



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA RURAL,
DESARROLLO TERRITORIAL Y TURISMO
AGROALIMENTARIO

MANEJO SOSTENIBLE DE MAÍZ NATIVO CON ENFOQUE DE ALTO
RENDIMIENTO EN SAN MATEO MOZOQUILPAN, OTZOLOTEPEC

TRABAJO TERMINAL DE GRADO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN AGROINDUSTRIA RURAL, DESARROLLO TERRITORIAL
Y TURISMO AGROALIMENTARIO

PRESENTA

OSWALDO CAMARGO GÓMEZ

COMITÉ DE TUTORES

DR. ÁNGEL ROBERTO MARTÍNEZ CAMPOS
DR. WILLIAM GÓMEZ DEMETRIO
DR. J. GONZALO POZAS CÁRDENAS

CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO SEPTIEMBRE 2023.

RESUMEN

El presente Trabajo Terminal de Grado: *Manejo sostenible de maíz nativo con enfoque de alto rendimiento en San Mateo Mozoquilpan, Oztolotepec*, es una propuesta de producción que promueve el uso responsable de los recursos locales, implementa técnicas de agricultura de precisión y limita el uso de insumos agrícolas para reducir el impacto ambiental, mitigar los efectos del cambio climático y aumentar la productividad con la visión de orientarse hacia la seguridad y la soberanía alimentaria.

El estudio se realizó durante el periodo comprendido de 2021B a 2023A de la Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario, en el ejido de San Mateo Mozoquilpan, municipio de Oztolotepec, Estado de México. El objetivo se centró en desarrollar una estrategia sobre el manejo sostenible del cultivo local de maíz nativo para promover el alto rendimiento, a través de la elaboración de un diagnóstico técnico productivo y el diseño de una estrategia sostenible de producción.

Con el fin de alcanzar los propósitos planteados, se utilizó una metodología de Investigación-Acción-Participativa, una versión adaptada del Diagnóstico Rural Participativo, un árbol de problemas y objetivos, y un análisis FODA. Posteriormente se aplicó un cuestionario, se realizaron entrevistas y se incluyeron a los actores clave en talleres participativos. Los resultados revelan las razones detrás del bajo rendimiento en la producción local, causado por la falta de planificación en el cultivo, lo cual incluye una preparación inadecuada del suelo, la falta de análisis de este, un manejo deficiente de los recursos tanto del territorio como externos, y la ausencia de control fitosanitario.

Se concluye que la producción de maíz nativo tiene desafíos y oportunidades para la seguridad alimentaria, biodiversidad, cultura y economía locales, por tanto, se deben abordar las

debilidades para evitar impactos negativos y aprovechar las oportunidades para mejorar la calidad y productividad del cultivo. A partir de ello se generó una estrategia de producción sostenible con enfoque de alta productividad basada en el conocimiento tradicional sobre el manejo del cultivo por parte de los productores, la experiencia y recomendaciones del autor, así como en la adopción de innovaciones recomendadas por instituciones y diversos actores especialistas en el cultivo del maíz.

Palabras clave: sostenibilidad, maíz nativo, alto rendimiento, San Mateo Mozoquilpan.

ABSTRACT

The present Degree Terminal Project: Sustainable management of native corn with a high-yield approach in San Mateo Mozoquilpan, Otzolotepec, is a production proposal that promotes the responsible use of local resources, implements precision agriculture techniques, and limits the use of agricultural inputs to reduce environmental impact, mitigate the effects of climate change, and increase productivity with the vision of orienting towards food security and sovereignty.

The study was carried out during the period from 2021B to 2023A of the Master's in Rural Agroindustry, Territorial Development, and Agri-Food Tourism, in the San Mateo Mozoquilpan ejido, municipality of Otzolotepec, State of Mexico. The objective was focused on developing a strategy for the sustainable management of the local native corn crop to promote high yield, through the elaboration of a technical production diagnosis and the design of a sustainable production strategy.

In order to achieve the set purposes, a Participatory Action Research methodology was used, an adapted version of Participatory Rural Diagnosis, a problem and objective tree, and a SWOT analysis. Subsequently, a questionnaire was applied, interviews were conducted, and key actors were included in participatory workshops. The results reveal the reasons behind the low yield in local production, caused by the lack of planning in the cultivation, which includes inadequate soil preparation, lack of soil analysis, poor management of both local and external resources, and absence of phytosanitary control.

It is concluded that the production of native corn has challenges and opportunities for local food security, biodiversity, culture and economy, therefore, the weaknesses must be addressed to avoid negative impacts and take advantage of the opportunities to improve the quality and

productivity of the crop. From this, a sustainable production strategy with a high productivity approach was generated based on the traditional knowledge about crop management by the producers, the experience, and recommendations of the author, as well as the adoption and innovation recommended by institutions and various actors specialists in corn cultivation.

Keywords: sustainability, native corn, high yield, San Mateo Mozoquilpan.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. ANTECEDENTES	13
2.1 Importancia del maíz.....	13
2.2 El maíz en el contexto socioeconómico	14
2.3 Políticas públicas para el campo.....	15
2.3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	15
2.3.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND)	16
2.3.3 Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces).....	17
2.3.4 Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii)	17
2.3.5 Programas de asistencia	18
2.4 El extensionismo como promotor de desarrollo agrícola	19
2.5 El maíz en México.....	30
2.6 El maíz en el Estado de México	34
III. MARCO CONCEPTUAL	37
3.1 Sostenibilidad.....	37
3.2 Sustentabilidad.....	38
3.3 Maíz nativo.....	39
3.4 Alto rendimiento de maíz	39
IV. JUSTIFICACIÓN.....	41
V. OBJETIVOS	44
6.1 Objetivo General	44
6.2 Objetivos específicos	44
VI. MATERIAL Y MÉTODO.....	45
6.1 Primera Fase. Diagnóstico Rural Participativo (DRP).....	46
6.2 Segunda Fase. Diseño de la estrategia de producción sostenible	48
VII. RESULTADOS	49

7.1 Generalidades de la comunidad de San Mateo Mozoquilpan.....	49
7.1.1 Localización y datos demográficos.....	49
7.1.2 Giros comerciales.....	51
7.1.3 Diversificación de la producción	52
7.2 Ejido de San Mateo Mozoquilpan	52
7.2.1 Dotación de tierras	52
7.3 Diagnóstico técnico productivo del maíz nativo local.....	55
7.3.1 Producción local de maíz nativo.....	55
7.4 Etapas del proceso productivo del maíz nativo local	56
7.4.1 Labores Previas a la siembra	57
7.4.2 Cuidados y distribución de semillas	70
7.4.3 Prevención de riesgos en el cultivo	73
7.4.4 Cuidados del cultivo	76
7.4.5 Consumación del ciclo productivo	80
7.4.6 Manejo poscosecha.....	80
7.5 Análisis del potencial productivo del maíz nativo.....	82
7.5.1 Análisis FODA del grupo de productores de maíz nativo local	82
7.5.2 Árbol de problemas de producción de maíz nativo local	89
7.5.3 Árbol de Objetivos de producción de maíz nativo local.....	92
7.6 Estrategia de producción sostenible	95
7.6.1 Preparación de suelo.....	95
7.6.2 Análisis de suelo.....	97
7.6.3 Planeación del cultivo.....	100
7.6.4 Empleo de bitácoras.....	101
7.6.3 Tratamiento de semilla	101
7.6.4 Densidad de siembra.....	103
7.6.5 Siembra, primera fertilización sólida y refuerzo protector de semillas	104
7.6.6 Manejo de maleza	105
7.6.7 Primera fertilización foliar y control de plagas del follaje.....	107
7.6.8 Segunda fertilización sólida.....	108
7.6.9 Segunda fertilización foliar con insecticida.....	108
7.6.10 Monitoreo del cultivo.....	109

7.6.11 Selección masal estratificada (SME).....	110
7.6.12 Cosecha	111
7.6.13 Incorporación de residuos de la cosecha anterior.....	112
7.6.14 Almacenamiento.....	114
7.6.15 Calendario agrícola de la estrategia de producción sostenible	115
VIII. DISCUSIÓN.....	119
8.1 Preparación del suelo	119
8.2 Tratamientos y disposición de semillas.....	121
8.3 Estudio del suelo y programación del cultivo	122
8.4 Manejo nutricional y fitosanitario del cultivo.....	122
8.5 Cosecha	124
8.6 Manejo de residuos de la cosecha.....	124
IX. CONCLUSIONES GENERALES	126
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
XI. ANEXOS.....	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de innovación de un sistema agrícola	21
Figura 2 Producción nacional de maíz	30
Figura 3 Producción, importación y exportación de maíz blanco y amarillo en México	31
Figura 4 Evolución en millones de hectáreas de maíz en los países productores	32
Figura 5 Evolución del rendimiento de maíz en países productores	33
Figura 6 Rendimiento nacional de maíz de 2011 a 2019	34
Figura 7 Mapa del ejido de San Mateo Mozoquilpan	53
Figura 8 Arado de discos.....	57
Figura 9 Subsolador de tres puntas.....	58
Figura 10 Rastra de 24 discos.....	60
Figura 11 Selección central de semillas	63
Figura 12 Maíz blanco	65
Figura 13 Raza de maíz Chalqueño	65

Figura 14 Maíz negro.....	67
Figura 15 Raza de maíz Elotes Cónicos	67
Figura 16 Maíz amarillo	68
Figura 17 Raza de maíz Cónico	68
Figura 18 Maíz cacahuacintle	69
Figura 19 Raza de maíz cacahuacintle	69
Figura 20 Sembradora “tipo Z”	72
Figura 21 Sembradora de “labranza de conservación”	73
Figura 22 Análisis FODA del grupo de productores de maíz nativo local	88
Figura 23 Árbol de problemas	91
Figura 24 Árbol de objetivos	94
Figura 25 Uso de subsolador.....	96
Figura 26 Uso de rastra	97
Figura 27 Barrena de acero inoxidable.....	99
Figura 28 Encalado líquido	100
Figura 29 Tratamiento insecticida y vigorizante	102
Figura 30 Calibración de sembradora	105
Figura 31 Modificación de pH del agua para herbicidas.....	106
Figura 32 Fertilización foliar con dron.....	107
Figura 33 Segunda etapa de aplicación de fertilizante foliar	109
Figura 34 Presencia de plaga diabrotica	110
Figura 35 Selección Masal Visual de plantas y mazorcas.....	111
Figura 36 Estimación de rendimiento	112
Figura 37 Calendario agrícola de la estrategia de producción sostenible	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 BPER en la Promoción de Servicios para la Producción e Información.....	23
Tabla 2 BPER para promover la Innovación Tecnológica	25
Tabla 3 BPER para la Capacitación	27
Tabla 4 BPER para la Organización.....	29
Tabla 5 Volumen de producción nacional de maíz grano de 2012 a 2019.....	36
Tabla 6 Costo del cultivo, rendimiento y rentabilidad	75
Tabla 7 Precios de fertilizantes más usados en maíz de 2021 a 2023	77
Tabla 8 Rendimientos promedio por raza e innovación y tecnología	82
Tabla 9 Distribución de semillas nativas por hectárea	104
Tabla 10 Ejemplo de costos de producción local actual.....	116
Tabla 11 Ejemplo de costos de la propuesta de producción local.....	117

I. INTRODUCCIÓN

En México, al igual que en otros países aliados a las Naciones Unidas, se buscan tomar medidas que aseguren la integridad social de las personas más vulnerables, eliminar la pobreza y el hambre. Para lograr esto, se busca producir alimentos suficientes, que sean seguros y nutritivos. Se considera también la gestión sostenible de los recursos del territorio, la inversión en investigación agrícola, tecnología y extensión rural (ONU, 2015). Promover el empoderamiento de los productores, proteger el medio ambiente, generar estrategias ante el cambio climático y centrarse en el desarrollo de capacidades, entre otras responsabilidades (Sulaiman & Davis, 2012; FAO, 2017)

En la presente investigación, se busca abordar la problemática de la baja productividad del maíz nativo. El objetivo es realizar un diagnóstico técnico-productivo en San Mateo Mozoquilpan y proponer una estrategia de manejo sostenible del cultivo. Esta visión tiene como propósito no solo promover la seguridad y soberanía alimentaria, sino también obtener altos rendimientos.

A continuación se consideran los antecedentes históricos del cultivo de maíz nativo, así como las diversas variables multidimensionales que influyen en su rendimiento. Después se describen los conceptos de sostenibilidad, sustentabilidad, maíz nativo y alto rendimiento. Se justifica la necesidad de aumentar los rendimientos de maíz debido al déficit local que no satisface la demanda. Se puntualizan los objetivos general y particulares. Se describe la aplicación de la metodología investigación- acción- participativa (IAP) y una versión modificada del Diagnóstico Rural Participativo (DRP). Por último, se enuncian los resultados del diagnóstico y se desarrolla la propuesta de manejo sostenible de maíz nativo con enfoque de alta productividad.

II. ANTECEDENTES

2.1 Importancia del maíz

En Mesoamérica el maíz es el cereal que ocupa el lugar más importante dentro de la alimentación y particularmente en México ha tenido la mayor atención por parte de las áreas de investigación. Existen numerosas obras literarias de gran extensión que mencionan diversos aspectos sobre este cultivo (Lutz & Herrera, 2007).

La relación estrecha que existe entre el maíz y el hombre demuestra su articulación con los recursos territoriales que le rodean. Más de seis mil años constatan el comienzo de este proceso que otorga el registro del ancestro silvestre del maíz denominado teocintle. (Kato *et al*, 2009). Diversos tipos de teocintles que dieron origen al maíz que conocemos actualmente se les ha ubicado en diferentes regiones de México y fueron seleccionados por los principales pobladores de aquellos lugares probablemente a algunos de sus variados atributos que llamaron su atención como el sabor, el color y la disponibilidad de las semillas, para posteriormente lograr su dominio (Castillo, 2021).

Se le ha atribuido su origen y diversificación en las montañas y valles de México, mediante su domesticación por parte de los principales habitantes de esas regiones, que dio origen y reconocimiento a uno de los cereales de mayor variedad genética, que celosamente se custodia en México por los productores de los territorios rurales en un proceso de vinculación evolutiva (Kato, Mapes, Mera, Serratos, & Bye, 2009). Actualmente el maíz sigue siendo fundamental en la dieta del hombre en muchos países, su proceso de domesticación registra un avance considerable y su adaptación a diferentes altitudes se ha vuelto excelente para producir grano y variedades mejoradas (INEGI, 1997; Castillo, 2021)

Para determinar los posibles lugares donde se originó el maíz, se analizaron sus nudos cromosómicos, generando mapas que muestran su distribución en cuatro regiones de México y una en Guatemala; la primera localizada entre Oaxaca y Chiapas; la segunda en el occidente de Oaxaca; la tercera, en la región de la Mesa Central, en los estados de México, Puebla, Morelos, Tlaxcala y la Ciudad de México; la cuarta, entre Guerrero, el sur de Morelos, el suroccidente del Estado de México y el sur de Puebla. Investigaciones recientes sugieren que el posible centro de origen del maíz cónico norteño está en Chihuahua (Castillo, 2021).

2.2 El maíz en el contexto socioeconómico

La base del estudio científico para la conservación *in situ* de los maíces nativos se sostiene en la búsqueda de los parámetros de calidad sobre su uso final y su uso recientemente descubierto, considerando la caracterización fisicoquímica de los granos de diversas razas nativas de maíz (Fernandez, Morales, & Gálvez, 2013).

La diversidad de una especie es valorada independientemente de su uso. La importancia que poseen las especies por sus atributos genéticos, ecológicos, económicos, científicos, sociales, culturales, educativos, recreativos y estéticos son características aplicables para los maíces nativos cuya diversidad permanece en resguardo por los productores. Aunado a dichas características y a su centro de origen, el maíz nativo destaca por su adaptabilidad al cambio climático, a la variación en las prácticas agrícolas, a los cambios de regiones y por la resistencia a fitopatógenos, entre otros aspectos adversos (CBD, 2010).

2.3 Políticas públicas para el campo

2.3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En septiembre de 2015, los Estados miembros de las Naciones Unidas acordaron 17 ODS como parte de la Agenda de Desarrollo posterior a 2015. Estos objetivos se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio y tienen como objetivo lograr un desarrollo sostenible a nivel mundial para el año 2030. Los 17 objetivos buscan atraer la atención mundial y erradicar la pobreza, proteger el planeta y mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo en los próximos 15 años (ONU, 2015).

Con respecto de los ODS 1 y 2, los países aliados, incluyendo México, deben garantizar la protección social de las personas más vulnerables, especialmente los niños, para eliminar la pobreza y erradicar el hambre y la malnutrición. Esto debe lograrse mediante el consumo de alimentos nutritivos y suficientes, la duplicación de los rendimientos promedio de alimentos con prácticas ambientales y biodiversas, el manejo sostenible de los lugares de cultivo y la preservación de los recursos genéticos. También se debe aumentar la inversión en investigación agrícola, tecnológica y extensión rural (ONU, 2015).

El ODS 1 aborda la pobreza de manera multidimensional, lo que requiere la colaboración de diferentes actores, especialmente los gobiernos locales, quienes deben identificar a las personas más vulnerables y las herramientas adecuadas para eliminar la pobreza. Se debe hacer hincapié en los servicios básicos, la tecnología, financiamiento y el acceso a los recursos naturales así como fomentar la adaptación de las personas vulnerables ante situaciones desfavorables para reducir su exposición y vulnerabilidad (CGLU, 2015).

El ODS 2 tiene tres objetivos específicos para erradicar el hambre: seguridad alimentaria, mejora nutricional y agricultura sostenible. Los administradores locales tienen un papel importante en la promoción de la producción agrícola sostenible y el desarrollo económico. La erradicación del hambre beneficia a personas vulnerables, especialmente neonatos, mientras que la mejora nutricional se enfoca en menores de 5 años, mujeres embarazadas y adolescentes. Los productores agrícolas a pequeña escala deben tener acceso a insumos alternativos, tierras, apertura de mercados y empleos no agrícolas. El objetivo también busca sistemas de producción de alimentos sostenibles y resistentes al cambio climático (CGLU, 2015).

2.3.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) permite al Estado incentivar actividades económicas con una perspectiva de crecimiento para la independencia del país. El PND es una herramienta que identifica los problemas nacionales y presenta soluciones comprometidas con el desarrollo sostenible y económico, sin dañar la diversidad cultural ni el medio ambiente. Sus objetivos pretenden reforzar el mercado interno, estimular la investigación y el desarrollo social, restablecer los mecanismos fundamentales para el desarrollo agrario incluyendo a los pequeños productores, alcanzar la autosuficiencia alimentaria y revitalizar el campo, que en la actualidad obliga al país a importar el 50% de los alimentos que consume. A nivel local y global, se buscan objetivos de desarrollo sostenible que involucren a los productores del campo en sus diversas unidades de producción y a diferentes escalas (PND, 2019; Carmona, Sánchez, & Cruz, 2020).

2.3.3 Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces)

Los Pronaces buscan unir esfuerzos de investigación sobre problemáticas nacionales prioritarias, trazando objetivos a corto, mediano y largo plazo para solucionar el problema central. Se enfocan en el desarrollo de capacidades técnico-científicas y la interacción con actores del sector público o privado. La propuesta es multidimensional, aplicando conocimientos científico-tecnológicos y empíricos, saberes y experiencias de pobladores, emprendedores y funcionarios públicos interesados en el bien común y la preservación medioambiental. Los Pronaces coinciden con los ODS de la ONU y las preferencias de la administración federal (CONACyT, 2022).

El Pronaces de Soberanía Alimentaria busca transformar el sistema agroalimentario para solucionar problemas como la distribución desigual de la riqueza, la escasa contratación en el campo, el consumo excesivo de alimentos procesados y la disminución de los pequeños y medianos productores. Se requiere identificar problemas específicos y diseñar proyectos para obtener alimentos saludables y fortalecer los circuitos productivos, su comercialización, distribución y consumo de manera justa y equitativa. Las actividades para mejorar la producción de alimentos deben identificar problemas de manejo y crear una estrategia que contribuya a alcanzar los objetivos, que pueden estar contemplados en los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia incluidos en los Pronaces (CONACyT, 2021).

2.3.4 Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii)

Los Pronaii son programas piloto regionales que buscan abordar diversos problemas y tomar medidas efectivas basadas en sus causas. Estos programas consideran la diversidad nacional, analizan estrategias y metas, y pueden influir en ellas para redireccionarlas y

evaluar los resultados. Después de la administración actual, los Pronaii tienen como objetivo implementar tecnologías, innovaciones y métodos probados para escalar a nivel nacional e internacional. Además, son revisados por expertos reconocidos a nivel mundial y se desarrollan en instituciones de todo el país (CONACyT, 2021).

Las propuestas para los Pronaii de soberanía alimentaria buscarán resolver el problema central del país a través de metas interconectadas. Se implementarán prácticas económicas, sociales y agrícolas que impulsen la fuente y consumo de alimentos saludables, funcionales y amigables con el ambiente. Se promoverá el crecimiento colectivo y la mejora de la salud, especialmente para los grupos marginales con recursos limitados. Estos grupos desempeñan un papel importante en la preservación de la riqueza biocultural en los territorios, por lo que es necesario fortalecer los lazos sociales solidarios, conservar los ecosistemas y revitalizar las estrategias de vida en el campo (CONACyT, 2022).

Se requiere una evaluación multidimensional, interdisciplinaria y participativa de las propuestas presentadas por Pronaii, asegurando la protección de la cultura y el medio ambiente. El objetivo es fomentar la apropiación del conocimiento en innovación agrícola y alimentaria. Para ello, el proyecto debe contar con una estructura clara y detallada, y los actores involucrados deben demostrar experiencia en procesos de colaboración complejos y a largo plazo. Además, las propuestas deben incluir instrumentos como seminarios y talleres para el equipo de trabajo. (CONACyT, 2022).

2.3.5 Programas de asistencia

Con el tiempo, han surgido programas que tienen efectos tanto positivos como negativos en el desarrollo rural del país, porque la solución de los problemas rurales requiere más que recursos económicos. La mediación estatal es fundamental para formular e

implementar políticas públicas enfocadas al agro. La población rural siempre ha carecido de gestión social y, en última instancia, de información sobre la existencia de programas y sus beneficios. Las diferentes administraciones públicas se encuentran más preocupadas por intereses político-partidistas que en el desarrollo del campo, muestra de ello es el empleo de recursos para apoyos públicos en campañas electorales (Herrera, 2009).

