hay productores que la realizan con maquinaria. El 57% de la producción es destinada al autoconsumo y el 42% para la venta, el principal mercado son los vecinos de la comunidad y el promedio de producción para este grupo es de 3.8 t ha⁻¹.

Grupo 3: Este grupo cuenta con 12 productores, con un promedio de edad de 65 años, la principal actividad que desempeñan es la agricultura y ganadería: El grupo tiene en promedio 40 años sembrando maíz en la región, la mayoría de los terrenos son propios con régimen ejidal. Los tipos

de tierras en este grupo son tepetates, barreales y tierra negra, la gran mayoría de las parcelas son de temporal, en promedio cada productor siembra 3 ha de maíz nativo. La preparación del suelo se realiza principalmente con tractor propio, con un rango de inversión de \$594.00 a \$1755.00, la siembra la realiza con maquinaria propia realizando una inversión en un rango de \$523.00 a \$1108.00. Las labores culturales son realizadas con maquinaria propia, el control de arvenses se realiza con herbicida, sin embargo, no realizan control de insectos, la fertilización es en su mayoría con abonos orgánicos. Los productores siembran solo semillas de maíz nativa, contando con un máximo de cuatro razas. El origen de esta semilla es selección propia de los productores y llevan en promedio 17 años sembrándola, su almacenamiento lo realizan en cuartos, bodegas y graneros, al cual le realizan un tratamiento químico con fosforo de aluminio. La cosecha se hace de forma manual, el 95% de la cosecha es destinada al autoconsumo, mientras que solo el 5% es para la venta, el principal mercado son los vecinos de la comunidad, mientras que el promedio de producción para este grupo es de 1.8 t ha⁻¹.

Grupo 4: Este grupo cuenta con 13 productores, con un promedio de edad de 49 años siendo el grupo con menor edad, la principal actividad que realizan es la combinación de agricultura y ganadería. Este grupo tienen en promedio 27 años de experiencia sembrando maíz en la región. La mayoría de los terrenos son propios con régimen ejidal. El tipo de tierra donde siembran maíz nativo son principalmente tierra negra y lamadero, aunque también se menciona tierra blanca y tepetate, todas las parcelas se encuentran en la zona de temporal, este grupo cuenta con una superficie promedio de 5 ha sembradas con maíz nativo. La preparación del terreno se realiza con maquinaria propia, la inversión para esta actividad en la gran mayoría de los productores va de \$594.00 a \$1465.00. La actividad de siembra se realiza principalmente con maquinaria propia, la inversión está en un rango de \$523.00 a \$1108.00. Las labores culturales se realizan con maquinaria propia, mientras que el control de arvenses con la aplicación de herbicidas, no hacen control de plagas, la fertilización que se aplica es mineral. Los productores de este grupo siembran semilla nativa, contando con un máximo de tres razas, el origen de la semilla es selección del productor. Este grupo tiene un promedio de 13 años sembrando su semilla, almacena su grano principalmente en cuartos y bodegas, la mayoría no realizan tratamiento para evitar plagas de almacenamiento. La cosecha se hace manualmente, la producción para el autoconsumo es del 51%

mientras que la destinada la venta es de 48%, el principal mercado son las tortillerías, este grupo obtiene una producción promedio de 1.5 t ha⁻¹

5.9 Análisis de asociación de variables cualitativas.

Se realizó un análisis de correlación *chi* cuadrada de Pearson por tablas de contingencia con un nivel de significancia de 0.05 (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). (Cuadro 18).

Cuadro 18. Asociación de variables cualitativa y variabilidad de maíces nativos del municipio de Hueypoxtla, por el método de Chi Cuadrada.

Variable	X ²	Grados de libertad (gl)	P-valor	Significancia
Tipo de maíz/tipo de suelo	75.5	55	0.03	**
Tipo de maíz/maquinaria	16.1	22	0.8	Ns
Tipo de maíz /Origen de la semilla	NA	22	NA	Ns
Tipos de maíz /Uso de la cosecha	60.25	99	0.9	Ns
Tipo de maíz /mercado de venta	50.7	66	0.91	Ns
Tipo de maíz/parte de la mazorca donde se selecciona semilla	17.19	22	0.75	Ns
Tipo de maíz /almacenamiento de grano	54.16	65	0.50	Ns
Tipo de maíz /uso de herbicida	10.25	11	0.50	Ns
Tipo de maíz /Fertilización	30.01	33	0.61	Ns
Tipo de maíz/uso de insecticida	9.5	11	0.56	Ns
Tipo de maíz/riego	8.25	11	0.69	Ns

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022. Ns. – No significativo, **. - Altamente significativo.

En la prueba de asociación de los tipos de maíz nativo con variables de manejo del cultivo y técnicas de conservación solo se encuentra asociación con el tipo de suelo (p-value = 0.05 para las razas de maíz y p-value= 0.03 para los tipos de maíz), principalmente en los maíces de color (raza elotes cónicos), preferentemente se siembran en suelos tepetatosos, mientras que el tipo de maíz grande (raza Chalqueño) se siembran en suelos de lamadero; mientras que en las variables restantes no hubo una asociación ya que p-value es mayor a 0.05, lo que indica que la variabilidad de maíces nativos que hay en el municipio de Hueypoxtla tienen un manejo similar en las actividades de producción, usos y venta de grano.

5.10 Análisis de correlación de variables cuantitativas.

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk ($\alpha=0.05$) indicó que solo dos variables cumplen con una distribución normal, por lo que se procedió a realizar los análisis estadísticos no paramétricos con ellas (Cuadro 19).

Cuadro 19. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk $\alpha=0.05$

Variable	W	p-value
Edad	0.98	0.59
Años de experiencia en la siembra de maíz	0.95	0.05
Superficie sembrada	0.71	2.631e-08)
Numero de razas que conservan	0.83	1.139e-05
Años sembrando su propia semilla	0.83	6.89e-06
Producción de grano t ha ⁻¹	0.90	0.0008
Precio de venta de grano	0.94	0.02
Costo de producción por hectárea	0.93	0.007
Porcentaje de venta de grano	0.83	1.085e-05
Porcentaje de autoconsumo de grano	0.83	1.085e-05

Fuente: Elaboración propia

El análisis de correlación de Spearman (alfa = 0.05) (anexo 7.1). demostró significancia en las variables; edad, años de experiencia sembrando maíz en la región, porcentaje de venta y autoconsumo de grano, precio de venta de grano, años sembrando su propia semilla, superficie sembrada con maíz nativo, número de razas de maíz nativo que conservan, producción de grano por hectáreas y costo de producción por hectárea (Cuadro 20).

Cuadro 20. Correlaciones de Sperman (alfa=0.05).

Variable	Rho	Pr > F	Significancia
Edad/Años de experiencia sembrando maíz	0.69	3.674e	**
Edad – Número de razas que conserva	-0.024	0.09	*
Edad/porcentaje de venta de grano	-0.27	0.058	*
Edad/porcentaje de autoconsumo de grano	0.27	0.058	*
Edad/precio de venta de grano	0.31	0.02	*
Años de experiencia sembrando maíz/años sembrando su semilla	0.26	0.06	*
Años de experiencia sembrando maíz/ precio de venta de grano.	0.32	0.024	*
Superficie/años sembrando su semilla	0.40	0.004	**
Número de razas que conserva/precio de venta	-0.32	0.0012	**
Número de razas que conserva/costo de producción por hectárea	0.25	0.081	*
Años sembrando su semilla/ porcentaje de venta grano	-0.25	0.07	*
Años sembrando su semilla/ porcentaje de autoconsumo de grano	0.25	0.07	*
Porcentaje de venta /porcentaje de autoconsumo	-1	2.2e-10	**
Producción por ha / porcentaje venta	-0.24	0.09	*

Fuente: Elaboración propia con encuestas aplicadas a productores, 2022 * Significativo, ** Altamente significativo.

Los resultados demostraron que los productores con mayor edad cuentan con más experiencia sembrando maíz en la región, conservan la mayor variabilidad genética de maíces nativos, cuentan con un mayor autoconsumo de la producción de maíz y por ende menor cantidad de venta de grano de maíz, también son los que tienen un precio mayor en la venta de grano de maíz. Es notorio que los productores con mayor edad valoran más los maíces nativos que están en su resguardo.

Los productores que conservan mayor número de razas cuentan con un precio de venta de grano más económico y un costo de producción más elevado esto principalmente debido a la mano de obra que se utiliza en la producción de maíz nativo en la región.

Los productores que mayor tiempo han conservado sus semillas de maíz cuentan con un porcentaje menor en la venta de grano de maíz y por ende un mayor porcentaje de autoconsumo, de acuerdo a lo anterior, es lógico mencionar que a menor porcentaje de venta de grano existen un porcentaje mayor en el autoconsumo de grano, esto también depende de la producción obtenida ya que cuando los productores obtienen mayor producción el porcentaje de venta de grano aumenta.

5.11 contraste de resultados con hipótesis.

La hipótesis general que se plantea en la investigación “Los productores del municipio de Hueypoxtla conservan razas de maíz nativo realizando diversos manejos bajo diferentes tecnologías” no se rechaza. Porque los resultados obtenidos en el cuestionario muestran que los

productores realizan manejos diferentes de acuerdo a sus necesidades, conocimientos y capacidad económica, para la producción de maíz nativo

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “Los productores del municipio de Hueyoxxtla realizan prácticas tradicionales y convencionales en la producción de maíz nativo” no se rechaza. Porque los resultados obtenidos en los cuestionarios y en el taller participativo con la actividad de la línea del tiempo se muestran que los productores conservan algunas prácticas tradicionales en la producción, conservación y almacenamiento de maíces nativos; como el uso de la yunta, aplicación de estiércol, mano de obra familiar, almacenamiento en tapancos y selección tradicional de semillas, estas acompañadas de prácticas convencionales de la agricultura industrial como la aplicación de pesticidas y uso de maquinaria agrícola.

La Hipótesis particular que se plantea en la investigación.” Los agroecosistemas de maíz en Hueyoxxtla preservan razas de maíz nativo de las reportadas para el Estado de México” no se rechaza. Porque de acuerdo a las colectas obtenidas a través de la primera feria de los maíces nativos y su caracterización se encontraron 6 razas de las 13 reportadas para el Estado de México, siendo las más representativas la raza Cónico, Chalqueño y Elotes cónicos, mientras que las razas Tablilla de ocho, Bolita y Celaya se encuentran con menor frecuencia; de acuerdo al análisis de conglomerados estas cuentan con características distintas las razas principales que se tienen en el municipio y en el estado de México.

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “La pérdida de diversidad de razas de maíz nativo de Hueyoxxtla está ligada a factores económicos, agroindustriales y climáticos” se rechaza”. Esto debido a que, en los resultados obtenidos en los cuestionarios, el análisis FODA y de correlación de variables se mencionaron factores como los económicos, climáticos y agroindustriales, sin embargo, al que más se hizo énfasis es la pérdida de conocimientos tradicionales en la producción y conservación del maíz nativo, debido al cambio generacional que hay en el territorio municipal.

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “Los productores de maíz nativo del municipio de Hueyoxxtla que cuentan con maquinaria agrícola obtienen una mejor rentabilidad, en comparación con los productores que realizan las actividades de producción rentando maquinaria agrícola y los productores que utilizan yunta” no se rechaza ya que de acuerdo al

análisis de rentabilidad realizados los productores que cuentan con maquinaria agrícola obtuvieron una rentabilidad positiva a diferencia de los productores que rentan maquinaria y realizan los trabajos con yunta quienes su rentabilidad fue negativa a pesar de no haber grandes diferencias en la producción de maíz.

VI. CONCLUSIONES.

Las prácticas agrícolas para la producción de maíz nativo son similares, sin embargo, cada uno de los productores realiza diferentes técnicas, por lo tanto, se cuenta con sistemas de producción tradicionales, agroindustriales y una combinación de ambas.

La razas de maíz nativo identificadas en el municipio de Hueyoxtla, son características de la región y están dentro de las reportadas para el Estado de México; las cuales de acuerdo al análisis de conglomerado existe una similitud en las características de la raza Cónico, Chalqueño, Elotes cónicos y Tablilla de ocho; no así las raza Celaya y Bolita, lo cual resalta la introducción de estas por medio de intercambio que hay entre productores de la región con otras y la selección por ciertas características de interés.

De acuerdo con los datos obtenidos en el análisis FODA, se destacan amenazas y debilidades que afectan la diversidad y conservación de los maíces nativos como lo son el clima, precios bajos a la venta, la estructura de políticas publica poco favorables además del incremento en los costos, baja producción y la introducción de semillas mejoradas esto aunado a la pérdida de conocimientos tradicionales y en el desinterés de nuevas generaciones en las actividades agrícolas.

La propiedad de maquinaria agrícola influye en la disminución de los costos de producción que para este rubro que en promedio es de \$10,849.00 Ha⁻¹, debido al poco o nulo requerimiento de mano de obra, lo cual se ve reflejado en una rentabilidad positiva que en promedio es de \$ 2,177.00 Ha⁻¹ a pesar de tener un rendimiento similar a productores que rentan maquinaria agrícola y a los que trabajan con yunta, por lo que tomando en cuenta estos parámetros la mano de obra es el principal rubro que aumenta los costos de producción principalmente en actividades de cosecha. Sin embargo, la mano de obra familiar y los insumos locales (Estiércol) no son tomados en cuenta como un costo monetario adicional es por ello que los productores que rentan maquinaria y trabajan con yunta no perciben las utilidades negativas que en promedio son de - \$2,600.00 Ha⁻¹; por lo tanto, siguen sembrando maíces nativos.

Con base en los resultados de los análisis de suelo, se puede concluir que los principales cambios inducidos por los diferentes manejos agrícolas utilizados por los agricultores con base en sus conocimientos tradicionales se relacionan con la disponibilidad de nutrientes, mediante aportes por fertilización orgánica, mineral o sedimentos, así mismo, los tratamientos FO tienen una mayor actividad biológica, lo que puede servir como indicador de mayor fertilidad. La caracterización física y química de los suelos difirió únicamente en la concentración de iones solubles en los tratamientos T, mientras que el resto de características permanecieron similares entre los tratamientos, lo anterior sugiere una degradación generalizada del suelo; no obstante, prácticas agrícolas como la fertilización orgánica y el aumento de materia orgánica podría servir como estrategia para mejorar las características químicas de los suelos. Lo anterior de acuerdo con los indicadores biológicos, ya que el aumento en el desprendimiento de CO₂ puede considerarse como uno de los parámetros a tomar en cuenta en la biotransformación de la materia orgánica a formas asimilables para las plantas.