El aumento del gasto público que se ha empleado en el agro en el Estado de México no ha reflejado el crecimiento de producción en tasas convenientes y demuestra el fracaso de políticas públicas neoliberales. Ejemplo de esto es el Programa de Apoyos Directos al Campo PROCAMPO, que pretendía: impulsar la reconversión productiva rural hacia cultivos más rentables; promover el asociativismo entre productores; impulsar el incremento en la competitividad de las cadenas productivas y eliminar el impacto ambiental. Sin embargo, no se logró la adopción de conocimiento productivo, innovación tecnológica ni organizativa (Almaguer et al, 2011).

2.4 El extensionismo como promotor de desarrollo agrícola

El servicio de extensión y asesoría es considerado como “el conjunto de las diferentes actividades que proporcionan la información y los servicios necesarios y demandados tanto por agricultores como por otros actores del sector rural para apoyarlos en el desarrollo de sus propias habilidades y prácticas organizativas, técnicas y de gestión a fin de mejorar sus medios de vida y bienestar” (Sulaiman & Davis, 2012).

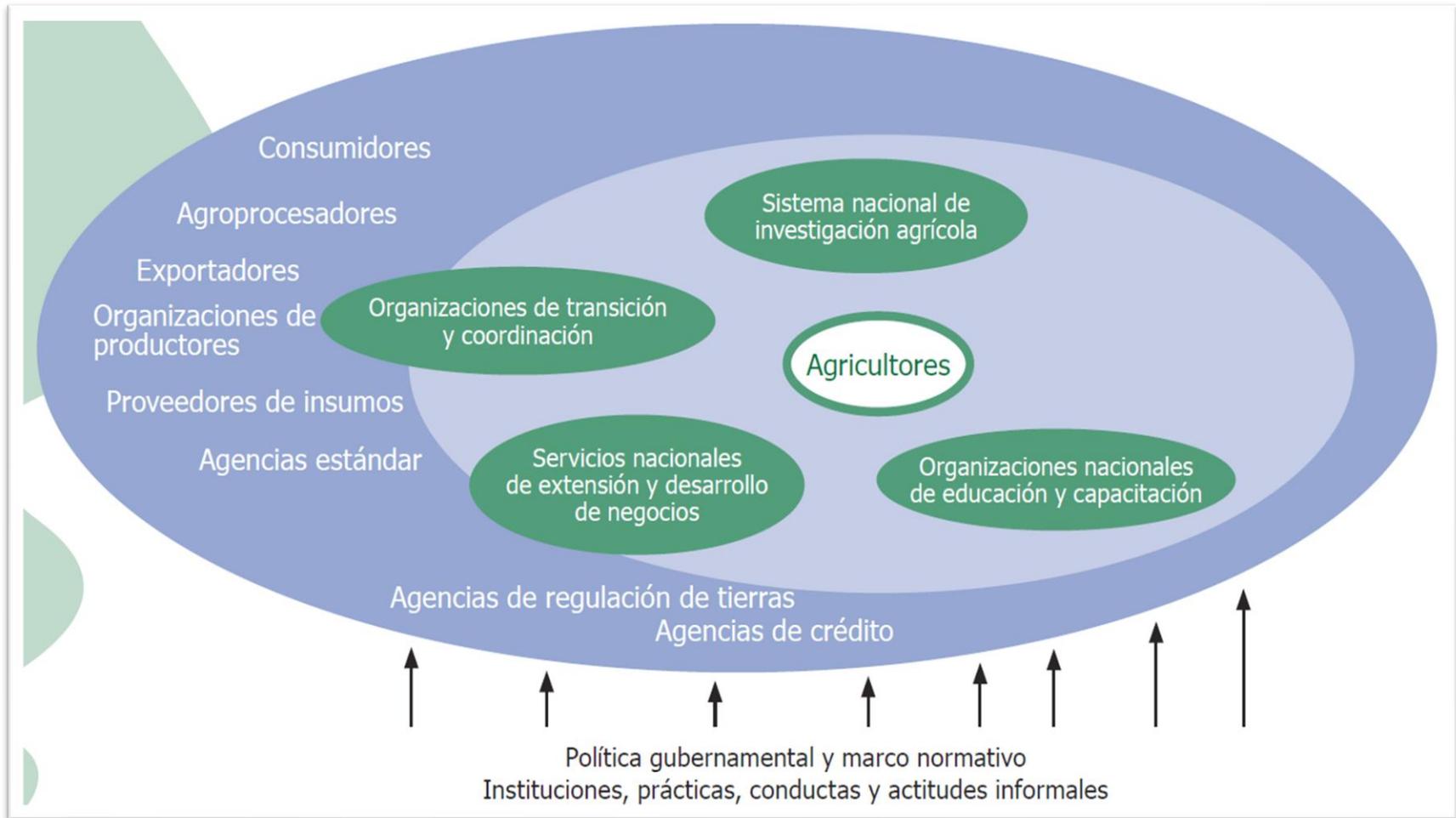
Para que la extensión brinde un servicio de calidad, es esencial que el servidor posea amplios conocimientos y realice una gestión social efectiva. Por esta razón, es esencial que el extensionista mantenga su conocimiento actualizado sobre las innovaciones y tecnologías (Ramírez, 2016).

El extensionista tiene la posibilidad de ampliar su oferta de servicios al apoyarse en los sistemas de innovación agrícola. Esto no solo implica transferir tecnologías, sino también

contribuir al empoderamiento de los productores, proteger el medio ambiente, promover el manejo sostenible de los recursos del territorio, garantizar la equidad de género, prestar atención a la eficiencia del recurso agua ante desastres climáticos, establecer vínculos con los mercados y enfocarse en el desarrollo de capacidades, entre otras responsabilidades (Sulaiman & Davis, 2012).

Un sistema de innovación agrícola es una cadena interactiva que involucra empresas, instituciones y grupos de personas para generar conocimiento y desarrollar nuevos productos, procesos y formas de organización económica. Este sistema también considera las instituciones y políticas que afectan su comportamiento y rendimiento. La figura número 1 muestra un ejemplo de un sistema de innovación agrícola que se utiliza para identificar y organizar intervenciones en el territorio, diseñar inversiones, gestionar el vínculo empresarial e institucional, promover el extensionismo rural y la capacitación constante en la promoción de la innovación agrícola (Sulaiman & Davis, 2012).

Figura 1 Ejemplo de innovación de un sistema agrícola



Nota. Adaptado de *Habilitación de la Agricultura: La evolución y las expectativas de estructuras de conocimiento agrícola* (p. 4), por Rivera, MW, Alex G., Hanson, J. y R. Birner, 2006. Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Internacional de Educación y Extensión Agrícola (AIAEE) en Clearwater Beach. Citado por Sulaiman, 2012.

Se ha propuesto Buenas Prácticas de Extensionismo Rural (BPER) para mejorar la eficiencia, efectividad y sostenibilidad del extensionismo rural. Las BPER se enfocan en la promoción de servicios para la producción e información, innovación tecnológica, capacitación y organización. El extensionista es clave para lograr seguridad alimentaria, fortalecer la competitividad y promover el desarrollo territorial (Ramírez, 2016).

Las Buenas Prácticas de Extensión Rural promueven servicios y proporcionan información a los agricultores para mejorar su eficiencia y productividad. Se basan en la comunicación efectiva, la participación de los agricultores y la adaptación de tecnologías y conocimientos a las necesidades locales. Brindan asesoramiento sobre técnicas agrícolas, acercamiento financiero, acceso crediticio, manejo de cultivos, uso eficiente de recursos y control de plagas. También difunden conocimientos sobre nuevas variedades de cultivos, conservación del suelo, métodos de riego y manejo de plagas para promover prácticas sostenibles y rentables.

Ramírez (2016) menciona que los servicios de producción e información son actividades de extensión que brindan organizaciones e instituciones específicas para mejorar la gestión de la producción y satisfacer las demandas de los sectores productivos, sociales, económicos e institucionales. Estos servicios pueden ser gestionados por el Estado, el sector privado, el sector académico o en conjunto (Tabla 1).

Tabla 1 BPER en la Promoción de Servicios para la Producción e Información

Vinculación de productores con servicios del territorio	Manejo de información con técnicas de extensión para decidir sobre producción, mercado y comercialización	Aplicación de prácticas y tecnologías adecuadas	Actualización de productores en tecnología y prácticas agropecuarias	Inducción sobre procedimientos técnicos y administrativos de las actividades productivas	Información oportuna de agrometeorología ante el cambio climático
¿Para qué sirve?					
Acceso a capacitación, asistencia técnica, crédito, información, seguros, insumos, mercados	Para capacitar a productores sobre el mercado a donde venderá sus productos, crédito, financiamiento, buenas prácticas agrícolas, valor agregado	Incrementar productividad, reducir riesgos, inocuidad, sostenibilidad ambiental, buenas prácticas de manejo	Actualización de conocimientos de prácticas de campo para identificar vacíos tecnológicos	Conocer los requerimientos laborales, administrativos y técnicos que aplica la empresa agropecuaria u organización	Estudio del estado del tiempo y siniestros climáticos, hechos registrados, pronósticos, prevención, mitigación, adaptación y cambio climático
¿Qué se debe hacer?					
Información sobre los servicios y enlaces regionales con las instituciones, para crear vínculos, contacto con extensionistas, base de datos y vinculación institucional	Empleo de métodos y técnicas de extensión, información digital para tomar decisiones	Demostraciones o prácticas de campo, como ejemplo el análisis de suelo con sus recomendaciones de muestreo	Diagnóstico tecnológico, interacción entre investigadores, extensionistas y productores, empleo de procesos participativos	Reuniones, procedimientos administrativos, parcelas demostrativas, generar espacios de confianza y comunicación efectiva	Identificación de cultivos sensibles, actores involucrados, políticas de cambio climático, uso de información meteorológica aplicada al campo, coordinación, divulgación y seguimiento

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez con información de (Ramírez, 2016), del Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica. INTA. San José, Costa Rica. pp. 43-52

Las BPER para promover la Innovación Tecnológica se refieren a las estrategias y métodos utilizados para fomentar la adopción y el uso de tecnologías innovadoras en el sector agrícola y rural. Estas prácticas tienen como objetivo principal mejorar la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad de las actividades agrícolas.

Estas BPER se deben enfocar en facilitar la adopción y el uso de tecnologías innovadoras en el sector agrícola y rural. Estas prácticas incluyen la identificación y evaluación de tecnologías, la capacitación y difusión de información, la adaptación de tecnologías, las demostraciones y visitas de campo, y el establecimiento de redes y alianzas.

El extensionismo rural desempeña un papel crucial en la promoción de la innovación tecnológica, ya que actúa como un puente entre los proveedores de tecnología y los agricultores. Las BPER se centran en brindar información, capacitación y asesoramiento técnico a los agricultores sobre las tecnologías más avanzadas y adecuadas para sus necesidades. La innovación implica la interacción entre usuarios y productores para crear y aplicar nuevas ideas. Un sistema de innovación está formado por organizaciones, empresas y capital social que comparten y emplean saberes económico sociales. Este sistema debe ser inclusivo y permitir la participación de múltiples actores para encontrar soluciones a largo plazo a los problemas prioritarios. La innovación no se limita a la transferencia de información, sino que es un proceso colectivo en el que los actores interactúan de manera no lineal en personas y organizaciones que impulsen el desarrollo territorial (Tabla 2) (Ramírez, 2016).

Tabla 2 BPER para promover la Innovación Tecnológica

Identificación de la demanda y/o necesidad a resolver	Promoción de la articulación entre investigación-extensión-productor para la innovación tecnológica	Establecimiento de proyectos conjuntos entre investigación-extensión-productores	Promoción de redes formales e informales para el intercambio de información y conocimiento	La gestión del conocimiento como medio para alcanzar la innovación	Integración de las tecnologías de información y comunicación en los procesos de innovación	Proceso de adopción de tecnologías	Utilización de sistemas de registros para el seguimiento y evaluación de proyectos de innovación y desarrollo
¿Para qué sirve?							
Asegurar la apropiación de la tecnología, su utilidad e impacto	Mejorar producción nacional por medio de mecanismos de acción conjunta, generación, transferencia, extensión y adopción de tecnología	Enfoque integral que respete el contexto y cultura, identifica el costo beneficio	Determina el punto de encuentro entre personas con intereses en común formal o informal, intercambio de información y generación de conocimiento	Recopilar, sistematizar, almacenar e intercambiar conocimiento, aprender de procesos y fenómenos agropecuarios	En agronomía, se utilizan dispositivos electrónicos y redes sociales para almacenar, procesar y difundir información. Esto ayuda a mejorar la comunicación y facilitar la gestión del conocimiento	Auxiliar a productores en problemas técnicos, dando inicio con la investigación en universidades o con la iniciativa privada para después validar en campo	Llevar un control y listado detallado de actividades en proyectos, informar, tomar decisiones, controlar labores para elevar rendimientos y planificar
¿Qué se debe hacer?							
Un diagnóstico que identifique la demanda de la investigación, tecnologías disponibles, promover participación de productores	Con diagnósticos participativos identificar la demanda, formulación de proyectos de innovación, busca fuentes de financiamiento	Formulación de proyectos con equipos multidisciplinarios, colaboración, transferencia y divulgación	Promover intercambio de conocimientos entre participantes, generar sinergias entre productores y extensionistas	Gestión de conocimiento, ser inclusivo, promover el intercambio dar saberes presencial y virtual, uso de TICS y uso de metodologías participativas y la comunicación horizontal	Identificar las TICS disponibles en el territorio, escoger las adecuadas para resolver problemas en la agricultura y difundir alternativas de solución	En agricultura brindar asistencia técnica, establecer procesos participativos con productores, planificar, sensibilizar, transferir tecnologías, coordinar, dar seguimiento y evaluar resultados	Enlistar actividades, usar una bitácora, recabar datos para analizar, apoyarse de programas de cómputo, monitorear objetivos, evaluar y medir logros

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez con información de (Ramírez, 2016), del Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica. INTA. San José, Costa Rica. pp. 53-7

Las Buenas Prácticas de Extensionismo Rural para la Capacitación se refieren a las estrategias y enfoques utilizados para brindar formación y capacitación efectiva a los agricultores y otros actores rurales. Estas prácticas tienen como objetivo mejorar los conocimientos, habilidades y capacidades de los beneficiarios, lo que a su vez contribuye a mejorar su productividad, eficiencia y sostenibilidad.

Estas prácticas incluyen la identificación de necesidades, el diseño de programas de capacitación participativos y adaptados, la selección de facilitadores capacitados, el uso de enfoques de aprendizaje práctico y el seguimiento y evaluación de la capacitación.

En la capacitación, las BPER persiguen la administración del conocimiento mediante variedad de metodologías, estrategias y técnicas para fomentar habilidades y capacidades en la creación y aplicación del conocimiento. La capacitación promueve la mejora en el rendimiento laboral de las personas por medio del desarrollo de sus habilidades y aptitudes (Tabla 3) (Ramírez, 2016).

Tabla 3 BPER para la Capacitación

Promoción del interaprendizaje (diálogo de saberes)	Integración de instancias de educación formal y no formal de los territorios para una complementariedad en la capacitación	Determinación del perfil del grupo que será capacitado	Gestión y desarrollo adecuado del taller como una herramienta de capacitación	Gestión y desarrollo adecuado del curso como una herramienta de capacitación y formación	Gestión y desarrollo del día de campo como una herramienta de capacitación	Gestión y desarrollo adecuado de encuentros, conferencias y congresos	Evaluación de las actividades de capacitación
¿Para qué sirve?							
Comparte saberes a través del diálogo horizontal	Interviene en un territorio de diferencias geográficas, sociales, culturales, económicas, políticas y de infraestructura para integrar la oferta institucional	Identificar las particularidades de la población a capacitar para ajustar el proceso y el aprendizaje surta efecto	Los participantes se apropian de los conocimientos, combinando teoría y práctica con un número limitado de personas de manera colectiva y participativa	Son sesiones formativas para impartir temas específicos según las necesidades del grupo, para fortalecer capacidades y destrezas	Convoca a un número grande de participantes para difusión de tecnologías y resultados	Selección de participantes con intereses en común, aprender, discutir e intercambiar experiencias, información y conocimientos	Evaluar el desempeño de los extensionistas, el aprendizaje de productores y replicar lo aprendido en las unidades de producción
¿Qué se debe hacer?							
Respetar, escuchar, dialogar, solucionar conflictos con armonía, usar metodologías, aprender haciendo	Hallar las necesidades educativas dentro del territorio, diseñar e implementar programas de capacitación y monitorear el servicio	Interactuar con la población para conocerla, considerar su tiempo y necesidades, emplear metodologías aprendiendo-haciendo	Identificar necesidades de capacitación, aplicar en fincas, parcelas demostrativas y vitrinas tecnológicas con logística	Establecer criterios de selección de personas, condiciones del lugar, equipo, material, metodología y otorgar constancias	Criterio de selección de participantes por perfil, interés y nivel de conocimientos de los temas, realizar un programa del evento y organizar delegando actividades	Comisionar la organización del evento, seleccionar participantes y conferencistas, hacer un programa del evento y publicitarlo, ofrecer reconocimiento y una memoria de temas vistos	Emplear encuestas de satisfacción sobre el desempeño de los extensionistas y evaluar la aplicación de conocimientos en las unidades de producción

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez con información de (Ramírez, 2016), del Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica. INTA. San José, Costa Rica. pp. 71-84

Las BPER para la organización se refieren a las estrategias y enfoques utilizados para organizar y gestionar eficientemente los servicios de extensión rural. Estas prácticas tienen como objetivo mejorar la efectividad y eficiencia de los programas de extensión, así como fortalecer la coordinación y colaboración entre los diferentes actores involucrados en el sector agrícola y rural.

Dichas BPER deben centrarse en la planificación estratégica, la coordinación y colaboración, la gestión del conocimiento, el monitoreo y evaluación, y el fortalecimiento de capacidades. Estas prácticas buscan mejorar la efectividad y eficiencia de los servicios de extensión rural, así como fortalecer la coordinación y colaboración entre los productores del sector primario y otros actores que intervienen.

La idea de las BPER para la organización es establecer conexiones entre las personas que transforman los productos, quienes los capacitan y las instituciones para producir capital social y potenciar la entrada al mercado, al mismo tiempo que se sincronizan requerimientos con investigadores y extensionistas. Solo bajo un conjunto de reglas y acuerdos entre personas que se comunican y colaboran en conjunto para alcanzar una meta compartida, surge una organización (Tabla 4) (Ramírez, 2016).

Tabla 4 BPER para la Organización

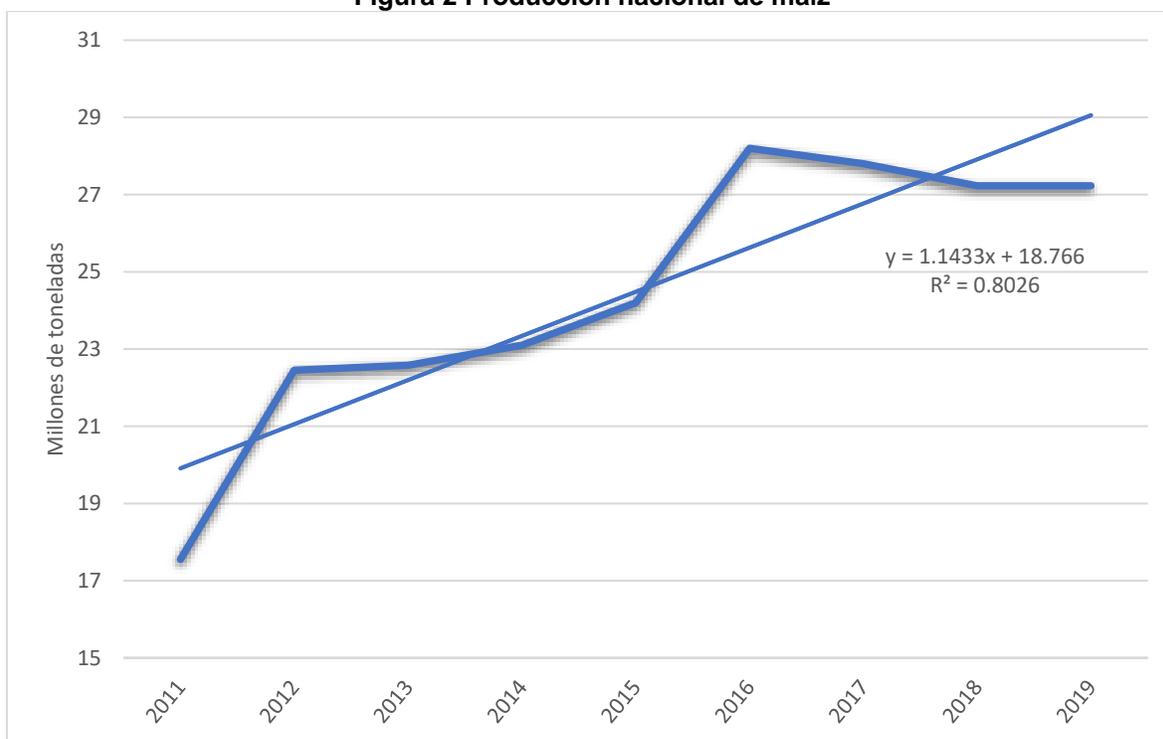
Integración de la juventud en la extensión	Promoción y rescate de valores en las diferentes organizaciones de productores	Integración de grupos de productores de acuerdo con sus condiciones económicas, sociales y agronómicas (orientada a la demanda)	Promoción del trabajo colaborativo en redes	Fortalecimiento de la asociatividad entre los productores
¿Para qué sirve?				
Dentro del marco familiar se prestará atención a las nuevas generaciones para que se desarrolle plenamente la agricultura familiar	Para coadyuvar en el desarrollo de actividades productivas, económicas, de protección al ambiente, de recreación, deportivas, artísticas, culturales y sociales entre las organizaciones de productores	Para asociarse y cumplir objetivos en común, adquirir poder de negociación e incidencia en las políticas y beneficiarse económica y socialmente	Acceder a información actualizada, oportunidades de mercado y capacitación para unir esfuerzos entre productores, instituciones y organizaciones	Es un mecanismo de cooperación entre productores, organizaciones y empresas para cumplir voluntariamente objetivos en común
¿Qué se debe hacer?				
Priorizar la equidad de género, resaltar la importancia de la participación juvenil en las unidades de producción con liderazgo participativo, sus capacidades empresariales y planes de negocios para el desarrollo de las organizaciones productivas. Generar proyectos por parte de Consejos Territoriales	Promover la asociatividad, el apoyo mutuo, el intercambio de productos y saberes, integrar a la familia, cumplir con reglamentos internos, comprometerse con lealtad, fomentar la equidad de género y trabajar con transparencia y valores en el desarrollo sostenible del territorio	Identificar actividades productivas, proponer figuras organizativas, elaborar planes de trabajo, planes estratégicos y formulación de proyectos,	Establecer alianzas entre actores del sector agropecuario, convocar para la creación de redes con temas en común y resaltar la importancia de participar en ellas, elaborar cronogramas de actividades y participar en reuniones y comisiones técnicas	Promover la participación social, sensibilizar para asociarse, fomentar la empatía, la igualdad, la preparación en las negociaciones, compartir riesgos en común y demostrar confiabilidad, transparencia, compromiso, trabajo en equipo, comunicación y liderazgo en las organizaciones

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez con información de (Ramírez, 2016), del Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica. INTA. San José, Costa Rica. pp. 85-97

2.5 El maíz en México

Durante el período de 2011 a 2019, la base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT) (2022) reportó que la producción de maíz en México aumentó en 1.14 millones de t anuales. En 2019, se registró una producción estimada de 27.22 millones de t, lo que representa una disminución en comparación con el año 2016 cuando se produjeron más de 28.2 millones de t, (Ver Figura 2). Durante el año agrícola 2020, se logró una producción de 27,7 t de maíz grano, lo que indica un crecimiento del 1.8% en comparación con el año anterior, mientras que las exportaciones disminuyeron quedando casi nulas (SIAP, 2021; Ramírez, y otros, 2020).