Son necesarios que estudios adicionales caractericen los suelos de otros sistemas de producción además de maíz en este municipio, además de que las mediciones deben realizarse durante ciclos de producción completos.

VII. LITERATURA.

- Aguilar-Orea, G. F., Ruiz, R. O., Ortiz-Solorio, C. A. & Armida, A. L. (2019).** La etnoedafología como instrumento para la caracterización de agroecosistemas a nivel local, el caso de un ejido cafetalero del centro de Veracruz. *Investigaciones geográficas*, (99), e59850. Doi: 10.14350/rig.59850
- Aguirre, J. A; Hernández, G. A., Sahagún, C. L., Paczka, O. R., (2018).** Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México, Servicio Nacional de Inspección y certificación de semillas, México, 138 p.
- Altieri, M. A., Norgaard, R., Sikor, T. O., Magdoff, F., Hecht, S., & Liebman, M. (1999).** agroecología “Bases científicas para una agricultura sustentable”. Nordan–Comunidad. 59 p.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2019).** Agroecología y diversidad genética en la agricultura campesina. *LEISA Revista de Agroecología*, 35(2).
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000).** Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable (No. 630.2745 A468ag). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF (México). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. 257 p.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002).** Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, (64). 17-24pp.
- Altieri, M. Á., & Rosset, P. (2020).** Agroecología: ciencia y política. Icaria. Barcelona. ISBN 978-84-9888-967-3
Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=yfAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=Agroecolog%C3%ADa:+ciencia+y+politica.+Icaria&ots=ICZHL5DAqo&sig=8wdTpLKNC8mEqwpoxZ6-pEWqxH4#v=onepage&q&f>. Consultado 28/07/2022.
- Altieri, M., & Toledo, V. (2011).** La revolución agroecológica en América Latina. *Segui buscando en la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO* <http://biblioteca.clacso.edu.ar>, 163.
- Andriulo, A. E. y Irizar, A. B. (2017).** La materia orgánica como indicador base de calidad del suelo. En: Wilson, M. G. (Ed.) *Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina*. Ediciones INTA, Argentina. Pp. 65–71.
- Ansorena, M., 1994.** Sustratos propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Astier, M., Perales Rivera, H., Orozco Ramírez, Q., Aragón Cuevas, F., Bye, R., Linares, E. y Mera Ovando, L. M. (2021).** *Conservación de la agrobiodiversidad en México: propuestas y experiencias en el campo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio) / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (conanp). Ciudad de México. 212 pp.

- Astier, M., & Hollands, J. (Eds.). (2005).** *Sustentabilidad y campesinado: seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica* (No. 04; S494. 5. S86, S86.). Mundi-Prensa México.
- Ayala-Garay, A. V., Schwentesius-Rindermann, R., Preciado-Rangel, P., Almaguer-Vargas, G., & Rivas-Valencia, P. (2013).** Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(4), 381-395.
- Ayuntamiento, H. (2019).** Plan de Desarrollo Municipal, Hueyoxtla, Estado de México 2019-2021. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://hueyoxtla.gob.mx/contenidos/hueyoxtla/docs/19_plan-de-desarrollo-municipal-2019-2021-compressed-1_2091111017.pdf](https://hueyoxtla.gob.mx/contenidos/hueyoxtla/docs/19_plan-de-desarrollo-municipal-2019-2021-compressed-1_2091111017.pdf). Consultado 28/07/2022.
- Barrales-Brito, E., Paz-Pellat, F., Etchevers-Barra, J. D., Hidalgo-Moreno, C., & Velázquez-Rodríguez, A. (2020).** Dinámica de carbono en agregados del suelo con diferentes tipos de usos de suelo en el monte Tláloc, Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 275-288.
- Barrera-Bassols, N., Astier, M., Orozco, Q., & Schmidt, E. B. (2009).** Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad: maíces nativos vs. maíces transgénicos en México. *Papeles*, 107, 77-91.
- Bartra, A., & Otero, G. (2008).** Movimientos indígenas campesinos en México: la lucha por la tierra, la autonomía y la democracia. *Recuperando la tierra. El resurgimiento de movimientos rurales en África, Asia y América Latina*, 401-428.
- Bejar-Pulido, S. J., Cantú Silva, I., Yáñez Díaz, M. I., & Luna Robles, E. O. (2020).** Curvas de retención de humedad y modelos de pedotransferencia en un Andosol bajo distintos usos de suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 31-50.
- Bellon MR, Mastretta-YanesA, Ponce-Mendoza A, Ortiz-SantamaríaD, Oliveros-Galindo O, Perales H, Acevedo F, Sarukhán J. 2018** Evolutionary and food supply implications of ongoing maize domestication by Mexican campesinos. *Proc. R. Soc. B* 285:20181049. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1049>
- Beltrán, M. J., Brutti, L., Romaniuk, R., Bacigaluppo, S., Salvagiotti, F., Sainz-Rozas, H. y Galantini, J. A. (2016).** Calidad de la materia orgánica y disponibilidad de macro y micronutrientes por la inclusión de trigo como cultivo de cobertura. *Ciencia del Suelo* 34(1): 67–79.
- Benedicto-Valdés, G. S., Montoya-García, C. O., Vicente-Hernández, Z., Ramírez-Ayala, C., & Escalante-Estrada, J. A. S. (2019).** Incorporación de abonos orgánicos y liberación de C-CO2 como indicador de la mineralización del carbono. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18), 513-522 pp.
- Bertalanffy, L. V. 1976.** Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1-24 pp.

- Blanco, C. M. C., & Castro, A. B. S. (2007).** El muestreo en la investigación cualitativa. *NURE investigación: Revista Científica de enfermería*, (27), 10.
- Blair, GJ, Lefroy, RD y Lisle, L. (1995).** Fracciones de carbono del suelo en función de su grado de oxidación, y desarrollo de un índice de gestión de carbono para sistemas agrícolas. *Revista australiana de investigación agrícola*, 46 (7), 1459-1466.
- Boege, E. (2022).** “Bioeconomía y la demanda colectiva”. La Jornada del campo, 19 de abril. 13pp. Disponible en <<https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html>> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Boege, E. (2009).** Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz. *Ciencias*, 92(092).
- Boege, E. (2008).** El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. INAH-CDI, México. 344p.
- Bolaños, H. O., Vázquez, M. H., Juárez, G. G., & González, G. S. (2019).** Cambio climático: Una percepción de los productores de maíz de temporal en el estado de Tlaxcala, México. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 8(16), 1-26.
- Borrego, E. M., & Román, J. V. (2019).** Pluriactividad, consumo y persistencia del maíz en dos municipios del noroeste del Estado de México. *Revista Euroamericana de Antropología*, (7), 41-53.
- Bouyoucos GJ. 1962.** Hydrometer method for making particle size analysis de soils. *Agrom. Jor.* 54:464-465.
- Boyce, J.K 1997** Ecological distribution, Agricultural trade Liberalization and in situ genetic diversity in *Journal of income distribution*. No.6 PP.483 49.
- Brauer, H., O. 1979.** Fitogenética Aplicada. Ed. LIMUSA. México, D.F. 518 p.
- Bremner, J.M. 1965.** Inorganic forms of nitrogen. pp. 1179-1232 In: C.A. Black et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr.9.ASA, Madison, WI.*
- Brundtland, H. 1987.** Informe de la comisión mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo. Kenia: ONU. 416 p.
- Cabrera, B. E. H., Macías-López, A., Ruiz, R. D., Ramírez, M. V., & Alvarado, A. D. (2002).** Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(1), 17-23. pp.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la unión. (2021),** Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>.
- Campaña sin maíz no hay país (2022).** “¿Quiénes somos la campana?” disponible en <https://sinmaiznohaypais.org/quienes-somos-la-campana> consulta: 14 de junio de 2022.

- Carrillo-Trueba, C.** (2009). El origen del maíz. Naturaleza y cultura en Mesoamérica. *Ciencias*, 92(092).
- Casas, A., Parra, F., Torres-García, I., Rangel-Landa, S., Zarazúa, M., & Torres-Guevara, J.** (2017). Estudios y patrones continentales de domesticación y manejo de recursos genéticos: perspectivas. *Domesticación en el continente americano. Domesticación en el Continente Americano*, 2, 537-70.
- Castillo, R. M.** (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en marcha*, 21(3), 3-13.
- Castillo-Nonato, J.** (2016). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(2), 217-235.
- Chacón, A. L.** (2011). Conocimiento campesino sobre plagas asociadas al cultivo de chile poblano (*Capsicum annum* L.) y evaluación de la toxicidad de insecticidas sobre *Chrysoperla carnea*. *San Matías Tlalancaleca, Puebla, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla, México.*
- Chien, S. H., Gearhart, M. M., & Collamer, D. J.** (2009). Acidez generada por los fertilizantes nitrogenados: Nueva evaluación de los requerimientos de cal. *EN: Informaciones Agronómicas*, 41, 16-17 pp.
- Chocobar-Guerra, A., Cox, R., Fonteyne, S., Govaerts, B., Jaspers, N., Kienle, F., ... & Castellanos-Navarrete, A.** (2013). Distribución de los agregados del suelo tamizando en seco: guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo. *CIMMYT*. 4 p.
- Cleveland, D. A., & Soleri, D.** (2007). Extending Darwin's analogy: bridging differences in concepts of selection between farmers, biologists, and plant breeders. *Economic botany*, 61(2), 121.
- Colín, S. M.** (2000). Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura técnica en México*, 1(1), 3-15.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** (2022). Biodiversidad Mexicana ¿Qué es la biodiversidad? Consultado 27/07/2022. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO),** (2021). Diversidad natural y cultural, Proyecto global de maíces nativos. Consultado 08/08/2022. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO),** (2021). Biodiversidad mexicana, Convenio de Diversidad Biológica. Consultado 08/08/2022. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/cbd.html>.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** (2020). Biodiversidad Mexicana, Centros de plantas cultivadas. Consultado 28/07/2022. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/centrosPlantas>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** (2020). Biodiversidad Mexicana, Razas de Maíz de México. Consultado 31/07/2022. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).** (2017). Ecosystems and agro-biodiversity across small and large-scale maize production systems, feeder study to the “TEEB for Agriculture and Food”. 392 p.
- Comisión nacional del agua.** (CONAGUA). (2021). En <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Estadistica/15274.pdf> consultado 6 de marzo de 2021.
- Conway, G. R. y Barbier.** (2009). After the green revolution: sustainable agriculture for development, Earthscan Publications, London England. 210 pp.
- Covaleda, S., Pajares, S., Haulon, M., Báez, A., Gallardo, J. F., Etchevers, J. D., ... & Marinari, S.** (2007). Secuestro de C en tepetates rehabilitados para uso agrícola en el estado de Tlaxcala (México) en Gallardo Lancho F. La Captura de carbono en ecosistemas terrestres Iberoamericanos. Salamanca España. 123-147 pp.
- Dean, W.E. JR.** 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; Comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44 (1): 242-248.
- De Ita, A., & López Sierra, P.** (2012). Semillas: Marco legislativo y programas en México. *Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano*. 26 p.
- Delgado-González, C. R., Rodríguez-Laguna, R., Capulín-Grande, J., Madariaga-Navarrete, A., & Islas-Pelcastre, M.** (2022). Caracterización fisicoquímica de suelos salinos agrícolas, en la localidad de Chicavasco, estado de Hidalgo, México: Physicochemical characterization of saline agricultural soils in the town of Chicavasco, Hidalgo State, Mexico. *South Florida Journal of Development*, 3(1), 335–344. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-026>.
- Delgado-Ruiz, F., Guevara-Hernández, F., & Acosta-Roca, R.** (2018). Criterios campesinos para la selección de maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores y Villa Corzo, Chiapas, México. *CienciaUAT*, 13(1), 123-134 pp.
- Demanda colectiva maíz.** (2022). Se mantiene la suspensión de siembra de maíz transgénico en México a pesar de las impugnaciones de las corporaciones transnacionales, Tomado de: <http://demandacolectivamaiz.mx/wp/> consultado: 08/08/2022.
- Diario Oficial de la federación (DOF),** (2020). Ley Federal Para el Fomento y Protección de Maíz Nativo. Poder Ejecutivo de la federación. DOF, México, Ciudad de México. 1-5 pp.

- Diario Oficial de la Federación (DOF).** (2016). *Acuerdo por el que se constituye el Sistema Nacional de Semillas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.* https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5446232&fecha=29/07/2016#gsc.tab=0.
- Diario Oficial de la Federación (DOF).** (2007). Ley Federal sobre producción y Certificación y Comercio de Semillas. Poder Ejecutivo de la Federación. DOF, Mexico, D.F.1-17 pp.
- Diario Oficial de la Federación (DOF).** (2005). Ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados. Poder Ejecutivo de la Federación. DOF, Mexico, DF. 1-44 PP.
- Diario Oficial de la federación (DOF),** (2003). Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica, Montreal, 2000. 3 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF).** (1996). Ley Federal de Variedades Vegetales. Poder Ejecutivo de la Federación. DOF, Mexico, DF. 1-17 PP.
- Diario oficial de la Federación (DOF).** (1995) SENTENCIA pronunciada en el juicio agrario número 437/92, relativo a la dotación de aguas, promovido por ejidatarios del poblado Hueypoxtla, municipio del mismo nombre, Edo. de Méx. DOF. Naucalpan, Estado de México. Tomado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886124&fecha=13/12/1995#gsc.tab=0: Consultado: 02/08/2022.
- Díaz-Bautista, M.,** Herrera-Cabrera, B. E., Ramírez-Juárez, J., Aliphat-Fernández, M., & Delgado-Alvarado, A. (2008). Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la Sierra Norte de Puebla México. *Interciencia*, 33(8), 610-615 pp.
- Escobar- Moreno, D. A.,** Martínez-Alier, J., Ortega-Paczka R. (2006). *Valoración campesina de la diversidad del maíz estudio de caso de dos comunidades indígenas en Oaxaca, México: tesis doctoral.* Universidad Autónoma de Barcelona, 1-180 pp.
- Espinoza-Calderón, A.,** Turrent-Fernández., A. (2022). “Adhesión acrítica a UPOV 91: riesgos y amenazas si se aprueba en el congreso mexicano”. La Jornada del campo, 19 de abril 17pp. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Espinosa-Calderón, A.,** Turrent-Fernández, A., Tadeo-Robledo, M., Vicente-Tello, S., Gómez-Montiel, N., Valdivia-Bernal, R., ... & Zamudio-González, B. (2014). Ley de Semillas y Ley Federal de Variedades Vegetales y transgénicos de maíz en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(2), 293-308.
- Estrada-Herrera, I. R.,** Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro-Garza, H., & Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831 pp.
- FAO.** (2018). *Perspectivas alimentarias y resúmenes de mercado.* ISSN 1564-2801. Pp. 1-12.

- Francos, Marcos; Pereira, Paulo; Alcañiz, Meritxell; Úbeda, Xavier (2018).** *Post-wildfire management effects on short-term evolution of soil properties (Catalonia, Spain, SW-Europe).* *Science of The Total Environment*, 633(), 285–292. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.195.
- García-Carrillo, M., Luna-Ortega, J. G., gallegos-Robles, M. Á., Preciado-Rangel, P., Cervantes-Vázquez, M. G., & González-Salas, U. (2020).** Impacto de aguas residuales sobre algunas propiedades y acumulación de metales pesados en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 907-916. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.556>.
- García, E. (2004).** *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-López, V., & Giraldo, O. F. (2021).** Redes y estrategias para la defensa del maíz en México. *Revista mexicana de sociología*, 83(2), 297-329 pp.
- Geilfus, F. (2002).** *80 herramientas para el desarrollo participativo: Diagnostico, Planeación, Monitoreo y Evaluación.* México. SAGARPA-IICA/México-INCA RURAL. 208 p.
- Gliessman, S. R. (2002).** *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible.* Turrialba, Costa Rica. ISBN 9977-57-385-9 1-16 pp.
- Gliessman SR (1990)** Agroecología: Investigación de las bases ecológicas para la agricultura sostenible. En: Gliessman SR (eds) *Agroecology. Estudios ecológicos (análisis y síntesis)*, vol. 78. Springer, Nueva York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3252-0>.
- González De Molina, M. (2012).** Algunas notas sobre agroecología y política. Universidad Pablo de Olavide. *Agroecología*, 6, 9-21.
- González-Estrada, A., & Alferes-Varela, M. (2010).** Competitividad y ventajas comparativas de la producción de maíz en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1 (3), 381-396.
- González-Jácome, Alba (2016).** “Domesticación y dispersión del maíz (*Zea mays*). En México”. En Ignacio López Moreno e Ivonne Vizcarra Bordi (coords.), *El maíz nativo en México, una aproximación desde los estudios rurales.* México: UAM – Juan pablos editores, 24-63 pp.
- Gonzalez-Jácome, Alba (2003).** *Cultura y agricultura. Transformaciones en el agro mexicano.* México; Universidad Iberoamericana. 361 p.
- Grupo Vicente Guerrero (2022),** Página oficial: Protección al Maíz Nativo. Recuperado 13 de junio de 2022 de <https://gvgtlaxcala.org/proteccion-al-maiz-nativo/>.
- Guerrero-Ortiz, P. L., Quintero-Lizaola, R., Espinoza-Hernández, V., Benedicto-Valdés, G. S., & Sánchez-Colín, M. D. J. (2012).** Respiración de CO2 como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 355-362 pp.

- Guevara-Hernández, F., Delgado-Ruiz, F., La O-Arias, M. A., Ortiz-Pérez, R., Venegas-Venegas, J. A., & Pinto-Ruiz, R. (2018).** Análisis comparativo energético-económico del agroecosistema maíz del bajo prácticas convencionales y de conservación en la región Frailesca, Chiapas, México. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 35, 343-364 pp.
- Guevara-Hernández, F., Hernández-Ramos, M. A., Basterrechea-Bermejo, J. L., Pinto-Ruiz, R., Venegas-Venegas, J. A., Rodríguez-Larramendi, L. A., & Cadena-Iñiguez, P. (2019).** Maíces locales; una contextualización de identidad tradicional. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1), 369-381 pp.
- Gutiérrez, G. D., Ruiz, M, R., Xoconostle, C, B. (2015),** Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional, México, Centro de investigación de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional, 194 pp
- Gutiérrez R. R. (2022).** “Sentencia sobre OGM y los derechos de la naturaleza”. La Jornada del campo, 19 de abril. 5 pp. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Harlan, J R. (1971).** Agricultural origins: centers and noncenters. *Science*. 174(4008), 468-474. doi:10.1126/ciencia.174.4008.468.
- Hart, R. D. (1985).** *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. IICA/CATIE. El agroecosistema. 67-68 pp.
- Hernández-Ávila, C. E., & Escobar, N. A. C. (2019).** Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1 (enero-junio)), 75-79.
- Hernandez, G. (2022).** “Avala LXI Legislatura del Edomex Ley del Maíz Nativo”. El punto crítico, información útil para la toma de decisiones, 21 de septiembre 2022. Disponible en <https://www.elpuntocritico.com/world/181-breves-delegacionales/195340-avala-lxi-legislatura-del-edomex-ley-del-maiz-nativo>. [Consulta: 03 de octubre de 2022].
- Hernández, J. A. S. (2009).** El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. *Universidad Autónoma de la Ciudad de México*. 1-30 pp.
- Hernández-Ortiz P. (2022).** “El caso Vicente Guerrero en la Demanda Colectiva”. La Jornada del campo, 19 de abril. 9 p. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Hernández-Sampieri R., Fernández Collado C & Baptista Lucio M. 2014.** Metodología de la investigación. Análisis de datos cuantitativos. Sexta edición. Mc Graw Hill. México, 318-322 pp.
- Hernández, X. E. 1972.** Exploración etnobotánica en maíz. En L. Márquez (Ed.), *Xolocotzia Obras de Efraím Hernández Xolocotzi*. tomo II (pp. 427- 434). Universidad Autónoma Chapingo.

- Hernández X., E. y J. R Aguirre R.** 1987, En: Díaz, L. M. A. y A. Cruz L. (Compiladores), 1998. Etnobotánica y agricultura tradicional. En: nueve mil años de agricultura en México, homenaje a Efraín Hernández Xolocotzi, Grupo de Estudios Ambientales A. C., Universidad Autónoma Chapingo, México, D.F. 217 pp.
- Hernández X.E.** 1977. El agroecosistema, concepto central del análisis de la enseñanza, la investigación y la educación agrícola en México. En Agroecosistemas de México (Hernández XE, ed.). Ciudad de México: Colpos-ENA, pp. 15-19.
- Hidalgo. C.** (2022).” Aprueban ley de protección al maíz nativo en Edomex; en esto consiste”. Milenio diario, 22 de septiembre de 2022. Disponible en <https://www.milenio.com/politica/comunidad/diputados-edomex-aprueban-ley-proteccion-maiz-nativo>. [Consulta: 3 de octubre de 2022].
- Ibáñez-Cornejo J. G; Hernández-Esparza M; Mohan-Singh M; Doria-Serrano; & Fragoso-Infante A.** (2013). Química ambiental. Universidad Iberoamericana. McGraw Hill, México. 89-91 pp.
- IBPGR.** 1991. Descriptores para maíz. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) / International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Roma, Italia. 88 p.
- Iltis, H. H.** (2000). Homeotic sexual translocations and the origin of maize (*Zea mays*, Poaceae): A new look at an old problem. *Economic Botany*, 54(1), 7-42 pp.
- INEGI** (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021. En <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=HUEYPOXTLA#tabMCcollapse-Indicadores> Consultado 6 de marzo de 2021.
- Jaspeado, R. R., Salazar, J. A. G., Mata, R. G., Bueno, L. E. G., Escalona-Maurice, M. J., & Vásquez, M. P.** (2020). Determinación de las regiones más competitivas de maíz en el estado de México en función de la producción potencial. *Interciencia*, 45(3), 150-157.
- Kaplinsky, R., & Morris, M.** (2000). *A handbook for value chain research* (Vol. 113). Brighton: University of Sussex, Institute of Development Studies. 105 p.
- Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., & Bye, R. A.** (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. *Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF, 116.*
- Khadka, DINESH, Lamichhane, SUSHIL, Tiwari, DN y Mishra, KULANAND** (2017). Evaluación del estado de fertilidad del suelo del programa nacional de investigación del arroz, hardinath, dhanusha, Nepal. *Revista Internacional de Investigación Agrícola y Ambiental*, 3 (1), 86-105.
- Kumar, K., Gambhir, G., Dass, A., Tripathi, A. K., Singh, A., Jha, A. K., Yadava, P., Choudhary, M., & Rakshit, S.** (2020). Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*, 251(4), 91. <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03372-8>.

- la Diversidad Biológica**, C. S. (1992). CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Naciones Unidas. Obtenido de: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- Lacasta**, C., Benítez, M., Maire, N., & Meco, R. (2006). Efecto de la textura del suelo sobre diferentes parámetros bioquímicos. In *VII Congreso SEAE: Agricultura y Alimentación Ecológica*. Toledo, España. 1- 8 pp.
- Landini**, F. P. (2011). Racionalidad económica campesina. *Mundo agrario*, 12(23).
- Le Bissonnais**, Y. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodability. I. Theory and methodology. *European J. Soil Sci.*, 47:425-437.
- Limón**, A. (2018). Mapa para la recomendación de fuentes de fertilización en Hueyoxtla, Estado de México. Desplegable núm. 1. Mayo. CEVAMEX-INIFAP.
- López**, E. A. (2018). La reproducción campesina y las estrategias de sobrevivencia en el mundo rural. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, UAEM. 101 p.
- López-Martínez**, M & Rivero-Fragoso D. (2022). “Demanda Colectiva Maíz: ejemplo de Resistencia y dignidad”. La Jornada del campo, 19 de abril. 3 pp. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- López-Torres**, B. J., Rendón-Medel, R., & Camacho-Villa, T. C. (2016). La comercialización de los maíces de especialidad en México: condiciones actuales y perspectivas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(SPE15), 3075-3088.
- Louette**, D. y Smale, M. (1996). *Diversidad genética y manejo de semillas de maíz en una comunidad tradicional mexicana: implicaciones para la conservación in situ del maíz*. CIMMYT. Natural Resources Group. Paper; 96-03 pp.
- Lugo-Perea**, L. J., & Rodríguez-Rodríguez, L. H. (2018). El agroecosistema: ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada? Anotaciones para una tensión epistémica. *Inter disciplina*, 6(14), 89-112 pp.
- Magdaleno-Hernández**, E., Mejía-Contreras, A., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velazquez, M. A., Sanchez-Escudero, J., & García-Cué, J. L. (2016). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 437-447 pp.
- Magdaleno-Hernández**, E. (2018). Prácticas productivas campesinas del sistema milpa en el Valle de Acambay, Estado de México. Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados. México. 267 p.
- Marcelo**, A. L. C., Bordi, I. V., Espinoza-Ortega, A., & Calderón, A. E. (2019). Tortillas artesanales mazahuas y biodiversidad del maíz nativo. Reflexiones desde la ecofeminismo de la subsistencia. *Sociedad y Ambiente*, (19), 265-291. pp.
- Martínez-Salgado**, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias. *Ciência & saúde coletiva*, 17, 613-619.

- Masera, O., M. Astier y S. Lopez-Ridaura.** (1999), *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales, el marco de la evaluación MESMI*, Mundiprensa, GIRA A.C., Instituto de Ecología UNAM, Mexico 109 pp.
- Mazzarino, M. J., Satti, P., Moyano, S. y Laos, F.** (2004). Compost de biosólidos: Efecto del tamizado sobre la inmovilización de nitrógeno en el suelo. *Ciencia del Suelo* 22(1): 19–26.
- Mendes, K. D. R., Portela, J. C., Gondim, J. E. F., Ribeiro, M. A., Medeiros, J. F. D., & Queiroz, G. C. M. D.** (2022). Atributos físicos, químicos e estruturais do solo em agroecossistemas na região semiárida brasileira. *Revista Ciência Agronômica*, 53. DOI: 10.5935/1806-6690.20220016.
- Medina, L.** (2016). *La defensa del maíz nativo en Tlaxcala, 2006-2012 (un proceso social y político)* (Doctoral dissertation, Tesis de Doctorado. El Colegio de Tlaxcala. 324-340 pp).
- Menalled, F. D.** (2010). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78 pp.
- Mera-Ovando, L. M., & Mapes-Sánchez, C.** (2009). El maíz. Aspectos biológicos. *Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. TA Kato, C Mapes, LM Mera, JA Serratos, RA Bye (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, SA de CVDF, México. 19-32 pp.*
- Meraz, J.M.** (2018). Propuesta de un sistema de objetos de aprendizaje abiertos (sigooa) basado en la metodología paddiem. Tesis inédita de Maestría en Ciencias. Programa de Socioeconomía, Estadística e Informática- Cómputo Aplicado. Colegio de Postgraduados. pp 136-145.
- Migliorini P, Wezel A** (2018) Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. *Review Agron Sustain Dev* 37:63. <https://doi.org/10.1007/s13593-0170472-4>.
- Montoya-Jasso, V. M.** (2019). *Optimización de la nutrición en la producción de cultivos protegidos*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, México, 152 p.
- Morales-Diaz, L. D., Vizcarra Bordi, I., Arteaga Reyes, T. T., & Thome Ortiz, H.** (2017). El marco jurídico en defensa del maíz nativo ¿y la agricultura familiar campesina?: un análisis desde la perspectiva de productores, Colofón. 191-206 pp.
- Morales-Ramírez, S., & Tapia-García, D.** (2021). Tortillas. *RD-ICUAP*, 7(19), 47-63. Recuperado de: <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/504>
- Morin, E.** (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. 9ª reimpresión. Barcelona: Gedisa. McLuhan, Marshall (1993). *La galaxia Gutenberg*.
- Müller, A., & Cruz, J.** (2016). La importancia de la ganadería para la agroecología y los sistemas de alimentación sostenibles. *Revista colombiana de zootecnia*, 2(4).