Figura 2 Producción nacional de maíz

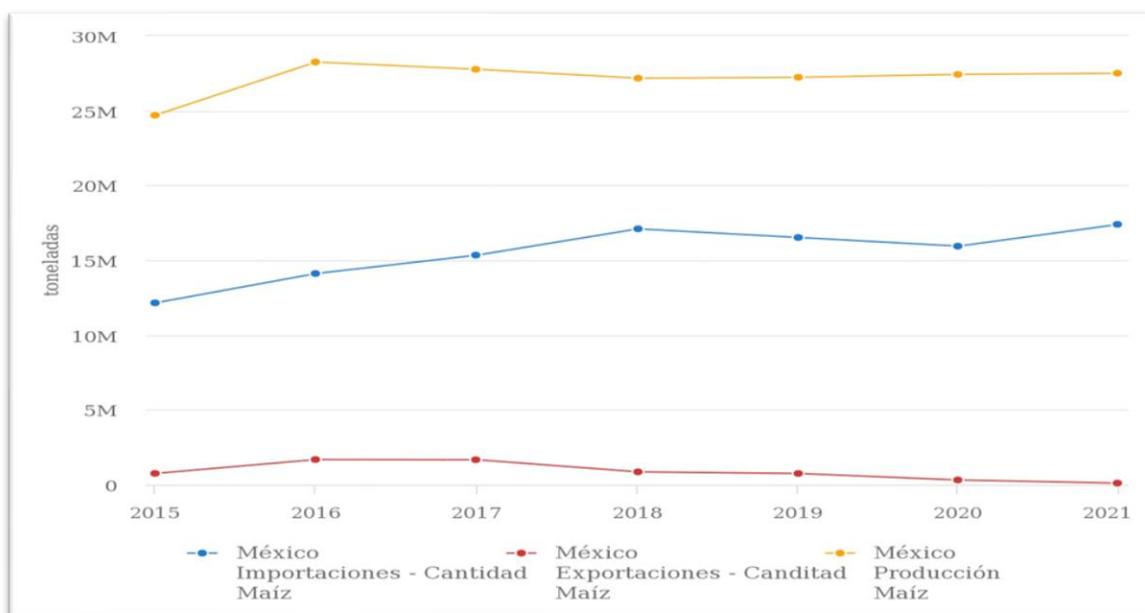


Fuente: FAOSTAT, 2022.

En contraste, México ha importado en promedio 15 millones de toneladas de maíz entre 2015 y 2020, (Ver Figura 3), lo que significa un déficit productivo del 36.8%. Se puede

observar una gran dependencia de las importaciones de maíz, especialmente del maíz amarillo. En el año 2016, se importaron 14 millones de toneladas, de las cuales 12.95 millones procedían de Estados Unidos, lo que representa el 98.45% del total. El resto fue importado de países como Brasil y Argentina. En 2018, México importó alrededor de 15.50 millones de toneladas de maíz, principalmente provenientes de Estados Unidos (FAOSTAT, 2022).

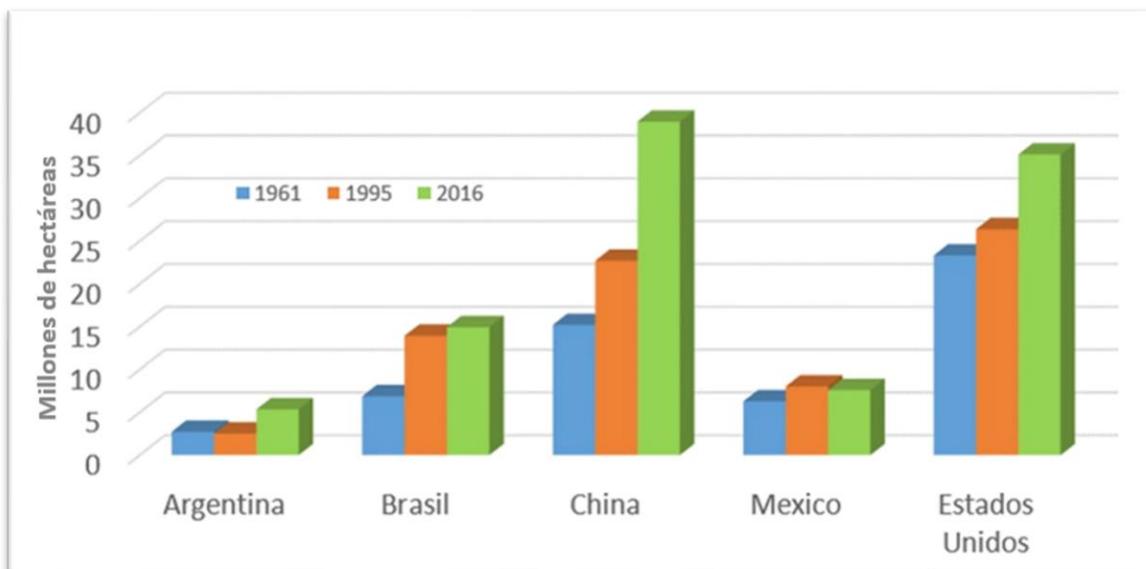
Figura 3 Producción, importación y exportación de maíz blanco y amarillo en México



Fuente: FAOSTAT, 2022.

Durante 55 años, la superficie dedicada al cultivo de maíz en cinco países destacados ha evolucionado de la siguiente manera: China, Estados Unidos, Brasil, México y Argentina, con alrededor de 37, 34, 14, 8 y 5 millones de hectáreas respectivamente, (Ver Figura 4) (Cervantes, 2018). Es necesario que México se enfoque en buscar estrategias para aumentar la productividad en la misma superficie, en lugar de incrementarla para lograr una mayor eficiencia (ATIDER, 2012).

Figura 4 Evolución en millones de hectáreas de maíz en los países productores



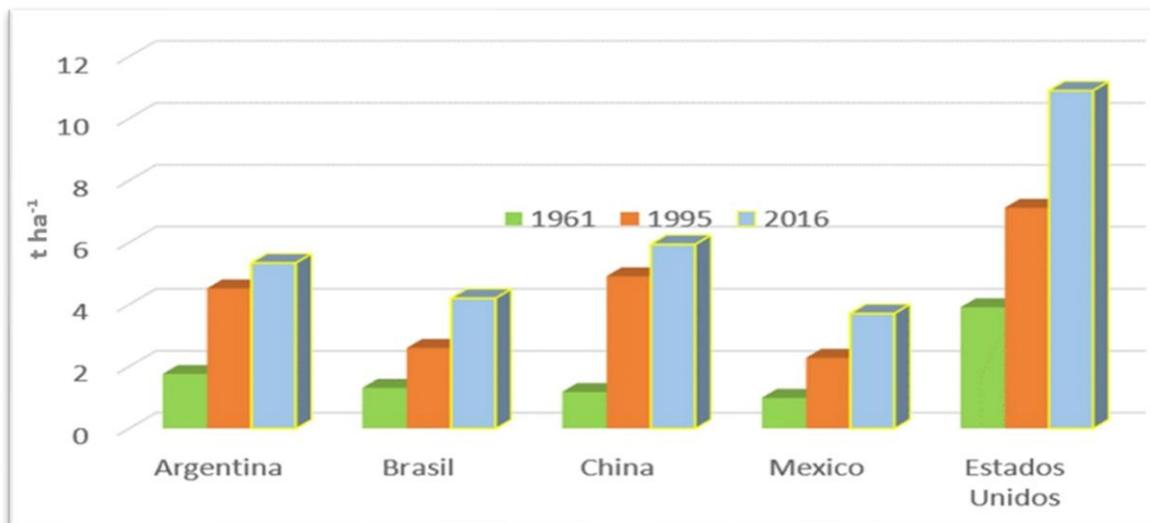
Fuente: Cervantes, 2018.

EUA lidera la competencia de adopción de innovación tecnológica y tiene un rendimiento promedio de 10.9 t ha^{-1} de grano. Además cuenta con registros que demuestran haber obtenido rendimientos que rebasan las 20 t, como el caso ocurrido en 2019, superando los registros anteriores al haber alcanzado una meta de rendimiento de 38.74 t ha^{-1} de grano, considerado a la fecha como la producción más alta obtenida por unidad de superficie (NCGA, 2019).

México no mejoró su productividad significativamente al paso de 55 años ya que el rendimiento pasó de 0.993 t ha^{-1} a $3,718 \text{ t ha}^{-1}$, (Ver Figura 5) y aunque dichas cifras representan un aumento de rendimiento de 374%, todavía sigue siendo insuficiente para cubrir la demanda nacional y no se compara con el rendimiento obtenido por Estados Unidos que, en 1961 partió de 3.918 t ha^{-1} (semejante al que México obtuvo en 2016) y al paso del mismo periodo de tiempo logró casi triplicarlo con 11.743 t ha^{-1} . China llegó a 5.966

t ha⁻¹, Argentina pasó de 1.767 t ha⁻¹ a 7.442 t ha⁻¹ con un aumento del 421% y Brasil de 1.312 t ha⁻¹ a 4.287 t ha⁻¹ con un 326% (Cervantes, 2018; FAOSTAT, 2022).

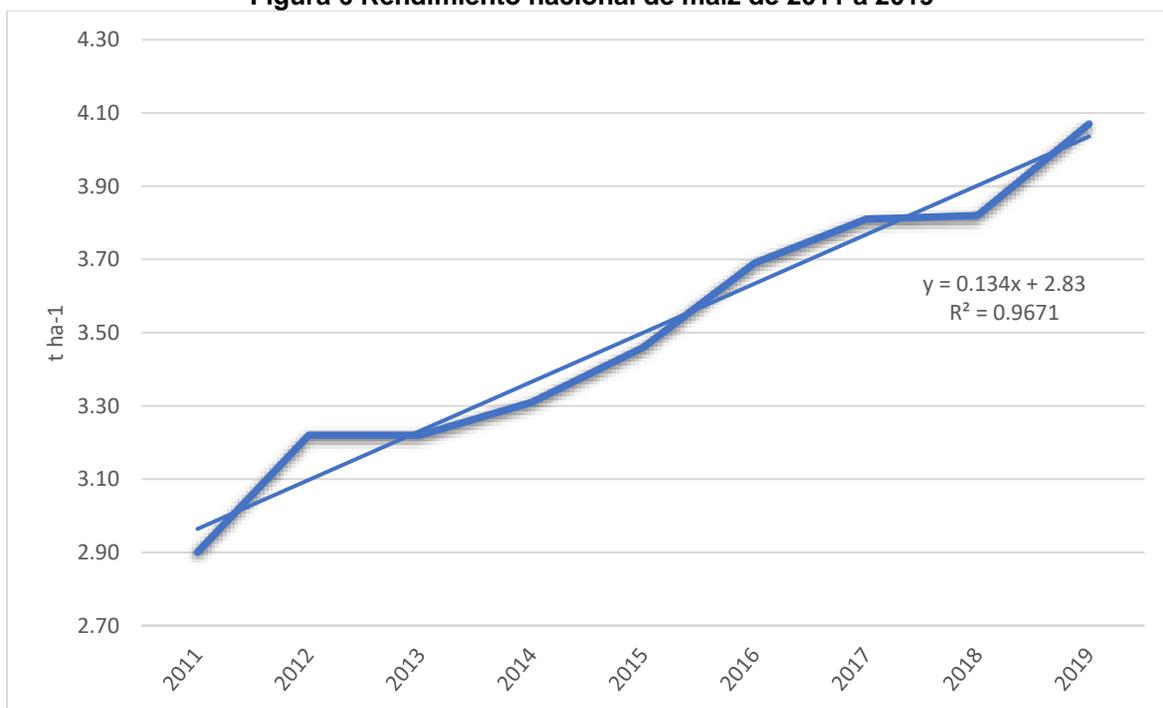
Figura 5 Evolución del rendimiento de maíz en países productores



Fuente: Cervantes, 2018.

En 2019, la ONU reportó que el rendimiento promedio de maíz en México fue ligeramente superior a 4 t ha⁻¹. Sin embargo, este resultado es poco alentador, ya que durante la década anterior, el promedio se situó en torno a las 3 t ha⁻¹ (Ver Figura 6) (FAOSTAT, 2022).

Figura 6 Rendimiento nacional de maíz de 2011 a 2019



Fuente: FAOSTAT, 2022.

2.6 El maíz en el Estado de México

El aprovechamiento del maíz en el estado de México al final del ciclo depende de diversos factores. Los más relevantes son el tamaño de la superficie de siembra, la genética del material utilizado, el clima, la inversión de capital, el manejo del cultivo y la demanda del mercado. Cada uno de estos factores influye en la obtención del rendimiento adecuado del maíz (Orozco, García, Álvarez, & Mireles, 2017).

En 2017, en el Estado de México, la producción promedio de maíz fue de 2'120,000 t, en condiciones de temporal que representa el 79% y de riego un 11% (SIAP, 2020). En 2018, el maíz grano producido en el Estado de México alcanzó una cantidad de 2'332,072 t, lo que lo sitúa en el tercer lugar a nivel nacional, superado únicamente por Sinaloa y Jalisco (SADER, 2018). La demanda no cubierta estimada de maíz blanco es de 389,310 t, que

representa el 18.4% y de amarillo es de 741,740 t con el 35% restante (García, Skaggs, & Borja, 2016).

En nuestro país, se han obtenido los mayores rendimientos en el cultivo en la Mesa Central, El Bajío, Altos de Jalisco y Norte de Sinaloa, alcanzando de 10 a 16 t/ha gracias a un adecuado manejo que incluye el uso de semillas de calidad, densidades poblacionales elevadas, un eficiente control de plagas y maleza, una dosificación adecuada de fertilizante en cada etapa del cultivo y una buena gestión del agua a través de sistemas de riego o aprovechando las condiciones meteorológicas. Los productores que poseen sistemas tecnológicamente avanzados buscan mejorar constantemente su producción sin incrementar la superficie de cultivo, gracias a la información transmitida sobre tecnologías innovadoras (Cervantes, 2018).

Durante un período de siete años, desde 2012 hasta 2019, el Estado de México experimentó un notable aumento en la producción de maíz grano en toneladas, ocupando el cuarto lugar en el ranking de los 10 principales productores, por detrás de Jalisco, Sinaloa y Michoacán. A pesar de una disminución del 10.1% en la superficie de cultivo, la entidad mexiquense logró un incremento del 20.31% en su producción, pasando de 1'547,000 a 1'861,000 toneladas de maíz. En 2012 se cosecharon cerca de 522,000 hectáreas mientras que en 2019 se redujo a poco más de 469,000 (Tabla 2). Cabe destacar que el rendimiento medio de la producción de grano de maíz mexiquense aumentó en un 32.6% entre 2012 y 2019, pasando de 2.97 t ha⁻¹ a un promedio de 3.97 t ha⁻¹ (SIAP, 2020).

Tabla 5 Volumen de producción nacional de maíz grano de 2012 a 2019

Rank	Entidad federativa	Superficie cosechada (ha) 2012	Superficie cosechada (ha) 2019	Variación (%) Superficie cosechada 2012-2019	Producción obtenida (t) 2012	Producción obtenida (t) 2019	Variación (%) Producción obtenida 2012-2019	Rendimiento medio obtenido en 2012 t/ha	Rendimiento medio obtenido en 2019 t/ha	Variación (%) Rendimiento 2012-2019
	Total nacional	6,914,829	6,669,069	-3.55	21,954,215	27,108,091	23.48	3.19	4.23	32.60
1	Sinaloa	386,976	552,257	42.71	3,680,697	6,364,152	72.91	9.39	11.57	23.22
2	Jalisco	584,028	589,681	0.97	3,235,307	3,818,355	18.02	5.54	6.48	16.97
3	Michoacán	464,336	416,775	-10.24	1,799,839	1,944,278	8.03	3.88	4.67	20.36
4	México	521,999	469,232	-10.11	1,547,122	1,861,371	20.31	2.97	3.97	33.67
5	Guanajuato	331,393	378,650	14.26	1,217,413	1,705,786	40.12	3.67	4.56	24.25
6	Chihuahua	186,431	214,493	15.05	1,109,343	1,415,847	27.63	5.97	6.61	10.72
7	Guerrero	465,747	441,160	-5.28	1,254,695	1,256,345	0.13	2.80	2.85	1.79
8	Chiapas	706,548	672,812	-4.77	1,402,640	1,254,507	-10.56	1.99	1.87	-6.03
9	Veracruz	553,184	509,754	-7.85	1,271,731	1,113,140	-12.47	2.31	2.18	-5.63
10	Puebla	565,054	517,048	-8.50	994,805	961,564	-3.34	1.77	1.98	11.86
	Resto	2,149,133	1,907,207	-11.26	4,440,623	5,412,746	21.89	0.84	0.44	-47.62

Fuente: SIAP, 2020.

III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad está relacionado contemporáneamente con la durabilidad de las cosas a través del tiempo y este concepto ha sido bien aceptado por la sociedad actual (Fosado & Ayala, 2019).

La FAO tiene como objetivo fomentar una alimentación y agricultura sostenibles, lo que significa asegurar que los alimentos sean nutritivos y accesibles para todos, al mismo tiempo que se gestionan los recursos naturales de manera responsable y sostenible. Para lograr esto, es necesario preservar los ecosistemas y satisfacer las necesidades humanas presentes y futuras (FAO, 2023).

Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible consiste en satisfacer las necesidades de la población actual sin perjudicar a las generaciones futuras, mediante la inclusión social y la adaptación a los cambios, y abordando problemáticas como el cuidado del medio ambiente y el desarrollo territorial. Se requiere equilibrio, justicia, igualdad, calidad de vida e integración de los recursos del territorio y elementos naturales para lograr un crecimiento económico sostenible y eliminar la pobreza (ONU, 1987).

Promover el desarrollo sostenible en un contexto contemporáneo requiere de la participación de todos los actores relevantes. Tomando en cuenta las trayectorias institucionales, las intervenciones político-administrativas, los roles de las organizaciones sociales o productoras, los interesados en la producción, distribución, comercialización y

transformación de insumos primarios, entre otros, han contribuido y mantenido la situación actual (CONACyT, 2022)

El desarrollo rural sostenible enfocado en el territorio es considerado como el paso al cambio activo del desarrollo territorial, mediante la moderada identificación de las actividades primarias, conforme a las posibilidades de los recursos territoriales con que se cuenta más las capacidades y potencialidades que tienen los productores. Para que dicho enfoque rinda frutos es preciso enlazar territorialmente las políticas económicas, ambientales, sociales y culturales basadas en la participación y la descentralización (Sepúlveda & Duncan, 2008).

3.2 Sustentabilidad

La sustentabilidad consiste en lograr un equilibrio entre el uso de los recursos naturales y las necesidades humanas, sin afectar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este enfoque abarca aspectos sociales, económicos y ambientales, buscando minimizar el impacto negativo de las actividades humanas en el medio ambiente y promoviendo la conservación y uso eficiente de los recursos naturales. En definitiva, se trata de adoptar políticas y prácticas que permitan el desarrollo a largo plazo sin poner en riesgo la calidad de vida de las personas y el equilibrio ecológico del planeta (Ibarra, 2019).

La sostenibilidad implica la gestión responsable y equilibrada de los recursos naturales, sociales y económicos, para garantizar su conservación y uso eficiente a largo plazo. Además, busca promover el desarrollo económico y social sin poner en riesgo el medio ambiente y el bienestar de las comunidades. Es un enfoque integral que busca equilibrar las necesidades humanas con la protección del planeta y su diversidad biológica (Fosado & Ayala, 2019).

Por otra parte la sustentabilidad está más enfocada a los aspectos finitos y delimitados del planeta, como el acelerado agotamiento de los recursos del territorio, con la sobrepoblación

del mundo, con la producción razonable en los sectores primario y de transformación y la contaminación (Zarta, 2018).

3.3 Maíz nativo

El maíz nativo es el resultado de la evolución y domesticación realizada por sus custodios. Durante este proceso, el maíz ha experimentado una gran diversificación debido a factores ecológicos, ambientales y antropogénicos. Los extensionistas rurales tienen la responsabilidad de fomentar la conservación de semillas nativas, así como de proporcionar información y tecnología avanzada a los productores de maíz, para mejorar su productividad y rentabilidad. El maíz nativo está adaptado a condiciones específicas de una ubicación geográfica, y los diferentes ecotipos adaptados a micronichos ecológicos específicos son capaces de dar mejores resultados que el maíz mejorado (Castillo, 2021). La existencia de diversas variedades de maíz nativo sigue siendo relevante, especialmente en las zonas donde se practica la agricultura tradicional. Desde la década de 1940 se han descrito diferentes razas nativas de maíz en México (Perales & Golicher, 2014).

3.4 Alto rendimiento de maíz

Se presenta el concepto de alto rendimiento de maíz como una solución a la problemática de bajo rendimiento en este cultivo. Este concepto se divide en cuatro temas generales que desglosan veinticuatro particulares. El primer tema se enfoca en la actitud y convencimiento de los productores hacia la mejora continua que contempla: la visión de futuro; la capacitación; y la organización para la producción. El segundo término se centra en la preparación para una siembra exitosa, considerando factores limitantes como: el análisis de suelo; un plan de producción; el sistema administrativo; la nivelación de suelo; los mejoradores de suelo; la labranza adecuada; el manejo eficiente de agua y drenaje; la construcción de materia orgánica; la selección de semilla; y la siembra de precisión con una

buena distribución de semillas. El tercer tema se refiere a los cuidados del cultivo exitoso, que incluyen: el control eficiente de maleza, plagas y enfermedades; la nutrición balanceada, sincronizada y de calidad; el monitoreo permanente del cultivo; una cosecha adecuada; la rotación de cultivos y manejo poscosecha. Por último, el seguimiento y control que hace referencia a: la evaluación de resultados; la determinación sobre lo que se puede mejorar y considera nuevas prácticas; el establecimiento de una nueva meta de rendimiento para el ciclo entrante; y la evaluación del desempeño de los productores organizados (ATIDER, 2012; INTAGRI, 2018).

IV. JUSTIFICACIÓN

La búsqueda de la seguridad alimentaria como estrategia para dar fin a la pobreza, erradicar el hambre, la mejora productiva y las acciones amigables con el ambiente, son algunos de los aspectos que se encuentran enlistados dentro de los primeros dos Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, que pueden lograrse mediante la elevación de la productividad de los alimentos básicos, en este caso del maíz, la generación de estrategias que coadyuven al impulso económico al interior de los territorios rurales y en su interior se obtengan las materias primas y los sistemas productivos generen los recursos económicos en un sistema recirculante en beneficio de todos los actores participantes, la disponibilidad suficiente de recursos del territorio, el logro de productos inocuos, el valor nutricional adecuado para la alimentación humana que permita a los consumidores obtener el aporte energético mínimo necesario que les dé acceso a una vida saludable, y la disponibilidad ininterrumpida de dichos productos (ONU, 2015).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura considera que el cambio climático repercutirá en la producción de alimentos, las variaciones constantes en la cantidad de precipitación pluvial y el aumento de sequías e inundaciones influirá con mayor certeza negativamente en el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, el manejo sostenible de los recursos territoriales por parte de los productores en el sector primario es crucial para impactar positivamente en los procesos de adaptación ante el cambio climático (FAO, 2017).

Tomando en cuenta que la producción de maíz en México no alcanza a satisfacer la demanda de consumo humano y animal, la autosuficiencia alimentaria se ve lejana. El principal problema es que no se ha podido dar solución a la productividad de maíz al interior

del país y en consecuencia se importa 36.8% de lo que se consume a nivel nacional, situación que ha mantenido la dependencia alimenticia, principalmente de granos con EUA (Ramírez, y otros, 2020).

Para el Estado de México es una situación aún más preocupante puesto que sigue siendo de las entidades que tiene los rendimientos más bajos, 3.97 t ha⁻¹, SIAP (2020), ligeramente por encima de la media nacional 3.0 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2022).

La importancia de encontrar un modelo de producción que ayude a elevar la productividad de maíz nativo radica en la búsqueda de la autosuficiencia alimentaria y de rescate al campo para satisfacer la demanda local, producir maíz de una forma amigable con el ambiente, influir positivamente en el desarrollo económico y prosperar las condiciones de vida de los productores. El presente trabajo trata de desarrollar y proponer estrategias de mejora para la productividad de maíz nativo.

Para tener incidencia sobre los objetivos particulares de la Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario, en el presente trabajo se aborda al desarrollo territorial mediante una propuesta de intervención que busca resolver la problemática que ocasiona la baja productividad de maíz e involucra a los actores del medio rural, instituciones de investigación, gobiernos de los distintos órdenes, iniciativa privada y productores, entre otros, empleando el desarrollo de habilidades y destrezas especializadas.

Desde la perspectiva de la agroindustria rural, es importante aumentar la cantidad de materia prima para satisfacer la demanda del mercado de maíces nativos. La estrategia propuesta también considera elevar la calidad del grano, para su diferenciación y

transformación, además de generar estrategias de distribución efectivas para llegar al consumidor final. Para lograr esto, es necesario utilizar servicios de extensionismo y asesoría en un sistema de innovación agrícola, desarrollando capacidades para enfrentar los nuevos retos del desarrollo agrícola, como la baja disponibilidad de agua, los suelos erosionados y con menor fertilidad, la preservación del medio ambiente y recursos del territorio. Todo esto debe estar encaminado a aumentar la productividad del maíz y alcanzar la autosuficiencia alimentaria.

V. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Desarrollar una estrategia sobre el manejo sostenible del cultivo de maíz nativo en San Mateo Mozoquilpan para promover el alto rendimiento.

6.2 Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico técnico productivo de maíz en el territorio.
- Diseñar la estrategia sostenible de producción local de maíz nativo.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

El presente trabajo se trató de una investigación- acción- participativa (IAP) en donde cada uno de los tres ejes tiene su manera de actuar y se interrelacionan entre sí como lo mencionan Chávez y Daza (2003:122). *“Si se definen la investigación como la producción sistemática de conocimientos; la acción como la modificación intencional de una realidad dada que trae como resultado cambios (independientemente de si tiene éxito o no); y la participación como el proceso organizado de interacción de un grupo de individuos, entonces la IAP se entenderá como una práctica de ciencia social aplicada, que por medio de un método cualitativo de construcción de conocimiento, tiene como fin intervenir un escenario concreto, a través del trabajo participativo”* (Chávez & Daza, 2003). Se realizó una extensa invitación a los productores de maíz nativo de San Mateo Mozoquilpan, de los cuales un grupo selecto (39 participantes) mostró interés y se comprometió a colaborar en la realización de la presente investigación.

En este sentido, también se adoptó un enfoque de extensionismo rural, el cual forma parte de la investigación acción participativa y se vincula de cierta manera como lo menciona Jiménez (2019:41p.):

“...las experiencias de los procesos de acompañamiento e investigación donde la IAP y diversos métodos participativos están involucrados, con el fin de que apoyen la toma de decisiones técnicas y metodológicas para investigar, promover procesos educativos, de concientización y de reconocimiento de formas de vida rural en los diferentes actores que participan y buscan el bienestar de las familias a través de los programas de extensión rural” (Jiménez, 2019).

La intención de este enfoque fue atender la realidad que se presenta con respecto de la baja productividad de maíz nativo y proponer una estrategia de manejo sostenible del cultivo. Para ello, la presente propuesta contempló las siguientes dos fases metodológicas, en primera instancia un diagnóstico y posteriormente una propuesta:

6.1 Primera Fase. Diagnóstico Rural Participativo (DRP)

Se empleó una variante adaptada de la metodología del DRP de Expósito (2003) como una herramienta de autoevaluación para que los productores puedan identificar sus capacidades y competencias mediante su experiencia y conocimiento, y así tomar decisiones para solucionar problemas que causan una baja productividad del cultivo de maíz y proponer una estrategia de planificación adecuada. El principio fundamental de participación como extensionista rural en la elaboración del DRP no es ser instructor de los productores de maíz, sino ser receptor de los conocimientos y sabiduría adquiridos por los trabajadores del medio rural a través del tiempo, mostrando un gran interés en aprender y observar. Es importante tener en cuenta que cada persona percibe la realidad de manera diferente y que las contradicciones ayudan a obtener un conocimiento más amplio, unificar criterios y encontrar soluciones a los diferentes problemas en el manejo integral del cultivo de maíz (Expósito, 2003).

Se realizaron visitas exploratorias en la comunidad y el ejido de san mateo Mozoquilpan para identificar a los actores clave líderes y/o representantes con quienes se tuvo un primer acercamiento. Para la identificación de los productores de maíz se empleó una estrategia de selección de informantes clave, mediante un muestreo no probabilístico del tipo bola de nieve, como lo mencionan Martín y Salamanca (2007) y aprovechar la red social existente a manera de buscar ampliar paulatinamente los sujetos partiendo del primer productor identificado (Crespo & Salamanca, 2007).

Se llevaron a cabo recorridos en campo para identificar a los actores informantes, que incluyeron al comisariado ejidal, productores y jornaleros. Se realizaron entrevistas a todos ellos y, en particular, a los productores se les administró un cuestionario para obtener

información más precisa sobre las actividades que llevan a cabo durante el ciclo productivo del maíz.

El cuestionario se enfoca en los factores que contribuyen a los bajos rendimientos en la producción de maíz por parte de los productores locales y consta de cuatro temas principales. El primer grupo se centra en la preparación del suelo y contiene cinco preguntas; el segundo trata sobre la siembra y consta de ocho preguntas; el tercero se enfoca en el monitoreo y control y contiene trece preguntas; finalmente, el último grupo aborda temas administrativos y contiene once preguntas, ver Anexo I.

Una parte esencial del trabajo se centró en el marco contextual para analizar la información documental. Se consultaron fuentes secundarias como bases de datos en internet como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Comisión Económica para América latina y el Caribe (CEPAL), Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), Secretaría de Economía (SE), Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA RURAL), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCyT) y Red Latinoamericana para Servicios de Extensión Rural (RELASER), entre otras, que ayudaron a complementar la información. Se emplearon el uso de herramientas de apoyo como grabadoras de voz y cámaras con la autorización de los entrevistados para poder utilizarlas.

6.2 Segunda Fase. Diseño de la estrategia de producción sostenible

Con base en la información del diagnóstico se prestó atención a las principales problemáticas identificadas. Se realizaron talleres participativos con los productores donde se compartieron experiencias sobre el manejo convencional del cultivo de maíz nativo, al mismo tiempo que se les daba a conocer experiencias de campo y se compararon resultados del modelo de alto rendimiento propuesto por ATIDER (2012), con maíces comerciales en la misma región de estudio, para conocer y comparar los resultados obtenidos en otras localidades de similares condiciones a las suyas y la posibilidad de que adopten e implementen la estrategia de manejo sostenible de maíz nativo con enfoque de alto rendimiento en sus unidades de producción, adaptándose a sus necesidades.

Se expusieron los problemas más significativos para lograr la identificación de las alternativas que se adecúen a la situación particular de cada grupo de productores y en los siguientes ciclos productivos puedan poner en práctica las soluciones más adecuadas considerando la revisión de literatura y generando discusión.

Se realizó un árbol de problemas y un árbol de objetivos con la información recabada para ordenar las necesidades identificadas en el diagnóstico territorial y reforzar la estrategia con sus respectivas propuestas alternativas de manejo del cultivo. La visión se centra en poder incrementar los rendimientos de maíz nativo por medio de una estrategia bien fundamentada.

VII. RESULTADOS

7.1 Generalidades de la comunidad de San Mateo Mozoquilpan

7.1.1 Localización y datos demográficos

La comunidad de San Mateo Mozoquilpan se localiza en el Municipio de Oztolotepec, perteneciente a la Región VI Ixtlahuaca en el Estado de México. Dicho municipio limita al norte con Temoaya, Isidro Fabela y Jilotzingo; al este con Jilotzingo y Xonacatlán; al sur con Xonacatlán, Lerma y Toluca; y al oeste con Toluca y Temoaya (GEM, 2022).

La localidad está ubicada al sur de la cabecera municipal, a una distancia de 1.5 kilómetros. Limita al sur con Santa María Tetitla, al oeste con San Lorenzo Oyamel, al norte con San Agustín Mimbres y al este con San Isidro Las Trojes, todas ellas pertenecientes a Oztolotepec.

Según datos del Padrón e Histórico de Núcleos Agrarios del Registro Agrario Nacional (PHINA), la comunidad de San Mateo Mozoquilpan se ubica geográficamente en los 99°31'46.95" de longitud Oeste y en los 19°25'17.84" de latitud Norte (PHINA, 2023). La altitud va de 2585 a 2605 msnm y se encuentra ubicado en la región VI del estado de México (AMR, 2016). La temperatura media anual va de 10 a 13°C, con un mínimo de -7°C en época invernal y un máximo de 32°C en primavera (Meteored, 2022), la precipitación pluvial media anual es de 872.7 mm y por tanto se considera un clima semifrío subhúmedo (GEM, 2022; CONAGUA, 2019). El tipo de suelo que predomina en la comunidad de San Mateo Mozoquilpan es el vertisol¹.

¹ Tipo de suelo que se caracteriza por ser de una consistencia arcillosa, pesada y de difícil laboreo cuando se encuentra con poca humedad, su color va de una tonalidad grisácea al negro, la filtración de agua que ocurre en su interior es lenta, contienen un porcentaje alto de materia orgánica, lo que lo convierte en un suelo muy fértil, considerados como ideales para la producción agrícola (AMR, 2016).

Esta comunidad ocupa el cuarto lugar en cuanto a población dentro del municipio, entre las más habitadas. La población registrada es de 5,102 personas, de los cuales 2,609 son mujeres y 2,493 hombres, los menores de 0 a 14 años suman 1,317, los adultos que tienen entre 15 y 29 años son 1,451, los adultos de 30 a 59 años son 1,889, los que tienen más de 60 años suman 445, las personas que tienen alguna discapacidad son 179 y el promedio de escolaridad es de 9.52 (INEGI, 2020).

En San Mateo Mozoquilpan se ofrecen diversos servicios, como atención médica en un Centro de Salud Rural, cuidado especializado para personas mayores en una Casa del Adulto Mayor, ayuda a personas en situación de vulnerabilidad por adicciones a través de un grupo de rehabilitación, y clases de taekwondo en un Centro de Desarrollo Comunitario que también dispone de canchas de basquetbol y futbol. Además, hay tres jardines de niños, dos escuelas primarias y una secundaria para la educación básica, así como una Delegación Municipal, un cementerio y un templo católico perteneciente a la religión que predomina en la comunidad (INEGI, 2020).

La comunidad católica de San Mateo Mozoquilpan y del ejido de San Mateo Mozoquilpan celebran su feria anual en honor a la Virgen de los Remedios, que se lleva a cabo entre la última semana de agosto y la primera de septiembre. Durante este evento, se realiza la "danza de los abuelos" y un desfile por las calles principales con "los Chinelos". Las familias y la mayordomía católica elaboran arcos de portada para el templo a mano con diferentes materiales y se encienden fuegos pirotécnicos llamados "bombas" y "toritos". Además, se instalan juegos mecánicos y puestos de feria que ofrecen pan, comida, dulces regionales y mole, un alimento tradicional. Además, en la tercera semana de septiembre, la mayordomía juvenil organiza la fiesta patronal en honor a San Mateo apóstol.

7.1.2 Giros comerciales

En la comunidad se encuentran registrados 295 establecimientos comerciales de diferentes giros, incluyendo clínicas dentales, clínicas veterinarias, carnicerías, taquerías, papelerías, cocinas, una pizzería, panaderías, jugos y licuados, misceláneas, pollerías, recauderías, florerías, farmacias, estéticas, ciber, ferreterías, una marmolería, vidrios y aluminio, una vulcanizadora, servicio automotriz, tiendas de ropa y regalos, un taller de costura, un taller de peluche, una carpintería, un vivero de plantas, y molinos de chiles secos y nixtamal. Además, hay 12 tortillerías, dos de ellas elaboran tortillas con máquina de gas y las demás son de elaboración manual con prensa (INEGI, 2020).

El gobierno municipal de Ocotlán ha fomentado una nueva actividad económica de autoempleo en San Mateo Mozoquilpan, que se centra en la producción de bisutería con hojas de maíz (totomoxtle). Aunque esta actividad está relacionada con la producción de maíz, éste no se utiliza como alimento, sino que se le da un valor agregado mediante la creación de productos artesanales. Además, se ofrecen talleres de chocolatería, pasta francesa, dulces típicos y manualidades para impulsar el emprendimiento y el empoderamiento de las mujeres en la comunidad (PDM, 2022).

Cada semana, los lunes y martes, se lleva a cabo un tianguis en las canchas de fútbol y en el centro de San Mateo Mozoquilpan, respectivamente. En este mercado se pueden encontrar diversos productos básicos como alimentos preparados, frutas, verduras, hortalizas, quelites, granos, semillas, carne, pescados, ropa, calzado y flores, entre otros. Cabe destacar que no todos los vendedores son de la comunidad, ya que también participan vecinos de otras localidades del municipio, como San Mateo Capulhuac, que es conocido por ser un importante productor y es el principal proveedor de hortalizas del tianguis. Además, participan otros municipios como Toluca, Xonacatlán y Temoaya.

En la localidad hay dos forrajeras encargadas de proveer los insumos necesarios para las actividades agropecuarias. Estos insumos incluyen semillas, granos, alimentos balanceados, forrajes, fertilizantes y otros agroinsumos, así como servicios veterinarios especializados. Es importante destacar que la oferta de establecimientos que proveen insumos para los cultivos es limitada en la comunidad, siendo la cabecera municipal de Oztolotepec y el municipio vecino de Temoaya los lugares más cercanos con una amplia variedad de productos.

7.1.3 Diversificación de la producción

Dentro de los límites territoriales de la comunidad de San Mateo Mozoquilpan, se cuenta con un ejido que lleva el mismo nombre, en donde destaca la agricultura de pequeña escala, que en superficies entre 0.5 y 1.0 hectáreas produce maíz nativo e híbrido, jitomate, chiles y diversas hortalizas, como lechuga, rábano, cilantro, cebolla, acelga, brócoli, betabel y zanahoria, entre otras. Además, se llevan a cabo actividades pecuarias, como la cría de aves de corral, entre las que se incluyen gallinas, guajolotes y codornices. La familia desempeña un papel fundamental en la producción agropecuaria, orientándola hacia el autoconsumo y la venta local de los excedentes.

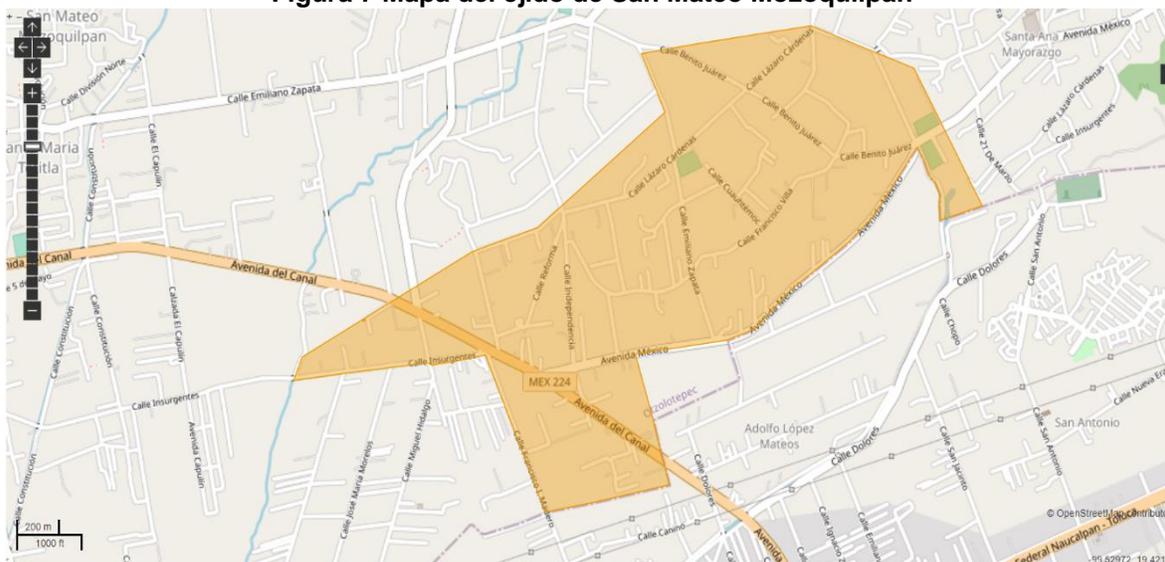
7.2 Ejido de San Mateo Mozoquilpan

7.2.1 Dotación de tierras

El núcleo agrario fue dotado con fecha del 06 de noviembre de 1930 con una superficie de 210.6 ha y 261 beneficiados. Sin embargo, de acuerdo con el Programa de Certificación de derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE) con fecha de asamblea de 23 de noviembre de 1997 y con fecha de inscripción de 12 de diciembre de 1997 registró

una extensión territorial parcelada, respaldada por la superficie de plano interno de 221.87 ha (Ver figura 7).

Figura 7 Mapa del ejido de San Mateo Mozoquilpan



Fuente: PHINA, 2023.

De acuerdo con las autoridades ejidales, el ejido cuenta con una parcela escolar que mide 5000 m², además de otro predio de 1500 m² destinado a las mujeres pertenecientes al ejido en el que se pretende construir “la casa de la mujer”. Sin embargo no se trabajan actualmente para actividad agropecuaria alguna.

En 1976, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) llevó a cabo una expropiación de 4.89 hectáreas, mediante una sentencia que tuvo lugar en 1999. Como resultado, el núcleo ejidal de San Mateo Mozoquilpan actualmente tiene una superficie de 216.97 hectáreas (PHINA, 2023).

“La SARH expropió terrenos en el ejido para permitir la construcción de la avenida del canal, la cual conecta a la comunidad con los municipios de Xonacatlán y Temoaya. En adición, se instaló una red de tuberías del acueducto Cutzamala para transportar agua a la Ciudad de México.” (Rogelio, excomisariado ejidal de San Mateo Mozoquilpan. Taller participativo para productores de maíz 2023).

Según la información proporcionada por las autoridades ejidales, se estima que en San Mateo Mozoquilpan hay 165 ejidatarios, de los cuales el 25% son mujeres y el resto son hombres, con una edad promedio de 55 años. Además, el 6% de los ejidatarios tienen más de 60 años. Siete de ellos y 50 familias viven permanentemente en el ejido, algunos son descendientes de los ejidatarios originales y otros son posesionarios. Los demás ejidatarios viven en pequeñas propiedades en la comunidad de San Mateo Mozoquilpan, mientras que el 100% de los productores involucrados en este proyecto residen en la comunidad. Sin embargo, los datos oficiales del PHINA indican que hay 170 ejidatarios, 300 posesionarios y 9 avecindados registrados (PHINA, 2023). La información disponible confirma que no existe una actualización oficial que proporcione el padrón real de ejidatarios, posesionarios, avecindados, la regulación de los predios, la división dentro del ejido ni su situación legal como área de cultivo o zona habitacional.

La población que se dedica a la producción de maíz tiene una edad promedio de 65 años. Los adultos mayores, que superan los 80 años, ya no trabajan en el campo y en algunos casos solo delegan trabajos a familiares o jornaleros. En cambio, las generaciones más jóvenes, menores de 40 años no están interesadas en la agricultura y prefieren trabajar en otros sectores fuera de la comunidad.