- Nicholls** CI, Altieri MA, Vazquez L (2016) Agroecología: principios para la conversión y rediseño de sistemas agrícolas. *J Ecosys Ecograph* S5:010. doi:10.4172/2157-7625.S5-010.
- Nuñez-Peñaloza**, J. L., Cristóbal-Acevedo, D., Hernández-Acosta, E., & Villanueva-Morales, A. (2022). Efecto de tres sistemas de producción sobre el estado de la fertilidad física del suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(72), 55-81. DOI: 10.29298/rmcf.v13i72.1279
- Olguín-López**, J. L., Guevara-Gutiérrez, R. D., Carranza-Montaña, J. A., Scopel, E., Barreto-García, O. A., Mancilla-Villa, O. R., & Talavera-Villareal, A. (2017). Producción y rendimiento de maíz en cuatro tipos de labranza bajo condiciones de temporal. *Idesia (Arica)*, 35(1), 51-61.
- ONU**, (2010). Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica. Secretaria del Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Canadá. 4 p.
- Orozco-Hernández**, M. E., García-Fajardo, B., Álvarez-Arteaga, G., & Mireles-Lezama, P. (2017). Tendencias del sector agrícola, Estado de México. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 19(1), 99-121
- Ortega** P., R. (2003). “La diversidad del maíz en México”. En: G. Esteva y C. Marielle (Eds). Sin maíz no hay país. México: Museo Nacional de Culturas Populares, pp 123-154.
- Ortega-Paczka** R. (2021). “Marco teórico y conceptos en recursos fitogenéticos y maíces nativos”. En Estudios de diversidad, conservación *in situ* y mejoramiento de maíces nativos en México. México: Universidad Autónoma Chapingo, pp 9-18.
- Ortega-Paczka**, R., Sánchez-González, J. J., Castillo-González, F., Hernández-Casillas, J. M., Palomino-Hasbach, G., ... & Livera-Muñoz, M. (1991). Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. [Current status of the studies about native maizes from Mexico].
- Ortiz**, R., Taba, S., Tovar, V. H. C., Mezzalama, M., Xu, Y., Yan, J., & Crouch, J. H. (2010). Conserving and enhancing maize genetic resources as global public goods—a perspective from CIMMYT. *Crop Science*, 50(1), 13-28.
- Ortiz-Solorio**, C. A., & del Carmen Gutiérrez-Castorena, M. (2001). La etnoedafología en México una visión retrospectiva. *Etnobiología*, 1(1), 44-62.
- Ortiz-Solorio**, C. A. & Gutiérrez-Castorena, M. del C. (2021). Etnoedafología mexicana: 43 años de experiencia. *Ciencia Nicolaita*, (83), 167-152. <https://doi.org/10.35830/cn.vi83.567>
- Palacios** Pola, G. (2022). Maíz: Sociedad y Saciedad. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Colección Montebello. pp.11-57.
- Pardo de Santayana**, M., Aceituno-Mata, L., Morales Valverde, R., Molina, M., & Tardío, J. (2012). Etnología y biodiversidad: El inventario español de los conocimientos tradicionales. *Ambienta*. 1-6 pp.

- Perales, H., & Golicher, D.** (2014). Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PLoS one*, 9(12), e114657.
- Pérez, A. B., Barra, J. D. E., Moreno, C. H., Prat, C., Chaparro, V. O., & Escobar, R. N.** (2002). C orgánico y P-Olsen en tepetates cultivados de México. *Agrociencia*, 36(6), 643-653.
- Pérez-Carrasco, L. J., Tornero-Campante, M. A., Escobedo-Garrido, J. S., & Sandoval-Castro, E.** (2017). El chile poblano criollo en la cultura alimentaria del Alto Atoyac. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 27(49), 47-66.
- Pérez-Sánchez, J. O. S. E., Velasco-Orozco, J. J., & Reyes-Montes, L.** (2014). Estudios sobre agricultura y conocimiento tradicional en México.
- Petetin, L.** (2020). The COVID-19 crisis: an opportunity to integrate food democracy into post-pandemic food systems. *European Journal of Risk Regulation*, 11(2), 326-336 pp.
- Platas-Rosado, D. E., Vilaboa-Arroniz, J., González-Reynoso, L., Severino-Lendecky, V. H., López-Romero, G., & Vilaboa-Arroniz, I.** (2017). Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 395-399 pp.
- Pimentel-Equihua, J. L., Velázquez-Machuca, M. A., & Palerm-Viqueira, J.** (2011). Enlamado y organización social: los crecienteros de Tangancicuaro. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 333-341 pp.
- Quiroga, A. R., Galantini, J. A. y Studdert, G. A.** (2017). La materia orgánica como indicador de cambios en la calidad de los suelos influenciados por el manejo. En: Vázquez, M. E. (Ed.) Manejo y conservación de suelos con especial énfasis en situaciones argentinas. Ediciones INTA, Argentina. Pp. 139-159.
- Quist, D., & Chapela, I. H.** (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414(6863), 541–543. <https://doi.org/10.1038/35107068>.
- Ramírez-Pisco, R., Leiva-Rojas, E. I. y Restrepo-Yépez, R. F.** (2022). Materia orgánica particulada y mineralogía de un Andisol bajo labranza y barbecho. *Acta Agronómica* 70(4). <https://doi.org/10.15446/acag.v70n4.80861>
- Rasgado-Cabrera, V. E., Castañeda-Hidalgo, E., Lozano-Trejo, S., Pérez-León, M. I., & Santiago-Martínez, G. M.** (2019) Sustentabilidad de agroecosistemas de maíz de la planicie costera del istmo. Oaxaca, México. *Rev. Fac. Agron.* Vol 118 (2): 1-12. <https://doi.org/10.24215/16699513e028>.
- Red en defensa del maíz** (2021). “¿Quiénes somos?” disponible en <<http://redendefensadelmaiz.net/pagina-ejemplo/>> [Consulta: 14 de junio de 2022].
- Rivera, R. A. L. & Rodríguez R. J.** (2022). “Protección legislativa del maíz native, avances y pendientes”. *La Jornada del campo*, 19 de abril. 16. pp. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].

- Rodríguez-Nieto, C. A., Morales-García, L., Muñoz-Orozco, A., & Navarro-Sandoval, C. (2021).** Etnomatemática y medidas. Un estudio con comerciantes de un mercado del suroeste mexicano. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (51). 13-35 pp.
- Rodríguez-Padilla, C. (2022).** Intoxicación por fosforo de aluminio. *Medicina Legal de Costa Rica*, 39(1), 20-31. pp.
- Rosas, I. M., Muñoz, A. G., Valverde, B. R., Salgado, J. H. H., & Bellon, M. (2007).** Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 69-78 pp.
- Rosset, P. M., & Torres, M. E. M. (2016).** Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales Agroecology, territory, re-peasantization and social movements. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, ágs-273.
- Saavedra, B. S. L., Garay, A. V. A., Rendón, G., Paniagua, D. H., González, M. G., & Ortega, A. L. (2019).** RENTABILIDAD DEL MAÍZ NATIVO. *Textual*, (74), 87-113.
- SAGARPA y FAO, (2012),** Agricultura familiar con potencial productivo en México, 192pp.
- Salinas-Moreno, Y., Hernández- Martínez, V., Trejo-Téllez, L. I., Ramírez-Díaz, J. L., & Iñiguez-Gómez, O. (2017).** Composición nutricional y de compuestos bioactivos en tortillas de poblaciones nativas de maíz con grano azul/morado. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1483-1496.
- Samuelson, P. A., y W. D. Nordhaus. 2009.** Economía, 19ª Edición, McGraw-Hill, Madrid, España. 744 p.
- Sánchez-Morales, P., Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., Sánchez-Escudero, J., María-Ramírez, A., & Argumedo-Macías, A. (2014).** Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9, 111-122 pp.
- Sánchez-Sánchez C. D., Vibrans. H., Castillejos. C & Mota, C. 2015.** Evaluación de los sistemas de maíz en San Juan Ixtenco, Tlaxcala. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 98 pp.
- Sangermán-Jarquín, D. M., Gámez-Vázquez, A. J., Navarro-Bravo, A., Ávila-Perches, M. Á., & Schwentesius-Rindermann, R. (2018).** Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.). *Revista fitotecnia mexicana*, 41(4), 451-459 pp.
- Santiago-Ramos, D., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., Mariscal-Moreno, RM, Escalante-Aburto, A., Ponce-García, N., & Véles-Medina, JJ (2018).** Cambios físicos y químicos sufridos por el pericarpio y el endospermo durante la nixtamalización del maíz-Una revisión. *Revista de Ciencias de los Cereales*, 81, 108-117.

- Santos, A. T., & Manjarrez, D. A.** (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255.
- SanVicente-Tello, A., & Morales-Hernández, J.** (2015). La demanda colectiva contra la siembra de maíz transgénico: ciudadanía y soberanía alimentaria. 171-184pp.
- San Vicente-Tello, A.** (2022). “La historia del movimiento en defensa del maíz”. La Jornada del campo, 19 de abril. 8 pp. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C.** (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) 13-368.
- Sarmiento, B., & Castañeda, Y.** (2011). Políticas públicas dirigidas a la preservación de variedades nativas de maíz en México ante la biotecnología agrícola. El caso del maíz Cacahuacintle. *El Cotidiano*, (166), 101-110.
- Secretaría de agricultura y Desarrollo Rural. (SADER).** (2022). Recursos genéticos, ¿qué son y para qué sirven? Recuperado 18/02/2023. De <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/recursos-geneticos-que-son-y-para-que-sirven?idiom=es>
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** (2010). Cataloga de localidades. Recuperado:20/10/2020.de: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=036>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).** 2002. NOM-021- RECNAT-2000. Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda edición 2002. México, D.F., México. 85 p
- Sevilla-Guzmán, E., & Soler-Montiel, M.** (2009). Del desarrollo rural a la agroecología. Hacia un cambio de paradigma. *Documentación social*, 155, 23-39.
- SIAP** (2021). Anuario estadístico de la producción agrícola. Recuperado 21/06/2022. de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- SNICS-CP.** Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) / Colegio de Postgraduados (CP). SAGARPA. 118 p.
- Soleimani, A., Hosseini, SM, Bavani, ARM, Jafari, M. y Francaviglia, R.** (2019). Influencia del cambio en el uso de la tierra y la cobertura de la tierra en el carbono orgánico del suelo y la actividad microbiana en los bosques del norte de Irán. *Catena*, 177, 227-237. doi:10.1016/j.catena.2019.02.018.

- Sustaita-Rivera, F.,** Ordaz-Chaparro, V., Ortiz-Solorio, C., & de León-González, F. (2000). Cambios en las propiedades físicas de dos suelos de una región semiárida debidos al uso agrícola. *Agrociencia*, 34(4), 379-386 pp.
- Toledo, V. M.,** Alarcón-Chaires, P., Moguel, P., Olivo, M., Cabrera, A., Leyequien, E., & Rodríguez-Aldabe, A. (2001). El atlas etnoecológico de México y Centroamérica: fundamentos, métodos y resultados. *Etnoecológica*, 6(8), 7-41.
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N.** (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Vol. 3). Icaria editorial, Barcelona. pp.15-204.
- Toledo, V., & Barrera-Bassols, N.** (2020). La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. 2019). *A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Série Ensino, Aprendizagens e Tecnologias. Rio Grande do Sul, Brazil.* 61-78.
- Toledo, V. M.,** Carabias, J., Mapes, C. y Toledo, C. 2000, Ecología y autosuficiencia alimentaria. Hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México. Siglo veintiuno editores. Instituto de Biología. UNAM. 121 pp.
- Torres, L. E.,** Cuevas, J. A., del Moral, J. B., & Gómez, T. (2021). Los contrastes entre el sistema formal e informal de semillas en México: una revisión crítica. *Revista de Geografía Agrícola*, (66), 199-216 dx.doi.org/10.5154/r.rga.2021.66.09.
- Trinidad-Santos, A. y** Velasco-Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad* 9(8): 52–58.
- Turiján-Altamirano, T.,** Damián-Huato, M. Á., Ramírez-Valverde, B., Juárez-Sánchez, J. P., & Estrella Chulín, N. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1085-1100.
- Turrent-Fernández., A. & Espinoza-Calderón, A.,** (2022). “Fijación biológica de nitrógeno atmosférico por las razas nativas de maíz olotón de la sierra Mixe, Oaxaca”. La Jornada del campo, 19 de abril. 14 p. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/index.html> [consulta: 5 de junio de 2022].
- Turrent, A.,** Serratos, J., Espinosa, A., & Álvarez, E. (2013). El maíz transgénico en México (en 15 píldoras). *Oaxaca de Juárez*, 5-77.
- Turrent-Fernández, A.,** Cortés-Flores, J. I., Espinosa-Calderón, A., Hernández-Romero, E., Camas Gómez, R., Torres Zambrano, J. P., & Zambada Martínez, A. (2017). MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1169-1185.
- Vandermeer, J., & Perfecto, I.** (2013). Tradiciones complejas: Intersección de marcos teóricos en la investigación agroecológica. *Agroecología*, 8(2), 55-63.

- Van der Ploeg, J. D.** (2018). *The new peasantries: Rural development in times of globalization*. Earthscan from Routledge. Earthscan food and Agriculture. Second edition. 1-25 pp.
- Van Deynze, A., Zamora, P., Delaux, PM, Heitmann, C., Jayaraman, D., Rajasekar, S., ... & Bennett, AB** (2018). La fijación de nitrógeno en una raza local de maíz está respaldada por un microbiota diazotrófica asociada a mucílago. *biología PLoS* , 16 (8), e2006352.
- Van Heerwaarden, J., Hellin, J., Visser, R. F., & Van Eeuwijk, F. A.** (2009). Estimating maize genetic erosion in modernized smallholder agriculture. *Theoretical and Applied Genetics*, 119(5), 875-888.
- Vásquez, Verónica, Martínez, Sac Nicté, Pérez, María Antonia, Clemente, José, López, y Juan Carlos.** (2020). Género, soberanía alimentaria y maíz en el Istmo de Tehuantepec, México. *La Manzana de la Discordia*, 15(1), 121-144. doi: 10.25100/lamanzanadeladiscordia.v15i1.8692.
- Vavilov, N. I., Vavylov, M. I., Vavílov, N. Í., & Dorofeev, V. F.** (1992). *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press. 498 p. tomado de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=BqNOAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=Origin+and+geography+of+cultivated+plants&ots=xrKaPNrBkr&sig=zs9T16mrpi_J_mVQx9yivW00kcA#v=onepage&q=Origin%20and%20geography%20of%20cultivated%20plants&f=false.
- Velázquez-Rodríguez, A. S., Báez-Pérez, A., Hidalgo-Moreno, C., Parsa-Retana, M., Etchevers-Barra, J. y Paz-Pellat, F.** (2022). Formación de suelos a partir de tepetates: unidades estructurales, carbono orgánico y estabilidad estructural. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-19. e1447. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1447>
- Vibrans, H.** (2016). Ethnobotany of Mexican weeds. In *Ethnobotany of Mexico*. Springer, New York, NY.287-317 pp.
- Walkley, A., and Black, I. A.** (1934). An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37, 29-38.
- Wellhausen E. J., Roberts L.M., & Hernández X. E.,** (1951). Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. En Marquéz O. L (Ed) *Xolocotzia, Obras de Efraím Hernández Xolocotzi* (Tomo II., pp 249-399). Universidad Autónoma Chapingo
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C.** (2009). La agroecología como ciencia, movimiento y práctica. Una revisión. *Agronomía para el desarrollo sostenible*, 29 (4), 503-515.
- Wezel, A., Kerr, B. G. H. R. B., Gonçalves, E. B. A. L. R., & Sinclair, F.** (2020). Principios y elementos agroecológicos y sus implicaciones para la transición a sistemas alimentarios sostenibles. Una revisión. *Agronomía para el Desarrollo sostenible* pp 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>.

- Wright** M., L. Delimini, J. Luhanga, C.Mushi, and H.Tsini. 1995. ae quality of farmer saved seed in Ghana, Malawi andTanzania. NRI Research Report, Chatham, Kent. UK.
- Zagal**, E. y Córdova, C. (2005). Indicadores de Calidad de la Materia Orgánica del Suelo en un Andisol Cultivado. *Agricultura Técnica* 65(2): 186–197.
- Zambrano**, E. E. (2013). *Valoración del mejoramiento genético participativo in situ en poblaciones de maíz (Zea mays L.) criollo en el sureste del Estado de México* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, Estado de México). 71 p.

ANEXOS

Anexo 1. Primería Feria del Maíz Autóctono: “Revalorando las semillas nativas”



Colegio de Postgraduados

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas



POSGRADO EN AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

Desde una visión económica, política o social, el maíz es el cultivo agrícola más importante en México y se resguarda la colección más grande de razas de este cultivo. Al respecto, la agroecología destaca como un principio fundamental, para una agricultura sustentable, la conservación del germoplasma nativo.

Por lo anterior, en el marco del trabajo de investigación titulado “El cultivo de maíz por productores del municipio de Hueypoxtla y la permanencia de maíces autóctonos”, se lleva a cabo esta **Primera feria del maíz autóctono** “Revalorando las semillas nativas”.

Objetivo:

Mostrar la permanencia de semillas nativas de maíz que han sido conservadas por productores del municipio de Hueypoxtla y permitir un espacio de intercambio entre los productores de la región y con visitantes.

Primera feria del maíz autóctono “Revalorando las semillas nativas” 05 de febrero de 2022, Centro de Convenciones Zacacalco	
9:30	Llegada y registro de los expositores
10:00 - 10:30	Ubicación e instalación de los expositores de maíces nativos.
10:30 - 10:35	Presentación de autoridades
10:35 - 10:45	Palabras de bienvenida Productores del municipio de Hueypoxtla
10:45 – 11:00	Exposición de motivos al evento Ing. Ramón García Hernández. Estudiante de maestría del Posgrado en Agroecología y Sustentabilidad, Colegio de Postgraduados.
Programa de ponencias	
11:00 – 11:15	El maíz y la regeneración del suelo. Dr. Gerardo Sergio Benedicto Valdés. Profesor Investigador del Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados.
11:15 – 11:30	Biodiversidad, Agroecología y Semillas Autóctonas. Dr. Julio Sánchez Escudero. Profesor Investigador del Posgrado en Agroecología y Sustentabilidad, Colegio de Postgraduados.
11:30 – 11:50	El sincretismo religioso en el ciclo agrícola del maíz (Tlaolli). C. Anastasio Sánchez Reyes. Productor del municipio de Tonanitla, Estado de México
11:50 – 12:10	Adopción y adaptación de razas de maíces nativos en el Municipio de Tezontepec de Aldama, Estado de Hidalgo Soc. Jorge Sánchez Hernández
12:10 – 13:30	Exposición e intercambio de semillas autóctonas por campesinos de la región y otros participantes.
13:30 – 13:40	Clausura del evento.

Anexo 2. Reunión de presentación del proyecto (Relatoría)

Dicho taller se llevó a cabo el día 6 de mayo de 2021, en la comunidad de Guadalupe Nopala, municipio de Hueypoxtla el cual tuvo como objetivo:

- Realizar un breve diagnóstico de la región de estudio y de la comunidad campesina que se desenvuelve en ella.

Los objetivos específicos fueron:

- Dar a conocer el trabajo de investigación a productores clave y con experiencia en la conservación y reducción de maíces autóctonos del municipio de Hueypoxtla
- Escuchar propuestas de productores acerca del trabajo de investigación
- Conocer las condiciones de forma general de la zona de estudio.
- Conocer y muestrear los distintos manejos y tipos de suelo en los que se producen maíz autóctono.

En dicho taller se contó con la participación del Dr. Julio Sánchez Escudero y Dr. Gerardo Sergio Benedicto Baldes profesores investigadores del Colegio de Postgraduados y la asistencia de 10 productores clave de las distintas comunidades del municipio de Hueypoxtla.

Anexo 3 Carta descriptiva taller participativo.

Nombre del Taller participativo: “Como hacía antes la agricultura y como lo hago ahora: revalorando las semillas nativas”

Nombre de los Facilitadores: Ing. Ramón García Hernández, Dr. Julio Sánchez Escudero, Dr. Sergio Benedicto valdes.

Lugar, Fecha: Calle Niños Héroes No. 6, Guadalupe Nopala municipio de Hueyoptla, Estado de México. 12:00 Horas

Duración: 130 min.

Número de Participantes	Lugar	Fecha	Duración
Abierto	Calle Niños Héroes No. 6, Guadalupe Nopala municipio de Hueyoptla, Estado de México	Jueves 09 de diciembre de 2021	130min

Objetivo General del taller
➤ Documentar la presencia de semillas nativas de maíz en agroecosistemas de productores del municipio de Hueyoptla como una estrategia de revalorarlas

Objetivos Particulares del taller
➤ Caracterizar las prácticas tradicionales que se realizan en los sistemas de producción de maíz nativo.
➤ Identificar los factores que afectan y favorecen a la diversidad de maíz en el municipio de Hueyoptla.
➤ Dar a conocer la calidad de los suelos muestreados del municipio de Hueyoptla con distintos manejos en la producción de maíz nativo.

ESTRUCTURA DIDÁCTICA

ENCUADRE

Tipo de participantes (perfil):				
Productoras y productores que cultivan maíz nativo en el municipio de Hueyoptla.				
CONTENIDO	Técnicas Didácticas (Instruccionales y Grupales)	Material Didáctico y Equipo	Tiem po	Responsable
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Registro del participante. ➤ Presentación de los facilitadores. ➤ Objetivos del Taller “Como hacía antes la agricultura y como lo hago ahora: revalorando las semillas nativas” ➤ Presentación de los participantes. 	<p>- Expositiva. Un facilitador expondrá la justificación y objetivos del Taller.</p> <p>- Dinámica organizativa. Se solicita la participación del grupo para apoyar el buen desarrollo del evento, enlistando algunas sugerencias.</p> <p>- Técnica Grupal: Se desarrollará una dinámica rompe hielo titulada “Al que le toca se presenta” la cual consiste en colocar a los participantes en un círculo, y se avientan aleatoriamente la pelota de esponja, quien la tenga en sus manos menciona su nombre y el nombre del o los maíces nativos que conserva.</p>	<p>Lista de asistencia</p> <p>Biógrafo</p> <p>Pelota de esponja</p>	<p>10mi n.</p>	<p>Dr. Julio Sánchez Escudero.</p> <p>Ing. Ramón García Hernández</p>

DESARROLLO

OBJETIVOS PARTICULARES	Contenido	Técnicas Didácticas	Material didáctico y equipo	Tiempo	Responsable
<p>Caracterizar las prácticas tradicionales que se realizan en los sistemas de producción de maíz nativo.</p>	<p>Elaboración de una línea del tiempo sobre las prácticas de conservación de maíz nativo</p>	<p>Vivencial participativa:</p> <p>Organizar uno o varios grupos de trabajo, explicando el objetivo del ejercicio.</p> <p>El facilitador debe arrancar con preguntas como ¿Cuánto tiempo lleva sembrando maíz nativo en su comunidad?, ¿Qué técnica de selección y de conservación de semillas recuerda que hacían sus abuelos?, después no debe influir en decir cuáles son las prácticas que recuerdan son los participantes que deben recordarlos.</p> <p>A medida que los participantes recuerden las practicas colocarlos en una línea vertical que represente la línea del tiempo, con las técnicas más antiguas arriba (es recomendable trabajar con tarjetas para poder desplazarlas).</p> <p>Es importante colocar los comentarios de los participantes para cada practica que se recuerde.</p> <p>Si se ha trabajado en subgrupos discutir en plenaria el trabajo de cada uno y establecer una línea en común.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Tarjetas - Plumones -Rotafolio - cámara de video - Cámara fotográfica 	<p style="text-align: center;">40 min</p>	<p style="text-align: center;">Ing. Ramón García Hernández</p>
<p>Identificar los factores que afectan y favorecen a la diversidad</p>	<p>Realizar un análisis FODA</p>	<p>Vivencial participativa:</p> <p>Para cada una de las alternativas que se quieren analizar, se va a establecer en forma de lluvia de ideas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tarjetas - Plumones -Rotafolio 	<p style="text-align: center;">40 min</p>	<p style="text-align: center;">Dr. Julio Sánchez Escudero</p>

OBJETIVOS PARTICULARES	Contenido	Técnicas Didácticas	Material didáctico y equipo	Tiempo	Responsable
d de maíz en el municipio de Hueypoxtla		<p>Fortalezas: Ventajas que se presentan en la conservación de maíz nativo.</p> <p>Oportunidades: elementos externos que influyen en la conservación del maíz nativo.</p> <p>Debilidades: Cuales son las desventajas que se tienen en la conservación del maíz nativo</p> <p>Amenazas: Cuales son los elementos externos que influyen de forma negativa en la conservación de maíz nativo</p>	<p>- cámara de video</p> <p>- Cámara fotográfica</p>		
Dar a conocer la calidad de los suelos muestreados del municipio de Hueypoxtla con distintos manejos en la producción de maíz nativo.	Presentación	<p>Expositiva:</p> <p>El facilitador proyecta diapositivas, dando a conocer temas de índices de calidad de suelo, en la producción de maíz nativo.</p> <p>Se dan a conocer resultados obtenidos en las muestras de diversos suelos muestreados en el municipio de Hueypoxtla.</p>	-Proyector.	30 min	DR. Sergio Benedicto Valdés. Ing. Ramón García Hernández

CIERRE

Contenido	Técnicas Didácticas (Instruccionales y Grupales)	Material Didáctico y Equipo	Tiempo	Responsable
<p>Resumen de la Sesión.</p> <p>Toma de acuerdos para la continuidad y seguimiento.</p> <p>Dinámica Rompehielos</p> <p>Agradecimiento.</p>	<p style="text-align: center;">Plenaria:</p> <p>El facilitador conducirá el cierre concluyendo con la utilidad de los temas abordados.</p> <p>Por medio de las opiniones de los partícipes se logrará llegar a acuerdos para tener continuidad y trabajar en ello.</p> <p>Finalmente se agradecerá la participación de las personas.</p>	<p style="text-align: center;">-</p> <p>Plumones</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>Rotafolio</p>	<p style="text-align: center;">10 min</p>	<p style="text-align: center;">Ing. Ramón García Hernandez</p>

Anexo 4. Cuestionario.

**ENCUESTA DE SEGUIMIENTO CONSERVACIÓN DE MAÍZ NATIVO MUNICIPIO
DE HUEYPOXTLA**

Este cuestionario tiene fines exclusivos de investigación. Toda la información que se recabe será
confidencial

No. _____ De _____ cuestionario_____
Fecha _____

I. DATOS GENERALES

Nombre del productor: _____

Localidad: _____

1. Género: a) Masculino _____ b) Femenino _____

2. Estado civil

a) soltero

b) casado

c) Unión libre

d) Viudo

e) otro _____

3. Edad: _____

4. Ocupación principal.

a) Agricultura

b) ganadería

c) agricultor y ganadero

d) jornalero

e) empleado

f) comercio

g) otro (cual) _____

5. ¿Cuántos años tiene de sembrar maíz en esta localidad?:
_____.

II. DATOS SOCIALES

6. ¿De quién es el terreno en el que cultiva su maíz nativo?

a) Propio

b) Prestado

c) Rentada

d) trabajo en conjunto (a medias).

e) Otro _____ Especifique.

7. ¿De qué régimen es la tierra en la que usted siembra maíz nativo?

a) Ejidal

b) Comunal

c) Privada

d) Otra _____ Especifique.

8. Usted se define como campesino si _____ ¿Por qué?
_____ no _____ ¿Por qué?

III. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

9. **Si renta tractor** para hacer las actividades aplicar este cuadro. Si es dueño del tractor pasar al cuadro de la pregunta 10.