“Cuando yo tenía 13 años, hace 4 décadas, salía un tractor de San Lorenzo Oyamel, Temoaya, que pertenecía a la familia Aguilar, y me llevaban a rastrear las parcelas, lo único que hacía era subirme a las vigas de la rastra amarrado a un lazo para desterronar el suelo. De los 15 a los 20 años me quedé a trabajar con ellos y ahí aprendí a manejar el tractor y a hacer los demás trabajos. Don Lalo también subía como a 20 chamacos en el tractor, de entre 7 y 10 años, que se subían donde cupieran, en las salpicaderas y hasta en el techo iban sentados, quienes después cargaban cubetas con abono y lo echaban con la mano, todos iban echando competencias enfiladitos, nadie se quería quedar atrás. Cuando el patrón iba por agua y no encontraba, traía una garrafa de 20 litros de pulque, se los daba a beber a los niños para calmar la sed, después se enojaba con ellos porque desperdiciaban el fertilizante al tirarlo al suelo pues estaban mareados, pero de eso no se enteraban sus papás.” (Francisco, operador de

tractores de una familia de San Mateo Mozoquilpan. Taller participativo para productores de maíz 2023).

Los programas implementados por el gobierno estatal y federal han permitido a los productores del ejido cultivar una amplia variedad de hortalizas, cereales e híbridos de maíz. Estos últimos son altamente solicitados por la creciente industria de la masa y la tortilla. A pesar de ello, los maíces criollos siguen siendo altamente apreciados por los productores debido a su rica tradición, valor cultural, económico y biodiversidad, entre otras ventajas que los maíces híbridos no pueden igualar.

7.3 Diagnóstico técnico productivo del maíz nativo local

En San Mateo Mozoquilpan, la producción de maíz nativo se enfrenta a una serie de problemas en cada etapa de la cadena productiva. Los productores se ven confrontados con múltiples desafíos técnicos y productivos que impactan su capacidad para competir en el mercado.

7.3.1 Producción local de maíz nativo

La producción de maíz nativo en el ejido ha sido una actividad heredada por generaciones, tal como lo confirma el 100% de los productores participantes. Esto lo testimonia la ejidataria Verónica de la siguiente manera:

“Mi padre era conocido en el pueblo por sembrar maíz criollo, mi abuelo le enseñó a sembrar y mi único hermano varón aprendió la actividad, pero ahora que han fallecido los tres, mis hermanas y yo decidimos continuar este trabajo con las herramientas que nos dejaron, aunque no ha sido fácil, hemos aprendido con los años.” (Verónica, productora participante de la comunidad de San Mateo Mozoquilpan. Taller participativo para productores de maíz 2022).

Durante los últimos años, se ha registrado una disminución significativa en la cantidad de tierras destinadas al cultivo de maíz en el ejido. Según testimonios de actores clave en entrevistas afirman que de la superficie total disponible de 221.87 hectáreas, solo el 22.53% se utiliza para tal fin. Además, de los 170 ejidatarios, solo el 29.4% está dedicado a la

siembra de maíz, sólo el 1.7% de los productores posee maquinaria agrícola propia, y únicamente el 0.5% tiene acceso al régimen de punta de riego.

Cada productor tiene sus cualidades y cuenta con características que lo distinguen de los demás, por lo tanto cada uno pudo identificar las ventajas y limitaciones que tienen para producir maíz. Un criterio de clasificación en cuanto a la innovación y tecnología para la producción se da cuando en un ejido los productores no cuentan con maquinaria y deben rentar los servicios de maquila para la preparación de suelo y otros trabajos esenciales como se afirma en el siguiente testimonio:

”Del total de ejidatarios que participaron, solamente 3 cuentan con la maquinaria necesaria para realizar las labores del ciclo productivo del maíz. De los que participan en la realización de este trabajo sólo un productor cuenta con esta ventaja de mecanización. El resto de los productores alquila los servicios para realizar los trabajos en sus parcelas, incluso algunos de ellos han optado por contratar a tractoristas pertenecientes a ejidos y municipios vecinos. Solo 50 ejidatarios cultivan maíz en una extensión de alrededor de 50 hectáreas. Todos ellos siembran maíz nativo, aunque algunos adicionalmente han optado por cultivar maíces híbridos de diferentes empresas. Para el cultivo de su maíz, se apoyan en el régimen de riego y algunos productores cuentan con punta de riego.” (Rogelio, excomisariado de San Mateo Mozoquilpan. Taller participativo para productores de maíz 2023).

A continuación se discuten ejemplos claros de actividades que han limitado la productividad y que, con la ayuda de personal técnico especializado, los productores reconocen que aún están llevando a cabo y han catalogado como ineficientes:

7.4 Etapas del proceso productivo del maíz nativo local

Con el apoyo de un calendario agrícola se aborda las etapas más importantes del proceso productivo dentro del ciclo del cultivo de maíz nativo en el ejido de San Mateo Mozoquilpan, desde las labores previas de preparación del terreno hasta el manejo del producto final, (ver Anexo II).

7.4.1 Labores Previas a la siembra

7.4.1.1 Preparación de suelo

En la sección de la preparación del suelo de cultivo, el uso de arado para labrar la tierra sigue siendo preferido entre los productores que participaron, ya que 21 de los 39 productores entrevistados lo emplea y el más utilizado es el arado de discos², que profundiza en suelos duros y continúa siendo la labor más empleada en el manejo de laboreo intensivo tradicional, invirtiendo el perfil del suelo y sepultando los residuos de la cosecha anterior, sin realizar una incorporación superficial (Ver Figura 8).

Figura 8 Arado de discos



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2021.

² El arado de discos se emplea en suelos pesados como los encontrados en San Mateo Mozoquilpan, donde hay presencia de maleza bien anclada al suelo, principalmente pastos que son difíciles de controlar sin embargo, la propagación de maleza es mayor con el uso de arado de discos. Al arar los suelos duros se requiere de una cantidad mayor de combustible para cumplir su objetivo, y es preciso señalar que la profundidad a la que se trabaja llega a realizarse máximo a 30 cm de profundidad.

Los productores que maquilan³ los terrenos de cultivo con el implemento agrícola subsolador, lo emplean cada vez con mayor frecuencia, en esta entrevista fueron 22 productores quienes lo usan combinado con arado o solamente con la rastra.

El subsolador (Ver Figura 9), es un implemento que permite soltar el suelo al fracturar el “piso de arado”⁴; no invierte el perfil del suelo como lo realiza el arado. El subsolador fomenta el incremento de porosidad en el área de cultivo y por lo tanto, más oxigenación y mayor elongación y anclaje de raíces para hacer más eficiente el uso de agua y aprovechar los nutrientes disponibles; asimismo, permite que drene el agua en caso de tener exceso y la almacene en el subsuelo manteniendo su disponibilidad durante el ciclo del cultivo, en caso de que no se cuente con riego y/o la modalidad sea de temporal

Figura 9 Subsolador de tres puntas



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2021.

³ Servicio realizado con maquinaria agrícola durante el ciclo del cultivo.

⁴ Horizonte de suelo compactado que se ha generado por el uso de maquinaria pesada y/o por el paso del ganado.

Los productores consideran que la supervisión estricta de las labores del cultivo de maíz realizadas por terceros es esencial. Han notado que cuando delegan actividades sin seguimiento, corren el riesgo de que no se realicen adecuadamente. Por ejemplo, al solicitar el subsoleo en una parcela, el operador puede realizarlo a poca profundidad para evitar el desgaste del tractor y reducir el consumo de combustible. Sin embargo, esto puede ser perjudicial para el cultivo y no siempre es una inversión viable. Por lo tanto, la supervisión es crucial para garantizar un trabajo de calidad.

A pregunta expresa sobre el empleo del implemento agrícola rastra (Ver Figura 10) para la preparación de su suelo, el 100% de los productores entrevistados respondieron que sí lo usan dando un doble paso. En este sentido, se sabe que el uso de rastra tiene como objetivo poder incorporar el perfil superficial del “horizonte del suelo”⁵ de tal forma que se desterrone y quede una superficie lo más homogénea posible antes de sembrar. Sin embargo, dos pasos de rastra resultan insuficientes para poder desterronar bien el suelo, debido a que el arado de discos deja terrones demasiado grandes por el tipo de suelo y condiciones de humedad que predominan en la zona, además de la falta de cobertura vegetal que se presenta en los suelos de intenso laboreo.

⁵ Capas horizontales de sedimentos de suelo, que se han formado a través de los años y que se observan al realizar un perfil de suelo o una excavación profunda. Los diferentes horizontes que se encuentran en el subsuelo se diferencian entre sí por su color y textura principalmente.

Figura 10 Rastra de 24 discos



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2022.

7.4.1.2 Mejoradores de suelo

En cuanto al mejoramiento del suelo, 33 productores respondieron que no emplean este tipo de insumos en sus parcelas, cuatro han usado cal agrícola y dos han aplicado carbonato de calcio.

“Nosotros nos hemos dado cuenta de que cuando alguien aplica cal en su terreno, las plantas se ponen bien bonitas y sacan más costales de maíz, que cuando no le echaban.” (Productor Jesús. Taller participativo para productores de maíz 2023).

Mejorador de suelo inorgánico

En los últimos años, los programas de apoyo al campo en el estado de México han incorporado en las reglas de operación el uso de mejoradores de suelo con cal agrícola o cal dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, que se aplica sobre suelos ácidos para la producción de maíz. Esta idea ha llegado a los oídos de productores de diferentes escalas, y algunos han adoptado esta técnica de mejoramiento del suelo.

Los productores de San Mateo Mozoquilpan que utilizan cal agrícola aplican entre una y tres toneladas por hectárea. A pesar de esto, los productores no buscan la asesoría de un profesional técnico especializado ni llevan a cabo un análisis de suelo para determinar la cantidad adecuada que el suelo requiere. En cambio, simplemente imitan lo que hacen sus vecinos. Además, no toman en cuenta que los distintos materiales que contienen calcio tienen concentraciones y acciones diferentes, por ejemplo la cal agrícola, la cal empleada para el nixtamal y la cal de construcción.

Los productores que han utilizado cal agrícola cosechan un promedio de 4.25 t ha⁻¹. Todos ellos destinan su cosecha a la producción de grano y solo tienen acceso al régimen de temporal, excepto uno que cuenta con punta de riego en sus tierras y es el más eficiente, ya que ha logrado una cosecha de 6.0 t ha⁻¹. Por su parte, los que no han empleado mejoradores de suelo inorgánico cosechan en promedio 3.6 t ha⁻¹. Por ende se identifica que el uso de mejoradores tiene un efecto positivo en la producción por el rendimiento obtenido.

Mejorador de suelo orgánico

Por su parte los productores también emplean mejoradores de suelo de origen animal, tales como los abonos orgánicos, que a su vez funcionan como fertilizantes para los cultivos. Las actividades que realizan tradicionalmente se basan en la incorporación de estiércoles frescos, o en proceso de descomposición sin llegar al grado de madurez o degradación de la materia orgánica.

Un factor crucial en el análisis de la producción agrícola es la cantidad de estiércol utilizado en la incorporación al suelo. Los productores solían aplicar hace años en promedio hasta 60 t ha⁻¹ de estiércol fresco, utilizando remolques con una capacidad de 3 t cada uno.

Actualmente 27 productores aplican a sus parcelas fertilizantes y abonos orgánicos maduros, tales como lombrihumus y estiércoles de bovinos y ovinos de manera “mateada”⁶ o por planta, en mucho menor cantidad, debido a su producción animal de baja escala y a la poca cantidad de residuos generada.

“Cuando mi abuelo y mi padre le echaban más lama⁷ al terreno, se veía la diferencia cuando cosechábamos porque daba un mazorcal muy bueno y salían más costales de maíz. Ahora como ya casi nadie tiene animales, juntamos poca lama y tenemos que echarla mateada para que nos alcance” (Productor Miguel. Taller participativo para productores de maíz 2023).

7.4.1.3 Selección de semillas de maíz nativo

Antes de realizar los preparativos para la siembra, los productores de San Mateo Mozoquilpan seleccionan sus semillas de los maíces nativos que emplearán para la siembra del siguiente ciclo agrícola para. Se tiene una preferencia específica al seleccionar la semilla ya que escogen las mazorcas de mejor apariencia de la cosecha anterior. Es importante tener en cuenta que las mazorcas almacenadas son heterogéneas y provienen de plantas con distintas características, como tamaño de mazorca, altura de plantas, grosor de tallo, tamaño de hojas, intensidad de color verde, sanidad vegetal, número de hileras y carreras de grano y acame. Sin embargo, estas diferencias no son consideradas durante la selección de las mejores semillas desde el campo.

Al seleccionar la semilla, principalmente toman en cuenta su tamaño, que debe ser grande y esta particularidad la obtienen de la parte central de las mazorcas (Ver Figura 11). Descartan las de la punta por ser de menor tamaño y también eliminan las que se encuentran en la parte de la base por pensar que no tienen el mismo vigor a la hora de germinar que las semillas que se encuentran en el centro de la mazorca.

⁶ Práctica que se realiza en campo que consiste en agregar algún producto por planta o por “mata”.

⁷ Estiércol.

Figura 11 Selección central de semillas



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

El 98% de los productores participantes no están familiarizados con el nombre de las razas de maíz que cultivan y solo las distinguen por su color. A pesar de esto, continúan sembrando semillas nativas, lo que fomenta la adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región. Se ha observado que estas semillas tienen un mejor desempeño que los materiales híbridos introducidos. Además los productores opinan que el “zacate”⁸ que se obtiene de la cosecha de maíz híbrido es muy duro para los animales cuando lo emplean como alimento forrajero.

Maíz blanco

El grupo de productores participantes trabaja en total 42 hectáreas de terreno, de las cuales 18.5 ha se destinan a la siembra de maíz blanco (Ver Figura 12). Es muy probable que la raza a la que pertenece este maíz blanco sea Chalqueño por las características que

⁸ Residuo de la cosecha anterior que se emplea como alimento forrajero para animales.

presenta las mazorcas. Este maíz se utiliza para cubrir sus necesidades de autoconsumo y generar excedentes que se venden como semilla o se utilizan para hacer tortillas hechas a mano principalmente. De cada 20 "cargas"⁹ de maíz, cinco se reservan para autoconsumo, cinco para alimentar animales y diez se destinan a la venta. Este ciclo de producción y consumo local fomenta la economía de la comunidad. Sin embargo, cuando no hay suficiente maíz local, los productores deben recurrir al "maíz Sinaloa" o del "Bajío" para cubrir la demanda local.

El maíz Chalqueño (Ver Figura 13), tiene una alta tasa de desgrane. Además, sus plantas vigorosas y mazorcas grandes generan una gran cantidad de granos por el número de hileras y carreras que muestra. Esta particularidad se asocia con el acame de las plantas. Dichas particularidades coinciden con las características que presentan el maíz blanco que cultivan los productores de San Mateo Mozoquilpan.

⁹ Una carga equivale a 150 kg de producto.

Figura 12 Maíz blanco



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2022.

Figura 13 Raza de maíz Chalqueño



Juan M. Martínez Vagas

Fuente: CONABIO, 2023.

Maíz negro

Los productores del ejido cultivan un tipo de maíz negro, al que llaman "ruso" (Ver figura 14). Este maíz pertenece a la raza de los Elotes Cónicos (Ver figura 15). Una característica distintiva de este maíz es el peso de los granos, que según los productores es mayor en

comparación con otros tipos de maíz. Utilizan un "cuartillo"¹⁰ como referencia y en promedio, un cuartillo de maíz ruso pesa alrededor de 1,7 kg, mientras que otros tipos de maíz tienen un peso promedio de 1,5 kg por cuartillo. En la comunidad, el maíz negro se utiliza comúnmente para hacer pinole y atole. Los productores siembran 12.5 hectáreas de maíz negro y en promedio venden una tonelada de este maíz por \$13,330. Históricamente, el maíz negro ha sido cultivado debido a su mayor precocidad en comparación con el maíz blanco, lo que permite a los productores obtener una cosecha más temprana.

Maíz rojo y rosado

Los ejidatarios también siembran maíces de otras tonalidades, 2 ha con maíz rojo y solamente una ha con maíz rosado. La raza a la que más se asemejan los materiales que se siembran de con estos colores también es Elotes Cónicos como el maíz negro. Los productores le han dado un valor comercial mayor a este maíz de color. En el mercado venden un cuartillo de este maíz que equivale a 1.5 kg, en \$20.00, lo que significa que una tonelada vale en promedio \$13,300. Dentro de la comunidad se acostumbra todavía el Intercambio de semillas por otros productos u otras semillas de maíz o de otros cultivos. Las mazorcas de la raza Elotes Cónicos se distinguen por tener granos semi-harinosos de tonalidades que varían del rojo al morado o negro, los cuales se manifiestan en la aleurona¹¹ (CONABIO, 2023). Existe una gran similitud con el maíz negro que cultivan en San Mateo Mozoquilpan.

¹⁰ Medida tradicional de volumen para granos y semillas.

¹¹ Tejido interno del grano (CONABIO, 2023).

Figura 14 Maíz negro



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2022.

Figura 15 Raza de maíz Elotes Cónicos



Fuente: CONABIO, 2023.

Maíz amarillo

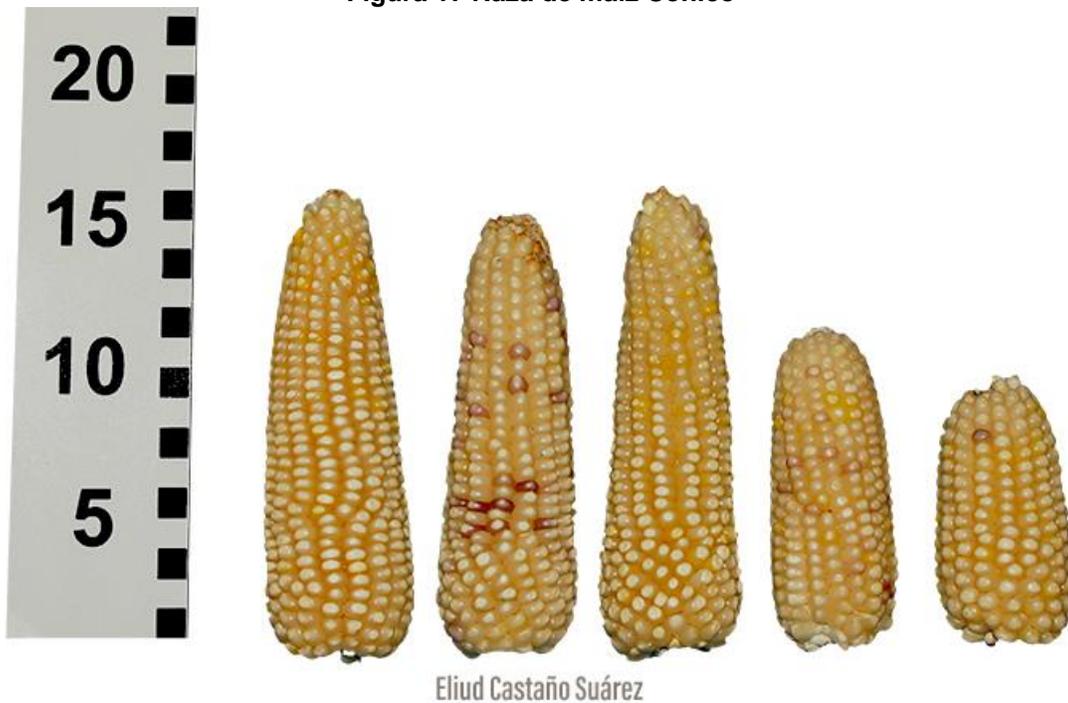
Los productores siembran 4.5 ha con maíz amarillo, (Ver Figura 16), principalmente para la alimentación de animales. Posiblemente pertenece a la raza Cónico (Ver Figura 17). Los productores que tienen ganado ocupan el maíz amarillo para complementar su alimentación con otras fórmulas balanceadas y forraje con que cuentan, el excedente lo venden en la misma localidad.

Figura 16 Maíz amarillo



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2022.

Figura 17 Raza de maíz Cónico



Eliud Castaño Suárez

Fuente: CONABIO, 2023.

En el estado de México, se cultiva esta variedad de maíz en altitudes que oscilan entre los 950 y 3000 metros sobre el nivel del mar, lo cual coincide con la ubicación de San Mateo Mozoquilpan. Además, el maíz cultivado en el ejido presenta similitudes físicas con las de la raza Cónica (CONABIO, 2023).

Maíz cacahuacintle

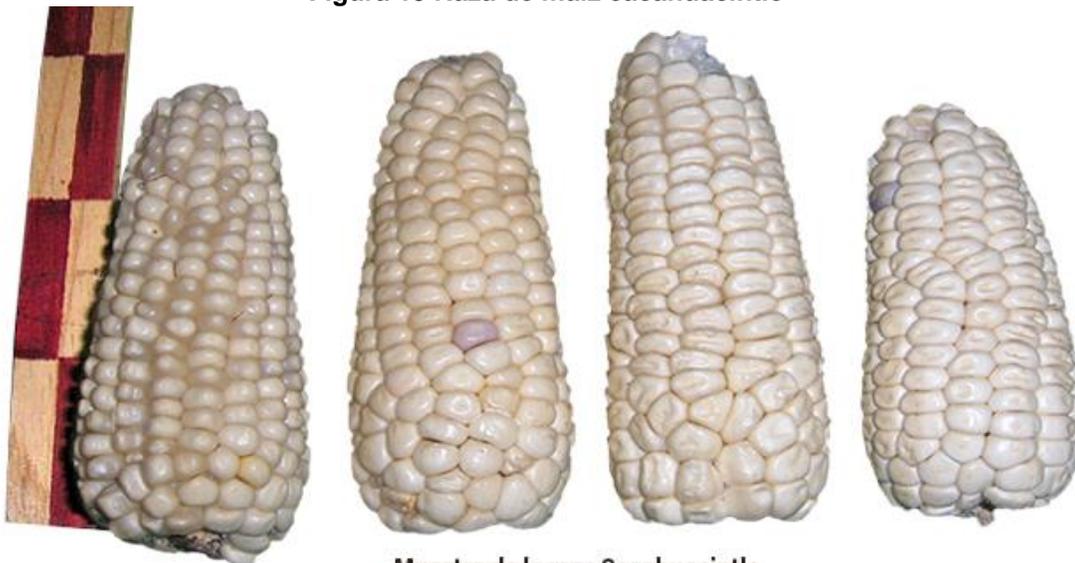
La superficie sembrada con cacahuacintle, (Ver Figura 18) es de 3.5 hectáreas y se utiliza principalmente para el consumo humano en diferentes platillos como elotes tiernos, pozole, pinole y tamales. La raza a la que pertenece este maíz lleva el mismo nombre de Cacahuacintle (Ver Figura 19). Estos subproductos permiten a los productores obtener ingresos adicionales en comparación con la venta de granos. También se valora y comercializa la semilla de cacahuacintle y se intercambia por otras mercancías dentro de la comunidad.