Actividad	Mes en que realiza la actividad	Costo/ha	Además del operador del tractor ¿otras personas apoyan en esta actividad?	¿Cuántos familiares?	¿Cuántos contratados?	¿Cuánto se les paga por persona/día/ha (anotar el pago aun cuando sea un familiar)?	Cuántas hectáreas preparan al día y/o qué otras actividades realizan
Subsuelo							
Barbecho							
Rastra							
Surcado							

10. Si el productor es dueño del tractor

Actividad	Mes en que la realiza	Si renta los implementos ¿Cuánto paga por el implemento/hora o día?	<p>A) Cuántos litros de diésel usa/actividad/ha</p> <p>oB) Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel</p>	<p>La persona que maneja el tractor es (subrayar la respuesta):</p> <p>A) el productor</p> <p>B) un familiar</p> <p>C) contratada</p> <p>Cuánto se paga por esta actividad en la localidad</p>	<p>Además del operador ¿participaron otras personas? ¿Cuántos?</p> <p>A) Familiar _____</p> <p>B) Contratado _____</p> <p>¿Cuánto se le paga a una persona por esta actividad?</p>	<p>Estas personas que apoyan ¿cuántas hectáreas preparan al día y/o qué otras actividades realizan?</p>
Barbecho						
Subsuelo						
Rastra						
Surcado						

10.1. ¿Cuánto le costó el litro de diésel en el 2021? _____

11. Si las actividades de preparación del terreno **las hace con yunta o de manera manual** aplicar este cuadro.

Actividad	En qué mes la hace	Dueño o renta yunta			
		Cuánto cobra el dueño de la yunta por hacer una ha. (Si el productor es el dueño apuntar cuánto cobran por esta actividad en la localidad)	Cuántas personas además del operador participan en las labores: (Contratados)	Cuántas personas además del operador participan en las labores: (Familiar)	Cuánto se les paga a esas personas por hacer esa actividad
Barbecho					
Rastra					
Surcado					

IV. CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA DE CULTIVO.

12. ¿Qué calidad considera que tienen sus tierras de cultivo?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

13. ¿Qué tipo de tierra tienen los predios donde usted siembra maíz nativo?

- a) Tepetatoso
- b) Barreal
- c) Salitroso
- d) lamedero
- d) Otra _____ Especifique

14.- De acuerdo al tipo de tierra que usted ¿Que cultivos se adaptan mejor a cada una de ella?

Tipo de tierra	Cultivo

15.- De acuerdo al tipo de tierra ¿qué tipo de maíz nativo se adapta a cada una de ella?

Tipo de tierra	Raza de maíz Nativo

16. ¿Qué condiciones debe tener la tierra para el favorable crecimiento de maíz nativo de acuerdo a su experiencia y praxis?

a) Color negro

b) Profundidad

c) No este Compactada

d) tiene incorporados rastrojos

e)

Otros _____

_____ Especifique

17. La tierra donde cultiva el maíz nativo es de: Riego _____ Temporal_____

18. si la tierra es de riego de ¿dónde se obtiene el agua para regar?

a) Pozo

b) Presa

c) aguas negras

d) fosa de oxidación

e) _____ otros especifiquen

19. De qué manera realiza el riego de la parcela donde siembra maíz nativo.

a) riego rodado

b) Aspersión

c) Microaspersión

d) Cintilla

e) Otro _____ Especifique.

20. ¿El abasto del agua de riego es suficiente para cubrir el ciclo de cultivo?

Si _____ ¿Por qué? _____

No _____ ¿Por qué? _____

21.- La calidad del agua de riego favorece o perjudica al cultivo de maíz

Favorece _____ ¿por qué? _____

Perjudica _____ ¿por qué? _____

22 ¿Cuál es la cuota que se paga por el agua con la que usted riega su cultivo de maíz?

_____.

23 ¿Cuáles son los conflictos más comunes que se tienen con los usuarios del agua de riego?

- a) de organización para el riego
- b) Morosidad en el pago de cuota
- c) tiempo en el que se riegan las parcelas
- d) posicionamiento de las parcelas
- e) Otros (Especifique)_____ -

V. SIEMBRA

24. ¿Cuánta superficie siembra con maíz nativo? _____

25. Si renta tractor para hacer esta actividad aplicar este cuadro. Si es dueño del tractor pasar al cuadro de la pregunta 26.

Actividad	Mes en que realiza la actividad	Costo/hora	Además del operador del tractor ¿otras personas apoyan en esta actividad?	¿Cuántos familiares?	¿Cuántos contratados?	¿Cuánto se les paga por persona/día/ha (anotar el pago aun cuando sea un familiar)?	Cuántas hectáreas preparan al día y/o qué otras actividades realizan
Siembra							

26. Si el productor es dueño del tractor.

Actividad	Mes en que la realiza	Si renta los implementos ¿Cuánto paga por el implemento/hora o día?	<p>A) Cuántos litros de diésel usa/actividad/ha</p> <p>oB) Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel</p>	<p>La persona que maneja el tractor es (subrayar la respuesta):</p> <p>A) el productor</p> <p>B) un familiar</p> <p>C) contratada</p> <p>Cuánto se paga por esta actividad en la localidad</p>	<p>Además del operador ¿participaron otras personas? ¿Cuántos?</p> <p>A) Familiar _____</p> <p>B) Contratado _____</p> <p>¿Cuánto se le paga a una persona por esta actividad?</p>	<p>Estas personas que apoyan ¿cuántas hectáreas preparan al día y/o qué otras actividades realizan?</p>
Siembra						

27. Si las actividades de siembra **las hace con yunta o de manera manual** aplicar este cuadro.

Actividad	En qué meses la hace	Dueño o renta yunta			Manualmente			
		Cuánto cobra el dueño de la yunta por hacer una ha. (Si el productor es el dueño apuntar cuánto cobran por esta actividad en la localidad)	Cuántas personas además del operador participan en las labores: (Contratados)	Cuántas personas además del operador participan en las labores: (Familiar)	Cuánto se les paga a esas personas por hacer esa actividad	¿Cuántas personas participan en esta actividad?	Cuánto se le paga a una persona por hacer esa actividad	¿En cuántas horas hacen una ha?
Siembra								

28. Siembra cultivos intercalados con el maíz nativo: SI _____ No _____ si su respuesta es si responda la pregunta 29 si no pase a la pregunta 31.

29. ¿Qué cultivos intercala con el maíz nativo?

- a) avena
- b) calabaza
- c) Frijol
- d) haba

e) otro_____Especifique

30. Genera un gasto extra la asociación de otros cultivos con el maíz. Si_____ ¿Cuáles?

No _____

VI. LABORES CULTURALES

ESCARDAS

31. ¿A los cuantos días o semanas después de la siembra la realiza? (Si para el productor es más fácil decir a qué altura de la planta hace la escarda, el encuestador debe dar un dato aproximado de la altura que indica el productor) _____

32. Si las escardas las hace con **tracto**rentado aplicar**** el siguiente cuadro. Si el tractor es propio contestar el cuadro de la pregunta 33.

Escarda	Costo por escarda/ha	Además del operador del tractor ¿Cuántas personas contratan para apoyar en la escarda?	Si son familiares ¿Cuántos participan?	¿Cuánto se paga por esta actividad? (si el productor no paga porque es un familiar o él mismo quien realiza la actividad, de todas maneras, preguntar cuánto se paga en la localidad por esa actividad)	¿Cuántas hectáreas trabajan al día esas personas o qué otros trabajos hacen?
Primera escarda					
Segunda escarda					
Tercera escarda					

33. Si se hacen **con tractor propio** aplicar el siguiente cuadro.

Actividad	Si renta el implemento ¿Cuánto paga por el implemento/hora o día?	A) ¿Cuántos litros de diésel/actividad/hora? B) ¿Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel?	La persona que maneja el tractor es: (subrayar la respuesta) A) el productor B) un familiar C) contratado Cuál es el pago por esta actividad en la localidad	Además del operador ¿participaron otras personas, ¿cuántos? A) Familiares B) Contratados	¿Cuántas hectáreas escardan al día esas personas de apoyo o qué otros trabajos hacen?
Primera escarda					
Segunda Escarda					

34. Si las escardas las hace **con yunta o con azadón**, aplicar el siguiente cuadro.

Actividad	Dueño o renta yunta con arado					Manualmente		
	Cuánto cobra el dueño de la yunta por hacer una ha. (Si el productor es el dueño apuntar cuánto cobran por esta actividad en la localidad)	Cuántas personas además del operador participan en las labores	¿Cuántos familiares?	¿Cuántos contratados?	Cuánto se le paga a esa persona extra por hacer esa actividad	¿Cuántas personas participan en esta actividad?	Cuánto se le paga a una persona por hacer esa actividad	¿En cuánto horas hacen una ha?
Primera escarda								
Segunda Escarda								
Tercera escarda								

VII CONTROL DE HIERBAS

35. ¿Cuáles son las hierbas más comunes que hay en su parcela?:

- a) quelite
- b) chayotillo
- c) gigantón
- d) acahual

e) otros _____ Especifique

36. ¿A los cuántos días después de la siembra, o bien, a qué tamaño de la planta, realiza el control de hierbas? _____

37. ¿Controla las hierbas de manera manual? _____ o aplica herbicidas _____ (Si es de **manera manual** aplicar el siguiente cuadro, si no, realiza el cuadro de la pregunta 38)

No. de deshierbes que realiza	Manualmente			
	Quién los hace: A. El productor B. Familiares C. Contrata personas	No. de personas/ha	En un día ¿cuántas hectáreas hacen?	¿Cuánto se paga a una persona por realizar esa actividad? ¿Se paga por día o por ha?
1				
2				

38. Aplicación de herbicidas con aspersor o mochila

No. de deshierbe	Consumo de diésel	Aspersor rentado	Quién maneja el tractor	Si renta el tractor con la aspersora	Con mochila			
	A) Litros de diésel que usa/actividad/ha o B) Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel	¿Cuánto paga por el implemento/hora o día?	A. Productor B. Algún familiar C. Contrata persona (Subrayar la opción escogida por el productor) ¿Cuánto se le paga a una persona que maneja el tractor?	Costo/hectárea	¿Quién hace la actividad? A. Productor B. Familiares C. Contrata personas	Para una hectárea ¿cuántas personas se necesitan?	Al día ¿cuántas hectáreas hacen?	Pago/persona por esta actividad
1								
2								

39. ¿El control de malezas que realiza, le resulta?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala

VIII. FERTILIZACIÓN

40. ¿Ha realizado algún análisis de suelo? No ____ Sí __ ¿Cuántos ha hecho? _____ ¿Fecha del último? _____

41. ¿Cuántas fertilizaciones con productos químicos aplica en el ciclo?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4 o más.

42. ¿Cuántas fertilizaciones con productos orgánicos aplica en el ciclo?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4 o más.

43. Si no fertiliza ¿por qué no fertiliza?

- a) Porque el fertilizante y/o el abono es caro.
- b) Porque el suelo no lo requiere.
- c) porque desconozco abonos y fertilizantes
- d) Es difícil conseguir fertilizantes y abonos en la zona
- e) Otros _____

Especifique

44. ¿En los tres últimos años, ¿cuáles fueron sus rendimientos en ton por hectárea? año 2019. _____, año 2020. _____, año 2021. _____

Si aplica fertilizantes químicos y/o abonos contestar los siguientes cuadros:

45. fertilización ¿Qué fertilizantes aplicó?

FERTILIZANTES QUÍMICOS (Si usa una mezcla, apuntar en cada fila, cada uno de los fertilizantes)	Cuántos kg o litros aplicó por hectárea (Apuntar por separado cada uno de los fertilizantes)	Costo por kilo o litro (indicar la medida de unidad)	En qué momento (se aplicó: siembra, escarda, aporque). O bien que el productor diga de qué tamaño estaba el maíz. El encuestador debe de apuntar un aproximado en centímetros)
ORGÁNICOS¹ (Si usa una mezcla, apuntar por separado cada uno de los abonos y la cantidad/hectárea)			

46. Costo de la aplicación de fertilizantes

No. de fertilizaciones	Con máquina rentada: costo / ha	Con tractor propio.	Manual		
		<p>Si es dueño del implemento preguntar:</p> <p>A) Litros de diésel/actividad/ha</p> <p>o</p> <p>B) Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel</p> <p>Si renta el implemento, además de las preguntas anteriores preguntar ¿Cuánto paga por el implemento/hectárea o día?</p>	Si lo hizo de manera manual quién lo hizo y cuántas personas:	Estas personas en qué tiempo hacen una ha	Cuánto se paga a una persona/ha
1ª. Fertilización					
2ª. Fertilización (Si fue en la escarda, preguntar si el costo de la escarda incluye el de la fertilización)					
3ª. Fertilización					

47. ¿Cada año aplica los mismos fertilizantes y/o abonos en las mismas cantidades? Sí ____ No ____

48. Sólo para quienes aplican abonos orgánicos, ¿qué abonos usa?:

a) Estiércol ovino y caprino

b) Estiércol bovino

c) Composta

d) biofertilizantes

e) Otros _____ Especifique

49. Los aplica: de forma directa (frescos) _____ Realiza algún proceso en los abonos _____

50. Si el productor realiza algún proceso a los abonos conteste el siguiente cuadro:

Cuántas personas los preparan	Cuántas son de la familia	Cuántas contratan	Cuántos kilos/ton preparan	En cuánto tiempo preparan esa cantidad	Cuánto se paga a una persona por hacer este trabajo

IX Control de plagas

51. ¿Usted aplica insecticidas? Sí ____ No ____

52. ¿Usted realiza control biológico de insectos en su parcela? Sí ____ No ____

53. ¿Cómo lo aplica?

Aplicación con aspersor

Con tractor propio				Si renta el tracto r con asper sor	Con mochila			
No. de aplicac iones	Consu mo de diésel	Aspersor rentado	Quién maneja el tractor		Cost o/hec tárea	¿Quién hace la actividad ? A. Product or B. Familiare s C. Contrata personas	Para una hectá rea ¿cuán tas perso nas se neces itan?	Al día ¿cuán tas hectá reas hacen ? ¿Qué tarea o área se realiz a gener almente en un día de traba jo?
	A) Litros de diésel que usa/acti vidad/h ora B) Cuánto s litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectárea s trabaja con ese diésel	¿Cuánto paga por el implemen to/hora o día?	A. Productor B. Algún familiar C. Contrata persona (Subrayar la opción escogida por el productor) ¿Cuánto se le paga a una persona que maneja el tractor?					
1								
2								
3								

54. ¿Cuáles son las plagas más comunes que se observan en su parcela?

- a) chapulín
- b) gallina ciega
- c) frailecillo
- d) gusano elotero
- e) otro _____ Especifique.

X. SEMILLA

55. ¿Qué tipo de semilla siembra?