Figura 18 Maíz cacahuacintle



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2022.

Figura 19 Raza de maíz cacahuacintle



Muestra de la raza Cacahuacintle

José A. Carrera Valtierra

Fuente: CONABIO, 2023.

7.4.2 Cuidados y distribución de semillas

7.4.2.1 *Tratamiento de semillas*

Tratamiento contra plagas y enfermedades

De los productores entrevistados, 23 no le proporciona algún tratamiento insecticida o fungicida preventivos, ni vigorizante a las semillas que destina para sembrar. No es común que los productores identifiquen las plagas que están presentes en el suelo, sin embargo aquellos que realizan algún tratamiento insecticida a su semilla reconocen que es por la identificación de insectos presentes en su suelo, los cuales han ocasionado que la germinación y emergencia de las plántulas a la superficie no sea homogénea. Tampoco consideran consultar a especialistas para identificar a las plagas del suelo para recibir recomendaciones más precisas sobre su manejo y control. Los productores que aplican tratamiento insecticida a sus semillas han notado un aumento en la cantidad de germinación, ya que se encuentran protegidas contra el ataque de plagas del suelo.

Tratamiento de semillas vigorizante

Los tratamientos de semillas para potencializar su desempeño o aumentar su vigor durante la germinación no se emplean comúnmente por los productores participantes. En San mateo Mozoquilpan se sigue manteniendo la tradición de aplicar productos correctivos una vez que se ha identificado algún problema fitopatológico o deficiencia nutrimental, más no se ha generado una cultura preventiva de manejo del cultivo.

7.4.2.2 *Densidad de siembra*

En el ejido los productores de maíz nativo siembran sus parcelas según las condiciones en las que se encuentra la maquinaria (propia o rentada) con que se siembra. Cabe mencionar que no se siembra con planeación, no se calibran las sembradoras y no se considera la velocidad de siembra. El resultado es una siembra desuniforme en densidad de semillas y

profundidad. Otros factores que condicionan la siembra son: el tamaño de semillas, su poder de germinación, las condiciones de preparación del suelo, plagas del suelo y agua disponible principalmente.

7.4.2.3 Siembra

El total de superficie sembrada entre todos los productores participantes es de 42 ha. 18 productores manejan una superficie menor a una ha, 14 productores cultivan una ha y los 7 restantes siembran más de una ha. De la superficie total, 24.5 ha se encuentra en la modalidad de temporal y 17.5 ha en punta de riego.

En el ejido, la sembradora convencional más utilizada es la "Z"¹² mecánica (Ver Figura 20). Aunque presenta algunos inconvenientes en cuanto a la calibración, especialmente cuando se trata de semillas que no son uniformes en tamaño. Los platos que se utilizan para conducir las semillas según su calibre pueden causar un aumento en la densidad de población si se pasan dos semillas más pequeñas juntas. Además, si las semillas son más grandes que la ranura del plato, quedarán expuestas y se romperán al girar el plato, lo que disminuirá la población de plantas.

¹² Tipo de sembradora mecánica más común empleada en la región.

Figura 20 Sembradora “tipo Z”



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Cuando los productores se encuentran con el problema de que su siembra no fue realizada con uniformidad y el número de plantas presentes en la parcela es bajo se disponen a realizar una resiembra. Dicha actividad causa un empleo mayor de recursos materiales, económicos y de tiempo e incrementa los costos de producción.

Al interior del ejido hay sembradoras de "labranza de conservación" (Figura 21). Este tipo de maquinaria cuenta con una rueda metálica trasera que compacta el suelo en la línea de siembra en suelos arcillosos y húmedos. La disposición de la salida del fertilizante y semillas mediante los "chuzos"¹³ se encuentra a la misma distancia, lo que provoca que ambos insumos no estén separados y exista el riesgo de matar a los embriones y reducir el número de semillas germinadas.

¹³ Extensiones tubulares que conducen a las semillas y al fertilizante a su ubicación en el suelo.

Figura 21 Sembradora de “labranza de conservación”



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Como resultado de la falta de calibración de sembradoras mecánicas y de precisión o el uso de siembra manual, las semillas se depositan a diferentes profundidades con espaciamientos muy abiertos o separados. Dos productores respondieron que siembran sus semillas a diez cm de separación entre sí, siete productores entre 12 y 16 cm y el resto de ellos entre 18 y 20 cm, esto genera una competencia desigual por espacio, nutrientes, agua y luz.

7.4.3 Prevención de riesgos en el cultivo

7.4.3.1 *Análisis de suelo*

Del total de productores, 28 no realizan análisis de suelo para conocer las condiciones químicas, biológicas y físicas en que se encuentra su tierra de cultivo, solo 11 afirmaron haber hecho un estudio de suelo en sus terrenos. Cabe mencionar que no todos los productores disponen de tiempo y recursos para realizar un estudio de suelo. Puede parecer complicado el trámite que se requiere desde el envío de muestras, la recepción en

el laboratorio, el tiempo que se destina a la medición de parámetros físico-químicos, la entrega del resultado, la interpretación agronómica y la recomendación de fertilización, hasta la aplicación de mejoradores de suelo.

7.4.3.2 Planeación del cultivo

De los 39 productores participantes, 21 afirmaron que no cuentan con un plan de cultivo para organizar las actividades del manejo del cultivo de maíz nativo ni con el apoyo en capacitación de profesionistas técnicos especializados que les auxilien en la elaboración de dicho plan, por lo que la planeación de todo el proceso productivo no se lleva a cabo.

Costos de producción, rendimientos y rentabilidad con maíces nativos

La planeación en el cultivo de maíz incluye el cálculo de los costos de producción de todas las labores que se realizan en el proceso productivo, la meta de rendimiento, los ingresos probables por venta del producto y las utilidades que genera la actividad.

La tabla 6 muestra que el costo de producción promedio de las razas nativas de maíz es de \$16,917, con una diferencia máxima de \$1,500 entre el Chalqueño, que cuenta con el menor costo de producción, y los Elotes Cónicos, que representan la mayor inversión. El maíz Chalqueño presenta el rendimiento promedio más alto de 4.1 toneladas, siendo cultivado por el 61% de los productores. Además, por cada peso invertido en este cultivo, los productores obtienen en promedio 86 centavos de utilidad.

El Cónico y el Cacahuacintle presentan un promedio de rendimiento de 3.5 toneladas. Sin embargo, entre estas dos razas, el precio de venta del maíz pozolero y la utilidad obtenida es mayor. En cambio, la raza Elotes Cónicos presenta el menor rendimiento, pero tiene el precio de venta más alto. Si se aplicara una estrategia que aumentara el rendimiento, esta raza podría brindar una mayor utilidad a los productores que la cultiven.

Tabla 6 Costo del cultivo, rendimiento y rentabilidad

Raza	Costo de Producción en \$	Rendimiento en t ha-1	Precio venta por t	Utilidad = Precio X Rendimiento - Costo	Porcentaje de Utilidad
Chalqueño (blanco)	\$ 16,146	4.1	\$ 7,264	\$ 13,892	86%
Elotes Cónicos (negro y colorado)	\$ 17,667	3.2	\$ 9,333	\$ 12,278	61%
Cónico (amarillo)	\$ 16,857	3.5	\$ 7,414	\$ 9,358	56%
Cacahuacintle	\$ 17,000	3.5	\$ 7,820	\$ 10,370	69%

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Los productores del ejido de San Mateo Mozoquilpan tienen costos de producción que llegan a rebasar los \$20,000/ha. Los insumos como el diesel, los fertilizantes químicos, los nutrimentos foliares, los plaguicidas como los herbicidas, insecticidas, funguicidas, bactericidas y rodenticidas tienen precios elevados en el mercado. Recientemente, derivado del conflicto entre Ucrania y Rusia, el precio de los fertilizantes se ha incrementado hasta en 300%. En 2021 México adquirió con Rusia (principal productor de fertilizantes nitrogenados), casi el 30% del fertilizante empleado para la producción agrícola del país. El incremento de los precios en los fertilizantes causa que los productores apliquen cantidades menores, de un 30 y hasta un de 50% de lo que aplicaban originalmente perdiendo rendimiento. También es común que opten por usar otros insumos más económicos o de menor calidad, ineficientes y en ocasiones hasta más contaminantes (ATIDER, 2012; Renard & Marie, 2016).

7.4.3.3 Uso de bitácoras

De los productores participantes 35 de ellos no llevan registro detallado de las actividades durante el ciclo del cultivo del maíz nativo, mientras que solo 4 registran detalles necesarios

para gestión adecuada. La falta de registro puede llevar a repetir errores y perjudicar la productividad.

7.4.4 Cuidados del cultivo

7.4.4.1 Manejo de agroinsumos en campo

Se identificaron las capacidades y competencias con que cuentan los productores para cultivar maíz nativo durante sus distintas etapas fenológicas con base en su experiencia y conocimiento para poder analizar el manejo que le dan al cultivo y tomar decisiones de solución a los inconvenientes que originan la baja productividad.

Fertilización sólida

Para el suministro nutrimental todos los productores emplean fórmulas químicas granuladas comerciales estandarizadas por recomendación tradicional de los proveedores y/o personal técnico tradicionalista con base en “paquetes tecnológicos”¹⁴, ocho de ellos fertiliza de manera sólida su cultivo de maíz solo en una ocasión durante todo el ciclo agrícola, el resto de los productores lo realiza en dos ocasiones.

En 2021, cuando se inició el presente trabajo de investigación, los fertilizantes más comunes para producir maíz se mantuvieron a precios similares a los años anteriores. Sin embargo, en 2022 los productores de Mozoquilpan experimentaron un brusco incremento en los precios de estos fertilizantes, que se compararon con los datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). A pesar de que en 2023 hubo una disminución en el precio de los fertilizantes con respecto al año anterior, todavía se mantienen a niveles altos, lo que hace que el costo de producción de una hectárea de maíz

¹⁴ Recomendación de manejo de un cultivo empleado regionalmente desde hace muchos años sin considerar los requerimientos necesarios que el cultivo demanda en cada etapa de su ciclo.

llegue a sobrepasar los \$20,000. El incremento en el precio de los fertilizantes es una muestra clara de cómo los costos de producción de maíz han aumentado, lo que sigue siendo una situación preocupante para el Valle de Toluca, (Ver Tabla 7), (Agrocolmex, 2023; SNIIM, 2023).

Tabla 7 Precios de fertilizantes más usados en maíz de 2021 a 2023

Insumo	2021	2022	2023
	Precio por bulto (50 kg) y por tonelada		
Fosfato Diamónico	\$645 - \$12,900	\$1,200 - \$24,000	\$799 - \$15,980
Cloruro de Potasio	\$374 - \$7,480	\$1,254 - \$25,080	\$664 - \$13,280
Urea	\$499 - \$9,980	\$900 - \$18,000	\$606 - \$12,120
Sulfato de Amonio	\$290 - \$5,800	\$756 - \$15,120	\$521 - \$10,420
	Precio por bulto (20 kg) y por tonelada		
Microelementos	\$250 - \$12,500	\$250 - \$12,500	\$250 - \$12,500

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Fertilización foliar

El empleo de fertilizantes foliares es una práctica cada vez más popular y en San Mateo Mozoquilpan se lleva a cabo por 10 productores durante todo el ciclo del cultivo, 8 productores lo hacen en dos ocasiones y el resto nunca lo ha hecho. Las casas distribuidoras de productos agroquímicos de la localidad no cuentan con una gama amplia de fertilizantes foliares, solamente manejan algunos productos foliares básicos de renombre.

Control de plagas

La revisión de las etiquetas de los productos agroquímicos utilizados en el manejo del cultivo de maíz no es algo común entre los productores a pesar de que los fabricantes suelen advertir sobre los riesgos de no aplicar la dosis adecuada del producto, lo cual puede resultar en problemas de intoxicación y una disminución o nula efectividad de los insecticidas. Además, no existe una cultura preventiva antes de que aparezcan las plagas. De los productores entrevistados, solo 16 utilizan insecticidas de manera preventiva contra las plagas del suelo en las semillas y a través de la aplicación foliar. Sin embargo, la mayoría no los utiliza de manera correctiva a pesar de que se presenten daños en el cultivo y 19 productores no utilizan insecticidas en ninguna etapa del ciclo del cultivo.

Control de maleza

Solamente dos productores han usado algún producto agroecológico para controlar maleza. Todos los productores participantes usan agroquímicos como primera opción para su control. Además, generalmente no se aplican las cantidades recomendadas por el fabricante o por un especialista.

Del total de productores, 16 de ellos aseguran que aplican el herbicida cuando la maleza tiene entre 5 y 20 cm de altura, 22 aplican herbicidas posemergentes cuando la maleza ha rebasado el límite de control óptimo por altura (30 cm) y solamente un productor aseguró que aplica herbicidas preemergentes. Situación que incita a los productores a realizar otras aplicaciones que no estaban consideradas en un inicio en el plan de cultivo. Es importante tener en cuenta que el uso excesivo de herbicidas puede generar consecuencias negativas, como la resistencia de la maleza a los químicos, el daño a los cultivos cercanos y la contaminación del suelo y agua.

La presencia de teocintle, considerada también una maleza, se ha convertido en un verdadero problema difícil de erradicar por su gran persistencia, su fácil diseminación en los suelos, la resistencia que posee, el gran número de semillas que produce y la similitud que tiene con los materiales nativos de la región. Son varios los municipios donde está presente el teocintle, como se le conoce en el Valle de Toluca, región que presenta mayores infestaciones de tal maleza que es tan invasora que se pronostica invadirá más regiones aledañas a donde se localiza al paso del tiempo. La presencia desmedida de teocintle causa que la calidad del producto final disminuya y rinda menos, porque genera competencia y contamina al maíz además de que actúa como polinizador de baja efectividad (Mondragón & López, 2014).

“Todas nuestras parcelas se encuentran contaminadas con casco de burro, ni un vecino se salva. Se confunde con nuestro maíz cuando va creciendo. Solo hasta que empieza a espigar vemos la diferencia y si tenemos tiempo lo tumbamos, si no, nos gana y echa más semilla. Luego que son muchas las que tira cada mazorquita. No es fácil controlarlo.” (Rogelio, excomisariado de San Mateo Mozoquilpan. Taller participativo para productores de maíz 2023).

Control de enfermedades

En la zona de estudio, que pertenece a la región del Valle de Toluca, no es común aplicar tratamientos preventivos a la aparición de hongos que provocan enfermedades debido a las condiciones de temperatura y humedad que predominan en la zona no les permite desarrollarse con facilidad. Sin embargo en el ejido se ha detectado la presencia de problemas por fungosidad cuando la humedad y la temperatura se combinan para crear las condiciones necesarias para la manifestación del hongo rosado (*fusarium*), que ocasiona pudrición en la punta de las mazorcas que están a punto de cosecharse. De los productores participantes el 100% no ha empleado fungicidas para controlar problemas relacionados

con enfermedades en las plantas. Así mismo, el 97% no ha empleado algún tratamiento agroecológico para el control de enfermedades.

7.4.5 Consumación del ciclo productivo

7.4.5.1 Cosecha

Del total de los productores 48.7% respondieron que continúan sembrando semillas de maíz nativo con la intención de preservar la semilla, el resto confirmó que lo emplea por el uso que le dan al transformarlo y obtener subproductos como tortillas y pinole además de la retribución económica que se genera. Los productores se han dedicado al cultivo de maíz nativo como una forma de subsistencia, principalmente de autoconsumo y venta local. Una vez que se ha cosechado el grano, 92.6% de los productores lo almacenan, mientras que el 7.4% lo vende enseguida. El 58.8% del grano almacenado no recibe tratamiento alguno para control de plagas de almacenaje, el 41.2% si emplea métodos químicos de control de plagas. 90.4% de los productores empaca el rastrojo obtenido de la última cosecha y lo emplea como alimento de ganado, el resto lo deja en la parcela y en ocasiones lo incorpora al suelo.

“Por lo regular en el ejido se cosecha a mano, aunque ya hay quienes meten máquinas cosechadoras. Más o menos lo ocupan 20 personas por hectárea para poder cosechar a mano en un día. En Promedio se le paga a cada persona \$200, Nomás de gente son \$4000, más aparte la comida, la bebida y luego hay que ir a buscarlos. Yo creo que no gastamos menos de \$5000 por hectárea o hasta más.” (Productor Francisco II. Taller participativo para productores de maíz 2023).

7.4.6 Manejo poscosecha

7.4.6.1 Incorporación de residuos

De los 39 productores cooperantes, 17 respondieron en el cuestionario que han realizado dicha práctica. Sin embargo 22 productores de los entrevistados empaca el rastrojo con el fin de usarlo como alimento forrajero, lo comercializan obteniendo ingresos mínimos o nulos

por esta actividad. En ocasiones y en el peor de los escenarios, queman dichos residuos por considerarlos como basura.

Los productores que incorporaron los residuos de la cosecha anterior tienen problemas durante la siembra, ya que no se han incorporado adecuadamente al suelo. La forma en que se incorpora el rastrojo en el suelo es ineficiente debido a diversas razones, como la maquinaria con la que cuentan, la forma en que se utilizan los implementos agrícolas, la profundidad de incorporación y la falta de agregación de microorganismos benéficos que aceleren el proceso de degradación de materia orgánica.

7.4.6.2 Almacenamiento

En el ejido se lleva a cabo la práctica de almacenamiento de maíz sin desgranar en sincolotes. También almacenan el grano sobre piso firme y encostado en bultos de 50 kg. De los 39 productores participantes solamente dos de ellos no almacenan su maíz y lo tratan de vender inmediatamente después de cosecharlo. De los 37 productores que almacenan su maíz 16 le brindan algún tratamiento insecticida para evitar que se plague.

Resultado productivo por adopción de innovación y/o tecnología

En la tabla número 8 se muestran las diferencias en los resultados productivos de las cuatro razas de maíz nativo al emplear innovación y tecnología en el manejo del cultivo. Se observa que la adopción de herramientas que mejoran las prácticas de manejo ha dado lugar a un incremento en el rendimiento, excepto en dos casos. El primero se refiere al control de plagas, donde el uso de insecticidas preventivos no parece tener un efecto significativo en el rendimiento, ya que sin ellos se obtiene el mismo resultado de 4.3 t ha^{-1} , lo cual puede estar relacionado con otros factores como la recomendación técnica y la correcta aplicación del producto. En segundo lugar, se ha observado que el régimen hídrico juega un papel importante, ya que el temporal parece ser más efectivo que contar con un

sistema de riego en términos de rendimiento, sin embargo en estos resultados no se consideran los aspectos de propiedades y preparación del suelo ni el manejo del cultivo.

Tabla 8 Rendimientos promedio por raza e innovación y tecnología

Técnica	Acción	Chalqueño	Elotes Cónicos (negro y colorado)	Cónico	Cacahuacintle
		Rendimiento t/ha Promedio			
Fertilización con microelementos	1 foliar	3.6	3.5	3.8	3.0
	2 foliares	4.3	-	4.0	-
Control químico de plagas	Insecticida preventivo	4.3	-	-	-
	Sin insecticida	4.3	3.3	3.5	-
Laboratorio	Análisis de suelo	4.5	3.9	4.0	4.0
	Sin análisis	3.9	3.8	3.5	3.0
Preparación de suelo	Subsolador	4.3	4.0	4.1	3.5
	Arado	3.4	3.6	3.5	-
Mejoradores de suelo	Químico	4.3	3.9	4.0	-
	Orgánico	4.0	4.1	3.5	3.5
	Ambos	4.3	3.9	-	-
Régimen hídrico	Punta de riego	4.7	4.3	4.5	3.1
	Temporal	3.8	3.7	3.4	4.0

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.5 Análisis del potencial productivo del maíz nativo

7.5.1 Análisis FODA del grupo de productores de maíz nativo local

El análisis FODA que se presenta a continuación, aborda los aspectos positivos y negativos del grupo de productores de San Mateo Mozoquilpan en el ejido, así como los que se encuentran en el entorno circundante.

7.5.1.1 Fortalezas

Los productores de maíz nativo de San Mateo Mozoquilpan cuentan con diversas fortalezas que los posicionan de manera favorable en la producción de este cultivo.

- Han heredado y desarrollado conocimientos tradicionales y prácticas agrícolas ancestrales que les brindan ventajas productivas, como la adaptabilidad a las condiciones locales.
- Cuentan con recursos agrícolas propios, como la posesión de tierras de cultivo, lo que les permiten desarrollar sus actividades productivas de manera autónoma.
- El maíz nativo es parte integral de su identidad y su cosmovisión, y su conservación es una prioridad para ellos. Esta sensibilidad los impulsa a mantener prácticas agrícolas sostenibles, a preservar la diversidad genética del maíz y a buscar alternativas que permitan un equilibrio entre la producción y la conservación.
- Tradicionalmente intercambian experiencias y conocimientos entre ellos. Este intercambio fortalece la comunidad y permite la adopción de innovaciones y mejoras en la producción agrícola.
- El clima, la altitud y la calidad de los suelos son propicios para el cultivo de variedades tradicionales de maíz. Estas condiciones permiten obtener productos de alta calidad, lo que brinda oportunidades de comercialización en mercados especializados y diferenciados.

7.5.1.2 Oportunidades

Los productores de maíz nativo de San Mateo Mozoquilpan cuentan con diversas oportunidades que les permiten aprovechar su potencial y fortalecer su actividad productiva.

- A través de programas de capacitación, talleres y asesoría técnica, pueden adquirir conocimientos actualizados sobre prácticas agrícolas sostenibles, manejo de plagas y enfermedades, uso eficiente de recursos, entre otros aspectos relevantes para la producción de maíz nativo.

- Tienen acceso a tecnologías e innovaciones que pueden mejorar su producción. Esto incluye el uso de herramientas agrícolas modernas, técnicas de riego eficiente, sistemas de monitoreo y control de plagas, entre otros avances tecnológicos.
- Los programas y políticas gubernamentales que brindan incentivos y apoyos específicos para el campo pueden incluir subsidios, créditos, capacitación, acceso a mercados, entre otros beneficios, les permiten mejorar su producción, infraestructura y comercialización.
- Tienen la oportunidad de agregar valor a su de maíz nativo, diversificar su oferta y desarrollar productos derivados del maíz para obtener mayores ingresos y acceder a mercados más especializados y exigentes, ya que los consumidores cada vez más valoran la calidad, la procedencia y la producción sostenible de los alimentos que consumen.
- Tienen la oportunidad de aprovechar la demanda de maíz nativo y posicionar sus productos en mercados locales, regionales e incluso internacionales.