- a) Criolla
- b) Híbrido
- c) Ambos

Nombre del criollo y/o híbrido que sembró en 2020	Kilos o bulto/ha	Precio por kg o bulto (Si siembra criollo y es del ciclo pasado, preguntar cuánto cuesta el kilo de esa semilla que sembró)	Si hizo resiembra cuántos Kg usó	Si hizo resiembra ¿quién la hizo? A) Productor B) Familiar C) Contrato	Cuánto se paga por resiembra/ha

55. Si siembra semilla criolla: Cual es el origen del maíz que siembra

- a) Comprada
- b) intercambio con otro productor
- c) heredada
- d) Selección propia
- e) Otra _____ Especifique

57 ¿Cuánto tiempo lleva sembrando su semilla?

58. En caso de haberla comprado su semilla en qué lugar la compró? _____

59 ¿Cómo selecciona su semilla y en qué momento?

a) Después de la cosecha

b) Antes de la cosecha

c) Al desgranar la mazorca

d) Al limpiar el grano

e) otra _____ especifique.

60. ¿Qué características (en la mazorca) utiliza para seleccionar su semilla?

a) Tamaño de la mazorca

b) Sanidad de la mazorca

c) Tamaño del grano

d) Numero de hileras

e) Otras _____ Especifique

61. ¿De qué parte de la mazorca selecciona para semilla?

a) Punta de la mazorca

b) Centro de la mazorca

c) Base de la mazorca

d) Toda la mazorca

e) otra _____ especifique

62. ¿Cómo aprendió a seleccionar su semilla?

a) Herencia familiar

b) conocimiento propio

c) recomendación de otros productores

b) Curso de capacitación

c) Otra_____Especifique

63. ¿Usted a quien ha heredado o enseñado a seleccionar la semilla?

a) nietos

b) Hijos

c) sobrinos

d) amigos

e) otros_____ especifique

64. ¿Quiénes participan o ayudan en la selección de la semilla?

a) La pareja (esposa o esposo)

b) hijos

c) parientes

d) amigos

e) otro_____Especifique.

65 ¿En qué parte de su casa guarda o almacena su semilla para protegerlo de plagas y enfermedades?

a) En el tapanco

b) En su cocina

c) en tambos cerrados

d) granero

e) otros_____Especifique.

66 ¿Qué envases usa para guardar su semilla?

a) Costales plásticos

b) frascos

c) tambos

d) silos

e) Otros _____ Especifique

67. ¿Qué tratamiento hace a la semilla para almacenar?: químico__ tradicional __ ninguno __ (Si contesta sí, aplicar el siguiente cuadro)

	Producto	
	Químico	Tradicional
Nombre del producto		
Cantidad que aplica/kg		

68. ¿Quién hace el tratamiento?:

a) Productor

b) Familiar.

c). Contrata

d) ambos

e) Otro _____ Especifique

69. ¿Cuánto tiempo lleva hacer este trabajo? (anotar a qué cantidad de semilla trata)

70. ¿Cuánto se le paga a la persona que hace este trabajo?

. Si siembra semilla de maíz híbrido:

71. ¿Le gusta sembrarla? Sí ____ No ____

72. Si la respuesta es no, indique la razón:

a) precio

b) no rinden

c) no satisfacen sus gustos y necesidades

d) no la piden en el mercado

e) Otro _____ especifique

73. ¿Desea cambiar la raza criolla por los maíces mejorados o híbridos?

_____ ¿Por qué? _____

74. ¿Desea seguir conservando las semillas criollas?

_____ ¿Por qué?

75. Usted sabe de alguna estrategia de conservación de la semilla criolla que hacían generaciones pasadas en su comunidad?

Si ()

No ()

Si es positiva su respuesta, ¿podría indicar en qué consistía esa estrategia?

Nombre del criollo y/o híbrido	En cuanta superficie siembra ese maíz	Principal utilidad que se le da a ese maíz

76. ¿Cuáles son las principales desventajas que usted observa de un maíz criollo en comparación con un maíz híbrido?

- a) menor producción
- b) El maíz criollo necesita más trabajos
- c) No existe mercado para maíz nativo
- d) El precio de maíz criollo es menor
- e) Otro _____ Especifique

77. ¿Cuáles son los principales factores o problemáticas a los que se enfrentan en la conservación de las semillas nativas?

78. ¿cuánta superficie siembra de cada uno de los distintos tipos de maíces con los que cuenta y cuál es su principal utilidad?

XI COSECHA.

79. describa las actividades de la cosecha en orden cronológico e indique quién hace la actividad y cuánto se paga por esa actividad. Si la cosecha la realiza con maquinaria conteste el cuadro de la pregunta 76.

Actividad	No. de personas/ha	¿Cuántos familiares?	¿Cuántos contratados?	Jornal (\$) /persona Costo/HA \$	Tiempo que se necesita para hacer esa actividad (ha)
Corte					
Amogote ¿Cuánto tiempo (días, semanas, meses) lo deja amogotado? _____ _____					
Acarreo					

80- Cosecha con maquinaria

<p>Con maquinaria rentada \$/ha</p>	<p>Con maquinaria propio. Si es dueño del implemento preguntar: A) Litros de diésel/actividad/ha o B) Cuántos litros de diésel le pone al tractor y cuántas hectáreas trabaja con ese diésel Si renta el implemento, además de las preguntas anteriores preguntar ¿Cuánto paga por el implemento/hectárea o día?</p>

Si la cosecha la realiza de forma manual contestar el siguiente cuadro

81. Cuántas personas hacen el trabajo de deshojar y desgranar

Cuántas personas deshojan	Cuántas son de la familia	Cuántas contratan	Cuántos kilos deshojan en una jornada (una jornada de 8 horas)	Deshoja toda su cosecha en una sola ocasión o la va deshojando en el transcurso del año	Cuánto se le paga a una persona por una jornada de trabajo

Cuántas personas desgranar	Cuántas son de la familia	Cuántas contratan	Cuántos kilos desgranar en una jornada (una jornada de 8 horas)	Desgranar toda su cosecha en una sola ocasión o la van desgranado en el transcurso del año	Cuánto se le paga a una persona por una jornada de trabajo

82. Rendimiento por hectárea del 2021: _____

XII COMERCIALIZACIÓN:

83. Existe diferencia en el precio de venta de un maíz criollo a un maíz híbrido si _____

No _____

84. Precio de venta por kilo, cuartillo o tonelada en 2020 (si dice que vende por bulto, anotar cuánto pesa el bulto):

Maíz híbrido \$ _____ Maíz criollo \$ _____

85. De la cantidad que cosechó, ¿qué cantidad o porcentaje vende?: _____

86. ¿Qué cantidad (o porcentaje) auto consume?: _____

87. Qué cantidad guarda como semilla (en caso de criollo): _____

88. Su grano de maíz ¿lo vende en su parcela o lo lleva al punto de venta?:

89. Si usted lo lleva ¿Cuánto le cuesta el transporte?

90. ¿Cuál es su principal mercado de venta?

Gracias por su tiempo y la gentileza de su atención

Anexo 4.1 Estructura del cuestionario aplicado a productores de maíz del municipio de Hueyoptla, Estado de México

Sección	Objetivo	Tipo de pregunta	Estadística usada
I y II. Datos sociodemográficos	Obtener datos sociodemográficos de los agricultores del municipio de Hueyoptla.	Dicotómica Múltiples Abiertas	Univariada Descriptivos
III. Preparación del terreno.	Describir las tareas de preparación de terreno que realizan los agricultores en la producción de maíz nativo.	Múltiples Abiertas Dicotómicas	Univariada Descriptivos
IV. Características de la tierra de cultivo	Relacionar las características del suelo con las variedades de maíz establecidos en ellos.	Likert Múltiples Dicotómica	Univariada Descriptiva
V. Siembra	Identificar las técnicas de siembra que realizan los agricultores de maíz nativo	Abiertas Múltiples Dicotómicas	Univariada Bivariada
VI. Labores culturales	Describir las labores culturales que realizan los agricultores en la producción de maíz nativo	Abierta Múltiples	Univariada Descriptiva
VII. Control de Hierbas.	Conocer la biodiversidad de hierbas y el manejo que se les da en el agroecosistema maíz.	Abiertas Múltiples Dicotómicas Likert	Univariado Descriptiva
VII. Fertilización	Correlacionar el uso de fertilizantes con el índice de calidad de suelo de los agroecosistemas maíz en el municipio de Hueyoptla.	Dicotómicas Abiertas múltiples	Univariado Descriptiva
IX. Control de plagas	Conocer la biodiversidad de insectos en el agroecosistema maíz y el manejo de ellas.	Dicotómicas Múltiples	Univariado Descriptiva
X. Semillas	Identificar las técnicas de conservación y selección de germoplasma de maíz nativo por los productores del municipio de Hueyoptla.	Múltiples Abiertas Dicotómicas	Univariada Descriptiva
XI. Cosecha	Describir los diversos métodos de cosecha de maíz nativo por productores del municipio de Hueyoptla.	Abiertas	Univariado Descriptiva
XII. Comercialización	Identificar los principales nichos de mercado y la cantidad de autoconsumo de maíz nativo en el municipio de Hueyoptla	Dicotómicas Abiertas	Univariado Descriptiva

Anexo 5. Costos de producción de maíz nativo por productores del municipio de Hueypoxtla.

Cuadro A5.1 Análisis de rentabilidad de productores de maíz del municipio de Hueypoxtla, que cuentan con maquinaria agrícola propia.

Nombre	Costo de producción. (\$/ha)	Rendimiento (Ton)	Precio venta (\$/ton)	Ingreso (\$)	Ganancia (\$)
Isaías Ramírez Barrera	7245	6	4500	27000	19755
Víctor Hernandez Omaña	15306	1	6000	6000	-9306
Pedro Vargas	10734	1.5	5300	7950	-2784
Esteban Hernandez	7886	1	4600	4600	-3286
Miguel Vargas	6809	1	6400	6400	-409
Froilán Montes	8543	1	10000	10000	1457
Marcial Hernandez	11135	1	6000	6000	-5135
Félix Hernandez	8740	2.5	6600	16500	7760
Ernesto visual	11537	3	6000	18000	6463
Cenon Hernández Anaya	9288	1	6600	6600	-2688
Fabian Montoya	6969	3	8500	25500	18531
Silverio Montoya	15244	2	5300	10600	-4644
Fortino Montoya	20141	2	7000	14000	-6141

Nombre	Costo de producción. (\$/ha)	Rendimiento (Ton)	Precio venta (\$/ton)	Ingreso (\$)	Ganancia (\$)
Paulino Altamirano	5071.6	4	5000	20000	14928
Noel García	12478	1.5	7300	10950	-1528
Zeferino Torres	12976	2	5500	11000	-1976
Rigoberto López	12898	2	5500	11000	-1898
Genaro Reyes	13347	2	4500	9000	-4347
Ramiro Reyes	9241	3	7000	21000	11759
Gerardo Garcia	5513	4	4500	18000	12487
Vito Corona	4332	4	10500	42000	37668
Dionicio Tirado	12584	0.5	8000	4000	-8584
Dionicio tirado salas	8741	1	8000	8000	-741
Francisco Sánchez Hernández	13315	0.5	8000	4000	-9315
Alberto Hernandez	19910	1.5	8000	12000	-7910
Moisés Garcia valencia	11910	0.7	8000	5600	-6310
Benito Martínez	11037	2	8000	16000	4963

Cuadro A5.2 Análisis de rentabilidad de productores de maíz del municipio de Hueypoxtla, que rentan maquinaria agrícola.

Nombre	Costo de producción .\$/ha)	Rendimiento (Ton)	Precio o venta (\$/ton)	Ingreso (\$)	Ganancia (\$)
Ángel Santillán reyes	7600	2	6600	13200	5600
Pablo Montes	12333	0.8	8000	6400	-5933
Julián montes	12800	3	6600	19800	7000
Juan Montes	22300	0.4	8000	3200	-19100
Cipriano Mendoza	21580	2.5	5000	12500	-9080
Artemio Hernandez	11840	2	5500	11000	-840
José Gabino barrera	13983	2.5	5500	13750	-233
Genaro Montoya	14100	2	8000	16000	1900
Marcos Viguera	22266	3	6600	19800	-2466
Lauro Aguilar	13900	1.5	5000	7500	-6400
Andrés Altamirano	10420	2	7000	14000	3580
Juan Miguel Hernandez	24620	5	5000	25000	380
Francisco Hernandez Reyes	20800	2	6000	12000	-8800
Luis Rodríguez Medina	9275	0.5	5300	2650	-6625

Nombre	Costo de producción .\$/ha	Rendimiento (Ton)	Precio venta (\$/ton)	Ingreso (\$)	Ganancia (\$)
Juan Varela tirado	12470	5	6600	33000	20530
Pilar Hernandez Rodríguez	17700	3	6600	19800	2100
Gonzalo Torres Guerra	13350	1.5	8600	12900	-450

Cuadro A5.3 Análisis de rentabilidad de productores de maíz del municipio de Hueypoxtla, que rentan maquinaria agrícola.

Nombre	Costo de producción. (\$/ha)	Rendimiento (Ton)	Precio venta (\$/ton)	Ingreso (\$)	Ganancia (\$)
Agustín Mejía Corona	30400	1.5	6600	9900	-20500
Francisco Soto Santillán	27300	5	8000	40000	12700
Merced Bravo	10800	2.5	6600	16500	5700
Demetrio Martínez	18200	1.5	6600	9900	-8300

Anexo 6. Análisis de asociación de variables (tablas de contingencia).

Cuadro A6.1 Tabla de contingencia (tipo de maíz – tipo de suelo).

Tipos de maíz	Tipo de suelo					
	Barreal	Blanco	Lamadero	Negro	Riego	Tepetate
Abrileño	2	0	3	3	3	1
Amarillo	0	0	0	2	0	0
Azul	1	1	5	5	1	9
Blanco	0	1	5	6	2	0
Chalqueño	3	1	1	4	2	1
Marceño	0	0	5	30	1	2
Pinto	0	0	1	0	0	0
Rojo	0	0	1	0	0	2
Temporal blanco	1	0	0	0	0	0
Temporal chico	0	2	0	0	0	2
Temporal grande	0	1	0	1	0	1
Temporal	1	0	0	2	0	0

Cuadro A6.2 Tabla de contingencia (tipo de maíz – tenencia de maquinaria).