7.5.1.3 Debilidades

Los productores de maíz nativo de San Mateo Mozoquilpan presentan varias debilidades que afectan su actividad productiva y su capacidad para aprovechar las oportunidades disponibles.

- La falta de organización dificulta la implementación de estrategias y la toma de decisiones colectivas. Esto limita su capacidad para acceder a recursos y apoyos, negociar mejores precios y condiciones con compradores y comercializar sus productos de manera eficiente. Además, la falta de organización puede dificultar la

participación en programas y proyectos de desarrollo rural que requieren la conformación de grupos o asociaciones.

- La mayoría tienen parcelas pequeñas. Esta limitación dificulta la implementación de técnicas modernas de producción, el uso eficiente de recursos y la obtención de economías de escala. Esta situación además, puede dificultar la diversificación de cultivos y la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles, lo que afecta la productividad y la rentabilidad.
- El uso desmedido de agroquímicos, la falta de rotación de cultivos y prácticas agrícolas inadecuadas han llevado a la erosión y agotamiento del suelo, disminuyendo su fertilidad y capacidad de retención de agua. Esto afecta la productividad y la calidad de los cultivos, y aumenta la vulnerabilidad frente a eventos climáticos adversos.
- Existe una gran dependencia de insumos externos, como fertilizantes químicos y pesticidas. Esta dependencia puede ser costosa y limita la autonomía de los productores. Además, el uso excesivo de agroquímicos puede tener impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente, y comprometer la calidad y la autenticidad del maíz nativo.
- La mayoría son personas de edad avanzada y no cuentan con un relevo generacional adecuado. La falta de interés de las nuevas generaciones en la actividad agrícola y la migración hacia áreas urbanas afectan la continuidad y la viabilidad de la producción de maíz nativo. Esto pone en riesgo la preservación de la diversidad genética y cultural asociada con el maíz nativo, así como la sostenibilidad económica y social de la comunidad.

7.5.1.4 Amenazas

Los productores de maíz nativo de San Mateo Mozoquilpan enfrentan varias amenazas que ponen en riesgo su actividad agrícola y su sustento.

- Se enfrentan a un aumento constante en los precios de los insumos agrícolas, como fertilizantes y pesticidas. Estos altos costos reducen su rentabilidad y dificultan el acceso a tecnologías modernas. Además, el alza en los precios de los alimentos básicos puede afectar la demanda y los precios de venta de sus productos.
- En algunos casos, las políticas públicas pueden favorecer la producción industrializada y la importación de alimentos, lo que pone en desventaja a los productores locales. La falta de apoyo y de incentivos específicos para la producción de maíz nativo puede limitar su desarrollo y promoción.
- Los eventos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y tormentas, pueden afectar la producción y la calidad de los cultivos. Además, el aumento de las temperaturas y la variabilidad climática pueden alterar los ciclos de siembra y cosecha, dificultando la planificación y la estabilidad de la producción.
- La mayoría de los productores cooperantes carecen de acceso a asesoramiento técnico y capacitación adecuada. La falta de acompañamiento técnico limita su capacidad para adoptar prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles, así como para enfrentar los desafíos que surgen en la producción. Esto puede llevar a una menor productividad y rentabilidad.
- La presión por el cambio de uso del suelo es una amenaza. La urbanización, la expansión de la agricultura industrial y otras actividades económicas pueden llevar a la pérdida de tierras agrícolas y a la fragmentación de los espacios de cultivo. Esto

reduce la disponibilidad de tierras para la producción de maíz nativo y puede afectar la continuidad de la actividad agrícola.

El siguiente análisis FODA está basado en entrevistas, cuestionarios y talleres participativos con el grupo de productores cooperantes de San Mateo Mozoquilpan. La figura 22 muestra una matriz que resume y analiza los factores internos y externos, tanto positivos como negativos, que intervienen en la productividad local.

Las fortalezas son los aspectos internos positivos o características que los productores locales han utilizado para producir maíz nativo. Las oportunidades son los factores externos positivos que brindan ventajas a los productores al establecer vínculos con actores e instituciones externas al ejido y mantener su actividad productiva. Las debilidades son los aspectos internos negativos que han impedido que los productores aumenten su productividad. Por último, las amenazas son factores externos negativos sobre los cuales los productores no tienen control y que han llevado a que la actividad parezca no ser rentable.

Figura 22 Análisis FODA del grupo de productores de maíz nativo local



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.5.2 Árbol de problemas de producción de maíz nativo local

Algunas de las causas directas que afectan la productividad sostenible de maíz nativo son:

Las condiciones ambientales extremas que dificultan el crecimiento y desarrollo óptimo. Esto favorece el bajo rendimiento del maíz nativo debido a la sensibilidad al estrés, falta de adaptación genética ante cambios del clima y la competencia con otras especies.

Un suelo desfavorable para el cultivo de maíz es aquel que no proporciona las condiciones adecuadas para su crecimiento. Esto dificulta un rendimiento deseable por limitada nutrición, corto crecimiento radicular y vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades.

La contaminación de material genético de maíz se refiere a la introducción no deseada de genes de otras variedades en materiales nativos a través de la polinización cruzada entre plantas. Esto puede favorecer la baja productividad al reducir la diversidad genética, interferir con la reproducción y afectar la calidad del grano.

El mal manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz se refiere a la falta de estrategias y prácticas adecuadas para prevenir, controlar y manejar los problemas causados por insectos y organismos patógenos. Esto limita el rendimiento por daño directo a las plantas, disminuir la resistencia del maíz y llevar a un uso excesivo de pesticidas.

Las políticas sin pertinencia para el cultivo de maíz son aquellas regulaciones gubernamentales que no consideran las necesidades específicas del cultivo como los subsidios preferentes para otros cultivos, la falta de regulaciones ambientales, políticas comerciales desfavorables y el bajo apoyo a investigación. Estas desventajas favorecen la baja productividad de maíz al no proporcionar el apoyo financiero necesario, no priorizar el desarrollo rural y no brindar capacitación ni asistencia técnica adecuada.

La alta dependencia de insumos externos en la producción de maíz se manifiesta cuando los productores dependen en gran medida de insumos provenientes de fuentes externas.

Lo que hace insostenible a la actividad, no permite que sea rentable y facilita la baja productividad.

La incertidumbre en el mercado para el maíz se refiere a la falta de predictibilidad o estabilidad en los factores que afectan la oferta y la demanda de este cultivo como la fluctuación en la demanda, cambio climático, restricciones arancelarias, inestabilidad en precios de maíz e insumos y políticas comerciales internacionales. Estas condiciones favorecen la baja productividad al no abordar los desafíos relacionados con el acceso a mercados y precios justos.

El ineficiente manejo del cultivo de maíz se refiere a prácticas agrícolas que no optimizan la producción y utilizan de manera inadecuada los recursos disponibles. Lo que favorece el bajo rendimiento de maíz nativo por la falta de planificación del cultivo.

El diagrama presentado en la Figura 23 resume la problemática del bajo rendimiento del maíz nativo en San Mateo Mozoquilpan, tal como se identificó en el diagnóstico técnico productivo. El objetivo de esta herramienta es reconocer las principales causas que contribuyen al bajo rendimiento del maíz nativo local. Estas causas están directamente relacionadas con los efectos de la problemática, lo cual facilita su comprensión. Además, el uso del árbol de problemas también ayuda a proponer posibles soluciones a los problemas identificados, promoviendo la participación de los actores involucrados.

Figura 23 Árbol de problemas
ESTRUCTURA ANALÍTICA DE ASPECTOS PRODUCTIVOS DEL MAÍZ NATIVO



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.5.3 Árbol de Objetivos de producción de maíz nativo local

Algunas de las acciones que se deben realizar para mejorar la eficiencia en la productividad sostenible de maíz nativo son:

Buscar la mitigación ante el cambio climático con el uso de coberturas vegetales, rotación de cultivos, uso óptimo del agua, uso de agricultura de precisión y empleo adecuado y estrictamente necesario de insumos, entre otras acciones. Además, la educación y capacitación de los agricultores son fundamentales para promover la adopción de estas medidas que buscan aumentar la captura de carbono en el suelo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y hacer eficiente al cultivo.

En la búsqueda de suelos con propiedades físicas, químicas y biológicas favorables se debe realizar evaluaciones y análisis del suelo, muestrear de manera representativa, interpretar los resultados, mejorar las deficiencias identificadas y monitorear continuamente las propiedades del suelo. Esto garantizará condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del maíz nativo.

Para lograr la recombinación genética controlada en maíz, se seleccionan variedades parentales, se cruzan de manera controlada, se seleccionan plantas híbridas, se evalúan y seleccionan líneas puras, y se realizan pruebas de rendimiento. Esto permite desarrollar variedades de maíz con características genéticas deseadas y adaptadas a diferentes condiciones agronómicas.

Para desfavorecer a plagas y enfermedades específicas del maíz se debe interrumpir su ciclo de vida, realizar su identificación temprana, implementar medidas preventivas, emplear un manejo integrado con el uso exacto de insumos y fortalecer la salud de las plantas para reducir su susceptibilidad a ataques principalmente.

El empleo de programas sectoriales integrales que sean pertinentes para producir maíz nativo puede incluir programas de conservación y rescate de variedades nativas, de investigación y mejoramiento genético, de capacitación y transferencia de conocimientos, de fortalecimiento de la cadena de valor y de apoyo financiero.

La construcción de la fertilidad del suelo para reducir la dependencia de insumos externos en la producción de maíz nativo implica implementar prácticas agrícolas sostenibles como el incremento de la materia orgánica, la incorporación de residuos vegetales, aumento de microfauna benéfica, uso racional de nutrientes y monitoreo regular del estado del suelo.

En el proceso de estabilidad en la oferta y demanda de maíz nativo es prudente realizar una adecuada planificación del cultivo, la implementación de sistemas de almacenamiento y manejo postcosecha, la promoción de agricultura por contrato y el establecimiento de acuerdos comerciales a largo plazo, además de la promoción de mercados locales y circuitos cortos de comercialización.

El manejo sostenible de maíz nativo implica una serie de prácticas que buscan preservar la biodiversidad y la calidad del suelo, el empleo racional de recursos internos y externos disponibles, la reducción gradual de la dependencia de agroquímicos y el empleo de los pasos para alcanzar una mayor producción de maíz.

Se ha desarrollado un árbol de objetivos (Figura 23) para abordar los problemas de baja productividad del maíz nativo y dar una perspectiva positiva al árbol de problemas. Esta herramienta es útil para identificar objetivos y metas que solucionen los problemas identificados y planificar acciones a corto, mediano y largo plazo para lograrlos.

Figura 24 Árbol de objetivos
ESTRUCTURA ANALÍTICA DE ASPECTOS PRODUCTIVOS DEL MAÍZ NATIVO



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Un modelo integral de todos los elementos contenidos en las actividades y componentes del árbol de objetivos ayudaría a contribuir al incremento de la producción de maíz nativo con un enfoque sostenible, utilizando tanto el conocimiento como habilidades, capacidades y optimizando los recursos disponibles.

Es importante tener en cuenta que todas las unidades de producción tienen restricciones productivas. Estas limitaciones pueden ser condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, la presencia de plagas, maleza, microorganismos patógenos o agentes que causan enfermedades. Otros factores limitantes de la producción incluyen la falta de herramientas agrícolas entre otros.

7.6 Estrategia de producción sostenible

Tras analizar las problemáticas y llegar a un consenso con los productores de San Mateo Mozoquilpan, se ha concluido que es fundamental desarrollar una propuesta sostenible para el cultivo de maíz nativo. Esta propuesta no solo contempla la seguridad y soberanía alimentaria, sino también incorpora un enfoque de alto rendimiento.

7.6.1 Preparación de suelo

Antes de sembrar maíz nativo, es crucial llevar a cabo una serie de actividades para permitir un adecuado establecimiento del cultivo en la parcela, considerando las herramientas necesarias, además de la incorporación de mejoradores de suelo que favorezcan su composición. También es indispensable seleccionar los materiales de maíz que hayan demostrado una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la localidad.

Las actividades de preparación de suelo incluyen romper los terrones de tierra, eliminar las malezas y facilitar la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces de las plantas. El objetivo es crear un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas, asegurando

una adecuada aireación, drenaje y disponibilidad de nutrientes. Esta preparación del suelo es fundamental para establecer un buen inicio en el cultivo y maximizar su potencial de rendimiento.

Es fundamental la realización de un paso cruzado con el implemento subsolador (Ver Figura 25) para fracturar el piso de arado de forma horizontal que dependiendo del tipo de suelo sea al menos de cuarenta centímetros de profundidad. Entre las ventajas del uso del subsolador se tienen las siguientes: combatir la compactación del suelo y mal drenaje, favorecer el desarrollo radicular, retener humedad en el suelo, reducir la erosión, reducir el número de pastos para disminuir gastos, reducir el uso de herbicidas y fertilizantes, además de aumentar el porcentaje de materia orgánica del suelo (ATIDER, 2012).

Figura 25 Uso de subsolador



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

En seguida es recomendable pasar el implemento rastra (Figura 26) las veces que sean necesarias para picar residuos de cosechas anteriores, maleza existente, deshacer los

terrones de mayores dimensiones según el tipo de suelo, dejar bien mullido el suelo en la búsqueda de una adecuada distribución de semillas a la hora de la siembra aunque el costo de producción del cultivo se incremente (ATIDER, 2012).

Figura 26 Uso de rastra



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Para garantizar un cultivo exitoso de maíz, es pertinente considerar diversos factores como siniestros climáticos, plagas, enfermedades, maleza, baja fertilidad del suelo y fertilización, entre otros. Una evaluación de riesgos específica y medidas preventivas son esenciales. Esto implica realizar análisis de suelo en laboratorio, elaborar un plan de cultivo y mantener una bitácora detallada de las actividades, incluyendo deficiencias encontradas y medidas de control implementadas.

7.6.2 Análisis de suelo

Es un proceso fundamental en la agricultura que consiste en evaluar las características químicas, físicas y biológicas del suelo. El resultado proporciona información detallada sobre la fertilidad del suelo, los niveles de nutrientes disponibles, el pH, la textura, la

capacidad de retención de agua y otros factores que influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo. Realizar un análisis de suelo ayuda a los productores a tomar decisiones más certeras sobre el uso de fertilizantes, prevenir problemas fitosanitarios y mantener la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de producción agrícola.

Antes de la siembra preferentemente de uno a dos meses y con el terreno preparado, se deberá obtener una muestra de suelo por predio con condiciones físicas similares a simple vista para que se envíe a analizar en laboratorio y se obtengan una serie de resultados químico-físicos y con base en su interpretación solicitar la asesoría de un técnico profesional especializado para la elaboración de un plan de cultivo con base en el resultado del análisis de suelo, que contenga las labores y los costos de producción según las características de cada predio y la meta de rendimiento (Castellanos, y otros, 2020).

Para tomar una muestra de suelo adecuada¹⁵, es importante seguir ciertos pasos. Utilizar una barrena de acero inoxidable (Figura 27) y perforar a una profundidad mínima de treinta centímetros. Tomar al menos veinticinco submuestras en áreas homogéneas en cuanto a textura y color, puede ser en zigzag o en cinco de oros. Evitar zonas con drenajes, áreas altas o bajas, bordes, corrales, hormigueros, madrigueras y áreas con sombra de árboles. Mezclar las submuestras en un balde limpio y luego extender la muestra en una superficie libre. Dividir la muestra en cuatro cuadrantes y eliminar los extremos, repetir hasta obtener una muestra de aproximadamente un kilogramo de la mezcla. Mantener la muestra en un lugar fresco y seco y enviarla al laboratorio lo antes posible para obtener resultados más precisos (FERTILAB, 2011). La experiencia adquirida durante la última década en el

¹⁵ Se recomienda que la muestra de suelo sea tomada por un profesional técnico especializado o por un productor capacitado en la selección adecuada de la zona de muestreo y empleo de las herramientas necesarias.

diagnóstico de suelos otorga la confianza para recomendar enviar las muestras de suelo a analizar en uno de los laboratorios con más prestigio por la calidad en la interpretación de los resultados, ya que cuentan con certificaciones internacionales y rapidez en la recepción, interpretación y entrega de resultados, FERTILAB, ubicado en Celaya Guanajuato.

Figura 27 Barrena de acero inoxidable



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Mejorador de suelo: Si el resultado del análisis de suelo indica emplear algún mejorador de suelo como carbonato de calcio, cal dolomitizada, cal agrícola o algún otro, es recomendable aplicar el producto de una sola vez (Figura 28), con presencia de humedad en el suelo y antes de la siembra (Castellanos, y otros, 2020).

El uso de mejoradores de suelo tiene múltiples beneficios. Estos mejoradores ayudan a optimizar la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y nutrientes. Además, incrementan la fertilidad del suelo y estimulan la actividad microbiana,

lo cual es beneficioso para controlar patógenos y mejorar la salud del suelo. Al mismo tiempo, los mejoradores de suelo también contribuyen a reducir la erosión.

Figura 28 Encalado líquido



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.3 Planeación del cultivo

Un plan de cultivo es un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para guiar el proceso de cultivo de manera eficiente y efectiva. Este plan incluye aspectos como la preparación del suelo (aunque ya se haya realizado conforme a la recomendación descrita anteriormente), la selección adecuada de semillas, la siembra, el uso eficiente de insumos, el control de plagas y enfermedades, y la cosecha. El objetivo principal del plan de cultivo para lograr una producción agrícola exitosa y sostenible, es maximizar el rendimiento y la calidad de los cultivos, teniendo en cuenta las características específicas del terreno, las condiciones climáticas y los recursos disponibles.

A través de las recomendaciones del especialista en interpretar resultados de análisis de suelo, también se realizan las recomendaciones de fertilización de todo el ciclo del cultivo,

y deben estar detalladas en el plan de cultivo. Cada parcela tiene sus particularidades por lo que cada una debe tener un plan de cultivo distinto de los otros porque aún en el mismo paraje hay variaciones entre predios, por lo tanto, el concepto de paquete tecnológico no se emplea en el presente trabajo.

7.6.4 Empleo de bitácoras

Una bitácora es una herramienta crucial para el seguimiento y la toma de decisiones informadas en la agricultura. En esta se registran detalladamente las actividades y observaciones realizadas durante el ciclo del cultivo. Esta bitácora incluye información sobre las actividades realizadas desde las labores previas a la siembra hasta la cosecha y almacenamiento del producto. Además, se registran datos como las fechas de realización de cada actividad, las condiciones climáticas, las observaciones sobre el crecimiento de las plantas, las incidencias detectadas y las medidas tomadas.

Es importante examinar los datos recopilados de manera oportuna y analizar el diagnóstico de las condiciones específicas del cultivo, así como del entorno, con el fin de tomar decisiones acertadas. Cada productor debe mantener una bitácora detallada en la que registre todas las actividades relacionadas con el ciclo del cultivo, desde su inicio hasta los datos de la cosecha, el manejo poscosecha y las ventas. Esto permitirá tener un registro completo y evaluar el ciclo de manera efectiva (ATIDER, 2012).

7.6.3 Tratamiento de semilla

Antes de la siembra, se pueden aplicar tratamientos a las semillas para protegerlas contra enfermedades y plagas. El tratamiento de semillas de maíz con insecticidas y fungicidas previene y controla la aparición de plagas y enfermedades, asegurando un establecimiento saludable de las plántulas y un crecimiento vigoroso de las plantas. Esto se traduce en

mayor rendimiento y calidad de los granos de maíz. Además, reduce la necesidad de aplicar insecticidas foliares y controla la transmisión de enfermedades por insectos vectores.

El tratamiento vigorizante de las semillas de maíz es importante porque mejora la germinación, aumenta su capacidad para absorber agua y nutrientes, y promueve un crecimiento más rápido y uniforme. También fortalece las semillas contra el estrés abiótico, se garantiza una mayor supervivencia de las plántulas y un desarrollo más saludable de las plantas. Además aumenta la productividad del cultivo al presentar un mayor número de plantas productivas.

Elegir el tratamiento de semilla (Figura 29), por ejemplo: a) Potenciador de germinación y vigorizante de plántulas con zinc, nitrógeno y fósforo (160 ml de Teprosyn Yara por cada 20 kg o 60,000 semillas) o sustituir con Zinc (100 g de Wolfrax por cada 20 kg o 60,000 semillas); b) Como tratamiento insecticida usar Tiametoxam (60 ml Cruiser 5FS Syngenta) o sustituir con Thiodicarb (600 ml de Semevin 350 Bayer por cada 20 kg o 60,000 semillas) (ver Anexo III), (ASPROS, 2017).

Figura 29 Tratamiento insecticida y vigorizante



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.4 Densidad de siembra

En cuanto a la distribución de semillas de maíz en campo se debe planificar de manera eficiente, considerando la cantidad de semillas necesarias y la distribución espacial en la parcela. La densidad de siembra se refiere a la cantidad de semillas que se siembran por unidad de área, expresada en el presente trabajo en número de semillas por hectárea. Una densidad de siembra más alta puede resultar en un mayor rendimiento por unidad de área. Sin embargo, una densidad de siembra excesivamente alta también puede aumentar el riesgo de enfermedades, plagas y estrés por falta de recursos. Y una densidad de siembra puede resultar en un menor rendimiento total, ya que se subutiliza el espacio disponible y puede haber un desperdicio de recursos.

Para poder calcular el peso de las semillas de maíz nativo, se recomienda pesar 100 semillas. En promedio esta cantidad de semillas tiene un peso de 50 g. Un saco de semillas de maíz nativo pesa en promedio 25 kg y contiene 50000 semillas que son las que tradicionalmente se siembran en una hectárea.

Es recomendable trabajar con la cantidad de semilla recomendada según la meta de rendimiento. Si se realiza el surcado por hectárea a 75 cm entre surcos, se obtienen “133 surcos por hectárea”¹⁶, en este caso la densidad de población va de 53333 a 80000 semillas/ha con un peso de 26.7 hasta 40 kg de semilla y una densidad de siembra de cuatro a seis semillas/m lineal; en caso de realizar el surcado a 80 cm, resultan 125 surcos/ha, en los cuales se depositan de 50000 a 75000 semillas/ha o de 25 a 37.5 kg, de igual forma de cuatro a seis semillas por metro lineal. Considerando la distribución de la semilla se debe sembrar conforme a la recomendación de la Tabla 9.