Tipos de maíz	Tenencia de maquinaria		
	Maquinaria propia	Maquinaria rentada	Uso de yunta
Abrileño	5	5	2
Amarillo	1	2	0
Azul	15	6	1
Blanco	7	6	1
Chalqueño	8	4	0
Marceño	5	5	1
Pinto	1	0	0
Rojo	1	2	0
Temporal blanco	0	1	0
Temporal chico	3	1	0
Temporal grande	3	0	0
Temporal	3	0	0

Cuadro A6.3 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Origen de la semilla).

Tipos de maíz	Origen de la semilla			
	Comprada	Heredada	Intercambio	Selección propia
Abrileño	2	9	0	1
Amarillo	0	1	1	0
Azul	6	7	5	4
Blanco	1	5	5	3
Chalqueño	4	4	1	3
Marceño	3	7	1	0
Pinto	0	0	1	0
Rojo	1	1	1	0
Temporal blanco	0	1	0	0
Temporal chico	0	1	0	3
Temporal grande	0	0	0	3
Temporal	1	2	0	0

Cuadro A6.4 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Origen de la semilla).

Tipos de maíz	Uso de la cosecha									
	Forraje	Hojas para tamal	Tortilla	Tortilla + Hoja para tamal	Tortilla + forraje	Tortilla + Atole	Tortilla + gorditas	Tortilla + pinole	Tortilla + sope	Venta
Abrileño	1	0	4	0	5	1	0	1	0	0
Amari llo	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Azul	0	1	7	0	10	1	1	0	1	1
Blanco	1	0	6	3	3	0	0	0	0	1
Chalqueño	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0
Marceño	1	0	0	2	7	0	0	0	0	0
Pinto	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Rojo	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Temporal	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tipos de maíz	Uso de la cosecha									
	Forraje	Hojas para tamal	Tortilla	Tortilla + Hoja para tamal	Tortilla + forraje	Tortilla + Atole	Tortilla + gorditas	Tortilla + pinole	Tortilla + sope	Venta
blanco										
Temporal chico	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Temporal grande	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Temporal	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Cuadro A6.5 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Origen de la semilla).

Tipos de maíz	Destino de venta						
	Venta a vecinos	Autoconsumo	Forrajeras	Ganaderos	Tortillerías	Venta de semilla	Venta de elotes
Abrileño	3	8	0	0	0	1	0
Amarillo	0	0	0	0	1	0	1
Azul	8	6	0	1	4	1	1
Blanco	6	3	0	1	2	1	1
Chalqueño	5	5	1	0	1	0	0
Marceño	4	5	0	1	0	1	0
Pinto	1	0	0	0	0	0	0
Rojo	1	1	0	0	0	1	0
Temporal blanco	1	0	0	0	0	0	0
Temporal chico	2	2	0	0	0	0	0
Temporal grande	2	1	0	0	0	0	0
Temporal	1	2	0	0	0	0	0

Cuadro A6.6 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Parte de la mazorca donde se selecciona la semilla para siembra).

Tipos de maíz	Parte de la mazorca de donde se selecciona semilla		
	Base y centro	base	centro
Abrileño	5	3	4
Amarillo	0	1	1
Azul	11	4	4
Blanco	9	1	4
Chalqueño	5	3	4
Marceño	6	1	4
Pinto	1	0	0
Rojo	2	0	1
Temporal blanco	0	1	0
Temporal chico	0	0	1
Temporal grande	1	1	1
Temporal	1	0	2

Cuadro A6.7 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Lugar donde se almacena el grano).

Tipos de maíz	Almacenamiento de grano					
	Bodega	Cuarto	Granero	Intemperie	Tambos	Tapanco
Abrileño	0	6	1	1	1	3
Amarillo	1	0	6	0	0	1
Azul	4	5	4	0	0	7
Blanco	2	2	4	0	1	6
Chalqueño	3	0	1	0	1	4
Marceño	2	6	1	0	0	1
Pinto	0	0	2	0	0	0
Rojo	0	1	0	0	0	0
Temporal blanco	0	1	0	0	0	0
Temporal chico	0	2	2	0	0	0
Temporal grande	0	1	2	0	0	0
Temporal	1	1	0	0	1	0

Cuadro A6.8 Tabla de contingencia (tipo de maíz – Uso de herbicida en el control de arvenses).

Tipos de maíz	Uso de herbicida	
	Usa herbicida	No usa herbicida
Abrileño	10	2
Amarillo	2	0
Azul	17	5
Blanco	9	5
Chalqueño	9	3
Marceño	11	0
Pinto	1	0
Rojo	3	0
Temporal blanco	1	0
Temporal chico	4	0
Temporal grande	3	0
Temporal	3	0

Cuadro A6.9 Tabla de contingencia (tipo de maíz – tipo de fertilización)

Tipos de maíz	Tipo de fertilización			
	Orgánica	Órgano mineral	Químico	Sin fertilización
Abrileño	7	1	2	2
Amarillo	1	1	0	0
Azul	4	6	8	3
Blanco	5	3	5	1
Chalqueño	3	3	5	1
Marceño	2	2	5	2
Pinto	0	0	0	1
Rojo	1	0	1	1
Temporal blanco	1	0	0	0
Temporal chico	2	0	2	0
Temporal grande	2	0	1	0
Temporal	1	2	0	0

Cuadro A6.10 Tabla de contingencia (tipo de maíz – uso de insecticida)

Tipos de maíz	Uso de insecticida	
	Usa insecticida	No usa insecticida
Abrileño	9	3
Amarillo	1	1
Azul	19	3
Blanco	11	3
Chalqueño	10	2
Marceño	9	2
Pinto	1	0
Rojo	2	1
Temporal blanco	0	1
Temporal chico	4	0
Temporal grande	3	0
Temporal	3	0

Cuadro A6.11 Tabla de contingencia (tipo de maíz – zona de riego o temporal)

Tipos de maíz	riego	
	riego	temporal
Abrileño	8	4
Amarillo	1	1
Azul	18	4
Blanco	10	4
Chalqueño	9	3
Marceño	80	3
Pinto	3	1
Rojo	1	0
Temporal blanco	2	0
Temporal chico	2	2
Temporal grande	2	1
Temporal	3	0

Cuadro A 7. Base de datos de variables cuantitativas (Correlación).

Produc tor	Ed ad	Años sembr ando maíz	Superficie	nú mer o de Raz as	Años sembr ando su semill a	% ve nta	%Aut ocons umo	pro ducc ión ton/ ha	Precio de venta \$/ton	Costo de produc ción
1	45	15	1	4	15	0	100	6	4500	7245.2
2	43	30	6	4	10	50	50	1	6000	15306
3	65	48	3	2	10	0	100	1.5	5300	10734
4	57	35	3	2	15	0	100	1	4600	7886
5	59	40	1	1	1	90	10	1	6400	6809
6	62	20	0.5	1	8	5	95	1	10000	8543
7	52	12	1	2	12	70	30	2	6600	7600
8	65	50	3	1	5	100	0	0.8	8000	12333
9	71	20	2	2	20	20	80	3	6600	12800
10	64	40	1.5	2	10	0	100	0.4	8000	22300
11	62	30	2	4	5	20	80	2.5	5000	21580
12	48	25	7	3	30	0	100	1	6000	11135
13	67	40	1	2	4	90	10	2	5500	11840
14	50	15	4	2	1	0	100	2.5	5500	13983

Produc tor	Ed ad	Años sembr ando maíz	Superficie	nú mer o de Raz as	Años sembr ando su semill a	% ve nta	%Aut ocons umo	pro ducc ión ton/ ha	Precio de venta \$/ton	Costo de produc ción
15	52	30	8	2	30	70	30	2.5	6600	8739.9
16	39	15	20	2	30	100	0	3	6000	11537
17	68	50	1	2	30	0	100	1	6600	9288
18	66	50	2	1	1	10	90	3	8500	6969
19	71	40	2	3	10	0	100	2	5300	15244
20	90	70	6	2	50	10	90	2	7000	20141
21	44	30	3	2	30	50	50	2	8000	14100
22	48	25	6	2	25	0	100	4	5000	5071.6
23	72	50	2	1	50	0	100	1.5	6600	30400
24	72	30	11	2	50	0	100	3	6600	22266
25	55	30	1	2	5	0	100	1.5	5000	13900
26	40	16	0.5	2	15	50	50	2	7000	10420
27	32	15	2	1	3	80	20	1.5	7300	12478
28	41	10	2	2	8	30	70	5	5000	24620
29	65	40	2	3	3	30	70	2	6000	24620

Produc tor	Ed ad	Años sembr ando maíz	Superficie	nú mer o de Raz as	Años sembr ando su semill a	% ve nta	%Aut ocons umo	pro ducc ión ton/ ha	Precio de venta \$/ton	Costo de produc ción
30	62	50	1.5	2	5	0	100	5	8000	27300
31	72	60	4	3	20	0	100	2	5500	12976.2
32	44	20	2.5	3	3	50	50	2	5500	12898
33	40	28	2.5	3	3	70	30	2	4500	13347
34	54	25	1	3	5	50	50	0.5	5300	20800
35	58	10	2.5	1	2	50	50	3	7000	9241.1
36	50	15	1	2	1	70	30	4	4500	5513
37	70	60	4	2	3	50	50	4	10500	4332.3
38	67	30	1.25	4	3	50	50	5	6600	12470
39	76	20	3	1	5	0	100	0.5	8000	12584
40	63	30	1.5	1	4	20	80	1	8000	8741
41	63	45	5	2	40	0	100	0.5	8000	13315
42	62	50	5	3	20	5	95	1.5	8000	19910
43	83	75	3	2	50	80	20	3	6600	17700
44	65	40	7	1	40	10	90	2.5	6600	10800

Produc tor	Ed ad	Años sembr ando maíz	Superficie	número de Razas	Años sembr ando su semilla	% ve nta	%Aut ocons umo	pro ducc ión/ ton/ ha	Precio de venta \$/ton	Costo de produc ción
45	75	50	1	1	15	5	95	1.5	8600	13350
46	70	52	9	1	10	70	30	1.5	6600	18200
47	53	33	16	2	30	70	30	0.7	8000	11909
48	52	30	5	2	1	10	90	2	8000	11037

Cuadro A 7.1 Matriz de correlación de los factores de estudio a las variables cuantitativas con la diversidad de maíces nativos en el municipio de Hueypoxtla.

	Edad	ASM	SUP	NR	ASS	%V	%AC	PRO	PV	CP
Edad	1	0.69	0.009	-0.24	0.22	-0.27	0.27	-0.07	0.318	0.22
ASM	0.69	1	0.18	-0.1	0.26	-0.14	0.14	-0.20	0.323	0.23
SUP	0.0098	0.18	1	0.04	0.4	-0.01	0.011	0.026	0.07	0.11
NR	-0.242	-0.1	0.04	1	0.04	-0.11	0.11	0.19	-0.52	0.25
ASS	0.222	0.26	0.4	0.04	1	-0.25	0.25	-0.09	0.06	0.2
%V	-0.274	-0.14	0.011	-0.11	-0.25	1	-1	0.095	0.04	-0.16
%AC	0.27	0.14	0.011	0.11	0.25	-1	1	-0.09	-0.04	0.16
PRO	-0.079	-0.2	0.026	0.19	-0.09	0.09	-0.09	1	-0.24	0.104
PV	0.318	0.32	0.07	-0.52	0.06	0.04	-0.04	-0.24	1	0.029
CP	0.221	0.23	0.11	0.25	0.2	-0.16	0.16	-0.1	-0.02	1

Donde: ASM. – Años sembrando maíz, SUP. - Superficie sembrada con maíz nativo, NR. - Numero de razas con las que cuenta, ASS. - Años sembrando su propia semilla, % V.- Porcentaje de venta, %AC. - Porcentaje de autoconsumo, PRO. - Producción en ton/ha, PV., Precio de venta \$/ton, CP.- Costo de producción \$/ha.

Anexo Fotográfico



Cosecha de maíz nativo de forma manual, donde la mano de obra familiar cobra una gran importancia debido a las numerosas actividades como lo son corte de zacate y amogotar.



La siembra de maíz nativo en Hueyoxtla se realiza con ayuda de tractor en donde al momento de sembrarlo, se requiere de la ayuda personal que depositen la semilla en tubos colocados en los arados “Siembra a tubo”



La cosecha con maquinaria agrícola se realiza a través de máquinas combinadas donde el grano de maíz se obtiene desgranado.



Siembra de maíz nativo, con maquinaria agrícola, principalmente con sembradoras de precisión.



El uso de la yunta en la producción de maíz nativo es utilizado en diversas actividades como en la preparación de terreno, siembra y labores culturales.



Labores culturales en maíz nativo, las cuales tienen por objetivo el control de hierbas y poner tierra en la base de la planta para un mejor anclaje de la raíz.



Los suelos de lamadero son suelos que reciben esorrentías de las partes altas así formando suelo con o sedimentos que reciben.



Los suelos de tepetate son los que más se observan en el municipio, debido a su menor profundidad en ellos se siembran maíces de ciclo corto.



Suelos blancos, identificados así por su color, en ellos son sembrados los maíces de ciclo corto ya que son considerados de mala calidad



Suelos negros, identificados así por su color, en ellos se siembran maíces de ciclo largo con un mayor potencial de producción.



Los suelos ubicados en la zona de riego del canal Marcelo Palafox, son principalmente sembrados con maíz nativo los cuales son de ciclo largo, con mayor potencial de producción; aunque en esa zona predomina la siembra de maíces híbridos.



La aplicación de estiércol de ovino y bovino, es una práctica muy recurrente por los productores de maíz nativo del municipio ya que es un insumo con el que cuentan en sus unidades de producción



La selección de semilla se realiza al deshojar la mazorca donde los productores observan diversas características en la mazorca como tamaño, número de hileras, tamaño del grano entre otras.



El almacenamiento del maíz nativo se realiza en diferentes condiciones, como cuartos y bodegas.



Los tapancos son técnicas utilizadas para el almacenamiento mazorcas de maíz nativo, las cuales son estructuras elaborados con palos de madera, teniendo ventilación por todas sus partes, evitando así algunas plagas.



Las arcinas son estructuras formadas con la totalidad de las plantas de maíz nativo evitando así que el maíz tenga daños por la lluvia y plagas de almacenamiento.