¹⁶ Dicha cantidad resulta de la división de 10 000 m² entre 75 cm.

Tabla 9 Distribución de semillas nativas por hectárea

Distancia entre surcos (m)	Semillas por metro lineal				
	4	4.5	5	5.5	6
	Densidad de siembra (semillas/hectárea)				
0.75	53333	60000	66667	73333	80000
0.8	50000	56250	62500	68750	75000
	Peso de semillas (kg/hectárea)				
0.75	26.7	30	33.3	36.7	40
0.8	25	28.1	31.3	34.4	37.5

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.5 Siembra, primera fertilización sólida y refuerzo protector de semillas

La siembra es un factor crucial para alcanzar los objetivos de rendimiento deseados en el cultivo de maíz. Consiste en colocar las semillas estratégicamente en el suelo, teniendo en cuenta la densidad de siembra, la profundidad, el espaciado entre semillas. Es fundamental considerar la localización, cantidad, balance y calidad del primer fertilizante sólido. Emplear fertilizantes premezclados de fábrica o realizar las propias mezclas según recomendación. Estos aspectos tienen un impacto significativo en la productividad y la calidad del cultivo de maíz, por lo tanto, deben ser cuidadosamente considerados para promover un crecimiento saludable y maximizar el rendimiento.

Es necesario calibrar la sembradora según recomendaciones del fabricante (Figura 30). Hacer una prueba en 20 m lineales de siembra sin rebasar la velocidad de 5 km/h. Verificar que la cantidad de semilla y fertilizante depositada sea la adecuada. La semilla debe encontrarse a no más de 10 cm de profundidad, ni menos de 3 cm según la humedad del suelo. El fertilizante debe colocarse 5 cm a un costado y 5 cm debajo de la semilla. Una vez calibrada la sembradora se debe sembrar. Como tratamiento insecticida granulado para proteger a las semillas de las plagas del suelo se puede usar Teflutrina (15-20 kg Force 2G Syngenta) o sustituir con Bifentrina e Imidacloprid (Allectus GR de FMC, 20-30 kg/ha), (ver

Anexo III), mezclado con el fertilizante granulado o se puede aplicar mediante el bote dosificador con que cuentan algunas sembradoras.

Figura 30 Calibración de sembradora



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.6 Manejo de maleza

Para su control se debe considerar el historial productivo del terreno para la identificación de diferentes tipos de maleza que predomina, entre las que se encuentran las de hoja ancha como los quelites y las de hoja angosta como los zacates. Después considerar aplicar un herbicida o conjunto de herbicidas preemergentes. Para la mezcla de productos herbicidas y coadyuvantes es necesario considerar el pH del agua y el orden de mezclado según el fabricante: medir el pH del agua con un potenciómetro (Figura 31), regularmente el pH del agua se encuentra arriba de 8, de ser así hay que acidificar con 75-100 g de ácido cítrico por cada 200 L de agua a manera de bajar pH del agua entre 4.0 y 6.0. Calibrar el equipo aspersor con un flujómetro¹⁷, de no contar con él, asegúrese de que todas las boquillas

¹⁷ Instrumento de medición que se conecta a la salida de las boquillas de una aspersora mientras se encuentra trabajando, que sirve para calcular la cantidad de agua que se aplica.

aplican la misma cantidad de líquido, sustituya las piezas dañadas y realice la aspersión en suelo húmedo con herbicida pre emergente, atrazina, mesotrione y s-metolaclo (5-6 l de Lumax Gold Syngenta en 200-300 l de agua ha) o sustituir por Atrazina y Acetoclor (2 kg de Gesaprim Calibre 90 y 2 L de Harness Extra en 200-300 l de agua/ha), (ver Anexo III). Una vez terminada la efectividad del herbicida aplicado con anterioridad, otras generaciones de maleza comenzarán a aparecer, dependiendo de la incidencia, se procede a recomendar herbicidas posemergentes como los siguientes: nicosulfurón y mesotrione a la maleza de hojas anchas y angostas, con una altura de 5 a 10 cm y el cultivo de 12 a 15 cm de altura (1-2 litros de Elumis Syngenta en 200-300 l de agua ha) o sustituir por Atrazina, Acetoclor, Dicamba y Prosulfurón (1 kg de Gesaprim Calibre 90, 1 l de Harness Extra y 500 g de Peak Turbo en 200-300 l de agua ha), (ver Anexo III). De tratarse de control de maleza con productos amigables con el ambiente, de igual manera considerando las recomendaciones del fabricante (ATIDER, 2012).

Figura 31 Modificación de pH del agua para herbicidas



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.7 Primera fertilización foliar y control de plagas del follaje

Una semana después de la aplicación de los herbicidas posemergentes o cuando el cultivo tenga de 2 a 3 hojas verdaderas y con base en la interpretación del análisis de suelo, se debe aplicar un fertilizante foliar de arranque o de inicio del desarrollo vegetativo que contenga aminoácidos, hormonas, algas, ácidos fúlvicos y microelementos como (2-4 l de HY-Crop Arranque de Exsotec 200-300 l de agua/ha) o (un paquete foliar l de Axeb en 200-300 l de agua/ha) (ver Anexo III), en cobertura total que complemente las condiciones nutrimentales de las plántulas. Se puede aplicar con mochila aspersora manual, aguilón o con dron (Figura 32). En la misma mezcla del fertilizante foliar es posible agregar un insecticida que dé protección contra plagas que atacan al follaje: puede usarse un par de insecticidas para controlar picudo (*Sitophilus zeamais*), diabrótica (*D. balteata*, *duodencinpuctata* y *longicornis*), así como el frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*), mezclar Lambda cyalotrina y Emamectina (250 ml de Karate Zeon 5CS Syngenta más 100 ml de Denim 19CE Syngenta en 200-300 l de agua/ha) (ver Anexo III), (ATIDER, 2012).

Figura 32 Fertilización foliar con dron



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.8 Segunda fertilización sólida

Cuando las plantas tengan de tres a seis hojas verdaderas, en esta etapa vegetativa ya se definieron el número de hileras y granos por hilera que tendrá la mazorca y es en ese momento que la planta demanda una cantidad mayor de elementos nutrimentales. El resultado del análisis de suelo nos ayudará a conocer la cantidad y el balance del fertilizante para aplicarlo en el momento más adecuado: realizar la siguiente fertilización granulada según la recomendación empleando la cultivadora (INTAGRI, 2018).

7.6.9 Segunda fertilización foliar con insecticida

Es recomendable realizar otra u otras fertilizaciones foliares según la recomendación del personal técnico especializado con base en el resultado del análisis de suelo: Cuando el cultivo tenga 6-8 hojas verdaderas (Figura 33), aplicar otra dosis de fertilizante foliar, ahora de desarrollo, con macro y microelementos (4-6 l de HY-Crop Desarrollo de Exsotec en 200-300 l de agua/ha) o (un paquete foliar II de Axeb en 200-300 l de agua/ha), usar un par de insecticidas para controlar nuevamente picudo, diabrótica y frailecillo, mezcle (250 ml de Karate Zeon 5CS Syngenta más 100 ml de Denim 19CE Syngenta), en 200-300 l de agua/ha (ver Anexo III), (ATIDER, 2012).

Figura 33 Segunda etapa de aplicación de fertilizante foliar



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.10 Monitoreo del cultivo

Es fundamental realizar un monitoreo constante del cultivo de maíz y registrar todas las actividades realizadas, como aplicaciones de fertilizantes, control de plagas y enfermedades, entre otros. Esto permite evaluar el progreso del cultivo y tomar decisiones basadas en datos.

En todo momento se debe estar atento y contar preferentemente con acompañamiento técnico, para monitorear el cultivo, vigilar el adecuado desarrollo de las plantas en cada una de sus etapas, considerar características que manifiesten su óptima sanidad o deficiencias y diagnosticar los cambios que están ocurriendo para que, en ese momento se lleve a cabo una recomendación de corrección o complemento nutrimental, control de plagas (Figura 34), y maleza que ayude a ganar más kilogramos de maíz (ATIDER, 2012).

Figura 34 Presencia de plaga diabrotica



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.11 Selección masal estratificada (SME)

Al seleccionar cuidadosamente las semillas, se busca garantizar características deseables como resistencia a enfermedades, adaptación al clima local, alto rendimiento y calidad del producto final. Además, la selección adecuada de las semillas también puede contribuir a la conservación de variedades locales y tradicionales, así como a la diversificación genética de los cultivos. Una buena selección de semillas también ayuda a reducir la dependencia de semillas comerciales y promover la conservación de la cultura agrícola local.

Para la selección de semillas lo conveniente es emplear la SME a través de la observación (Figura 35) en campo, antes de la cosecha y desde ahí seleccionar las plantas que tienen mejores atributos físicos, y que por esos signos aparentes de mayor calidad y resistencia a condiciones medioambientales con respecto del resto de plantas que le rodean, podrán reproducirse mostrando sus características genéticas fenotípicas deseables. El uso de semillas seleccionadas es causa de mejores rendimientos (Rivera, 2016).

Figura 35 Selección Masal Visual de plantas y mazorcas



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

7.6.12 Cosecha

Una vez que las mazorcas han alcanzado la madurez fisiológica, se puede realizar una estimación de rendimiento (Figura 36), mediante un sistema de muestreo específico y elementos de medición como báscula y determinador de humedad que servirán para calcular la meta de rendimiento previamente establecida. Cuando las plantas han entrado en el proceso de senescencia¹⁸ se puede pensar en la etapa final del ciclo productivo del maíz y es en ese momento cuando hay que considerar las labores de cosecha y cuál será el destino final del grano de maíz obtenido.

¹⁸ Proceso natural en el ciclo de vida de la planta, que se refiere al envejecimiento y deterioro de los tejidos vegetales que comienzan a amarillear y eventualmente mueren.

Figura 36 Estimación de rendimiento



Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

La cosecha se refiere al proceso de recolección de forma manual o mecánica con trilladora cuando las mazorcas están maduras y el grano está listo para su consumo o para su procesamiento posterior. La cosecha es un momento crucial ya que determina el rendimiento final del cultivo y la calidad de los granos obtenidos. Es importante realizar la cosecha en el momento adecuado, cuando las mazorcas han alcanzado su madurez fisiológica y presentan un contenido de humedad óptimo (15-16%) para su conservación y uso posterior (ATIDER, 2012; ASPROS, 2017).

Una vez obtenido el grano de maíz nativo es preciso pensar en el uso que se les da a los residuos de la cosecha. También es el tiempo en que se decide sobre el uso final que tendrá el grano cosechado, si se embodegará, se destinará a la venta con terceros o comenzará un proceso de transformación al interior de la unidad de producción.

7.6.13 Incorporación de residuos de la cosecha anterior

La utilización de los restos de la cosecha anterior como abono o fertilizante para el suelo tiene múltiples beneficios. Ayuda a mejorar la calidad del suelo, aumentar su fertilidad y

mantener un equilibrio en el ecosistema. Al incorporar los residuos de la cosecha anterior al suelo, se devuelven nutrientes y materia orgánica al terreno, lo que contribuye a mejorar su estructura y fertilidad. Además, esta práctica puede ayudar a controlar plagas y enfermedades. Al reducir la necesidad de utilizar fertilizantes químicos, se disminuye la contaminación del suelo y del agua (Forjan & Manso, 2018).

La materia orgánica es la encargada de mejorar la estructura del suelo, reduce su erosión, regula la temperatura del suelo, almacena más humedad, eficiente la fertilidad, es indispensable en el aprovechamiento nutrimental para las plantas y organismos del suelo, genera suavidad en los suelos para trabajar y disminuye las enfermedades de los cultivos. El incorporar el rastrojo de la cosecha anterior aumenta materia orgánica en los suelos y recicla fertilizantes. En los suelos que carecen de materia orgánica y cuando las infestaciones de plagas en el suelo son significativas, los ataques son más severos. Los organismos patógenos tienen mayor facilidad de infectar a las plantas de maíz cuando hay poca cantidad de materia orgánica. En un suelo con mayor cantidad de materia orgánica las poblaciones de microorganismos benéficos son más altas (ATIDER, 2012).

El rendimiento de grano en el maíz se ve afectado por la cantidad de agua retenida en el suelo. La incorporación de esquilmos y el aumento gradual de materia orgánica permiten que exista mayor cantidad de agua en el subsuelo. El maíz cultivado con el apoyo del riego presenta mayor rendimiento en grano que los cultivados bajo condiciones de temporal y este hecho se asocia principalmente a la disponibilidad de agua presentada en la mayor parte del desarrollo del cultivo en los periodos vegetativo y reproductivo (Vazquez, Arellano, & Santiago, 2015).

Antes de incorporar los residuos de la cosecha anterior se debe desvarar y/o picar. Enseguida hay que asperjarlos con 6 unidades de nitrógeno por tonelada de rastrojo, preferentemente con sulfato de amonio. Por cada tonelada de grano de maíz genera una tonelada de rastrojo, esto depende del material que se trate, en dado caso que se tenga una cosecha de 8 t ha^{-1} de grano, si se requieren 6 unidades de nitrógeno por cada tonelada entonces se necesitarán 48 unidades de nitrógeno por hectárea. Si la fuente de nitrógeno es sulfato de amonio que contiene 20.5 unidades de nitrógeno por cada 100 kg entonces se realiza la siguiente operación: $48/20.5=2.341$, esta cantidad se multiplica por 100 y se obtiene como resultado 234.1 kg de sulfato de amonio a emplear por hectárea. Esa cantidad se disuelve en 400 litros de agua. Agregar enseguida a la mezcla una formulación de microorganismos bioinoculantes¹⁹ (Soil Builder de 9.5 a 19 l/ha) (ver Anexo III) y asperjar sobre el rastrojo picado en el suelo con el propósito de lograr una descomposición más eficiente de la materia orgánica. Posteriormente se debe realizar un subsoleo cruzado de al menos 40 cm de profundidad y enseguida los pasos necesarios de rastra para incorporar el rastrojo tratado (ATIDER, 2012; CIMMYT, 2015; Venegas S., Carrasco J., & Aguirre A., 2018).

7.6.14 Almacenamiento

Para el almacenamiento de maíz, es importante tener en cuenta algunas consideraciones clave. En primer lugar, es necesario limpiar el maíz de impurezas para evitar la proliferación de plagas y enfermedades. Además, se debe mantener un nivel de humedad recomendado entre 13% y 14%, ya que un exceso de humedad puede generar hongos y moho. Es fundamental evitar la exposición directa al sol, ya que esto puede afectar la calidad del

¹⁹ Productos que buscan agilizar la descomposición de los residuos de los cultivos, mediante enmiendas microbiológicas y sus metabolitos.

maíz. Es posible emplear cal micronizada sobre el grano, es económico y no le afecta para el consumo humano. También se puede almacenar en contenedores herméticos metálicos o bolsas plásticas para prevenir el deterioro causado por plagas. Por último, es crucial monitorear regularmente el maíz durante el almacenamiento para detectar cualquier signo de deterioro o presencia de plagas como gorgojos y barrenadores (CIMMYT, 2021).

7.6.15 Calendario agrícola de la estrategia de producción sostenible

La Figura 37 muestra las principales categorías del enfoque propuesto para el manejo sostenible del maíz nativo. Estas categorías identifican las etapas críticas para considerar durante el ciclo del cultivo. Se estableció un calendario de labores mensuales que permite identificar, prevenir y corregir las acciones necesarias para optimizar el rendimiento del maíz. Este calendario agrícola tiene que ser del conocimiento general de todos los productores y se ha diseñado pensando en sus requerimientos para aumentar la productividad y lograr un crecimiento armonioso y sostenible, así como para medir el efecto económico, social y ecológico de la actividad.

Figura 37 Calendario agrícola de la estrategia de producción sostenible

ACTIVIDADES	Ciclo productivo											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Labores previas a la siembra												
Siembra												
Prevención de riesgos												
Manejo sostenible												
Consumación del ciclo productivo												
Manejo poscosecha y mercado												

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Desde el punto de vista económico, actualmente en San Mateo Mozoquilpan se invierten \$21'121.00 que es el costo total de producción con una utilidad de \$10'154.00 (Tabla 10).

Tabla 10 Ejemplo de costos de producción local actual

CONCEPTO	PROD.	CANT.	UNIDADES	COSTO UNIDAD	COSTO /HA
Labores Previas a la siembra:					
Rastra		2	ha	\$1250	\$ 2,500.00
Arado		1	ha	\$2500	\$ 2,500.00
Subtotal					\$ 5,000.00
Cuidados y distribución de semillas:					
Semilla	Semillas Nativas	1.0	bulto 25 kg	\$600	\$ 600.00
Siembra		1	Ha	\$2500	\$ 2,500.00
Subtotal					\$ 3,100.00
Prevención de riesgos en el cultivo					
Subtotal					\$ 0
Cuidados del cultivo:					
Fertilizante en siembra	DAP	150	kg	\$15.98	\$ 2,397.00
Segunda Fertilización	UREA	200	kg	\$12.12	\$ 2,424.00
Aplicación de fertilizante		4	jornales	\$250	\$ 1,000.00
Herbicida posemergente	Atrazina	2	kg/ha	\$250	\$ 500.00
Herbicida posemergente	2 4-D	1	litro	\$300	\$ 300.00
Aplicación de herbicidas		2	jornales	\$250	\$ 500.00
Subtotal					\$ 7,121.00
Consumación del ciclo productivo:					
Cosecha manual		1	ha	\$5000	\$ 5,000.00
Flete		3	viajes	\$300	\$ 900.00
Subtotal					\$ 5,900.00
Totales		Costo Total por Hectárea			\$ 21,121.00
		Rendimiento obtenido/ha			4.50
		Costo por Tonelada			\$ 4,693.56
		Precio de venta ton de grano			\$ 6,950.00
		Ingresos por venta de grano			\$ 31,275.00
		Utilidad			\$ 10,154.00

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Con un manejo sostenible se estima que la inversión puede ser de \$27'339.60 llegando a ganar \$28'260.40 (Tabla 11) al mismo tiempo que aumenta la rentabilidad.

Tabla 11 Ejemplo de costos de la propuesta de producción local

CONCEPTO	PRODUCTO	CANT	UNIDADES	COSTO UNIDAD	COSTO /HA
Labores Previas a la siembra:					
Rastra		2	ha	\$ 1,250.00	\$ 2,500.00
Subsuelo		1	ha	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
Subtotal					\$ 5,000.00
Cuidados y distribución de semillas:					
Semilla	Nativa	1.0	bulto	\$ 600.00	\$ 600.00
Tratamiento de semilla	Zn+Thiencarbazono	1	Dosis	\$ 450.00	\$ 450.00
Insecticida plagas del suelo	Bifentrina + Imidacloprid	20	kg	\$ 40.00	\$ 800.00
Siembra		1	Ha	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
Subtotal					\$ 4,350.00
Prevención de riesgos en el cultivo					
Muestreo de suelo	Análisis	1	ha	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Subtotal					\$ 1,200.00
Cuidados del cultivo:					
Fertilizante en siembra	13-12-19-10	370	kg	\$ 13.38	\$ 4,950.60
Segunda Fertilización	UREA	200	kg	\$ 12.12	\$ 2,424.00
Tercera Fertilización	UAN 32	150	kg	\$ 11.50	\$ 1,725.00
Primer Foliar	Arranque	3	l/ha	\$ 150.00	\$ 450.00
Segundo Foliar	Desarrollo	4	l/ha	\$ 150.00	\$ 600.00
Aplicación de fertilizante		4	jornales	\$ 250.00	\$ 1,000.00
Insecticida plagas follaje (V3 - V4)	Cipermetrina	1	Dosis	\$ 110.00	\$ 110.00
Insecticida plagas follaje (V5 - V6)	Zeta-Cipermetrina	1	Dosis	\$ 250.00	\$ 250.00
Herbicida preemergente	Atrazina + Mesotrione + S-Metolaclo	1	Dosis	\$ 980.00	\$ 980.00
Aplicación de herbicidas		2	ha	\$ 250.00	\$ 500.00
Subtotal					\$ 12,989.60
Consumación del ciclo productivo:					
Trilla		1	ha	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Flete		6	viajes	\$ 300.00	\$ 1,800.00
Subtotal					\$ 3,800.00
Totales		Costo Total por Hectárea			\$ 27,339.60
		Rendimiento obtenido/ha			\$ 8.00
		Costo por Tonelada			\$ 3,417.45
		Precio de venta ton de grano			\$ 6,950.00
		Ingresos por venta de grano			\$ 55,600.00
		Utilidad			\$ 28,260.40

Fuente: Oswaldo Camargo Gómez, 2023.

Los costos de producción descritos pueden considerarse como un instrumento para la toma de decisiones de los productores, previo, durante y después del ciclo del cultivo. En función de la optimización de los recursos locales, todos estos costos pueden verse disminuidos y favorecer la rentabilidad de la actividad. Los costos pueden disminuir en cada ciclo agrícola sin detrimento de los beneficios productivos.

VIII. DISCUSIÓN

En la elaboración del presente trabajo se mencionan las actividades técnico-productivas que influyen en el rendimiento final del maíz nativo en San Mateo Mozoquilpan. Por lo tanto se discuten los beneficios o desventajas relevantes que se realizan en diferentes tareas del proceso de producción.

8.1 Preparación del suelo

Según los datos recopilados, se encontró que el 54% de los productores opta por utilizar el arado de discos como método inicial para preparar el suelo antes de la siembra, el cual invierte el perfil del suelo y sepulta los residuos de la cosecha anterior, los cuales no se incorporan superficialmente. De conformidad con Carrasco y Aguirre (2018), se identificaron algunas desventajas del uso del arado en la preparación de suelo, que puede favorecer la erosión, reducir la materia orgánica, limitar la infiltración de agua, bajar la oxigenación, causar compactación y pérdida de nutrientes. En acuerdo con Martínez y colaboradores (2019), se asegura que el uso de arado más rastra destruye la estructura del suelo y degrada sus propiedades físicas.

Por otro lado, el 56% de los productores elige utilizar una combinación de subsolador y arado, o solo el subsolador con rastra, donde el subsolador favorece propiedades del suelo al fracturar el piso de arado. En concordancia con Carrasco y Aguirre (2018), aconsejan hacer una labranza vertical, con el subsolador o escarificador, para fracturar posibles capas endurecidas del suelo, mejorando así la oxigenación del suelo, y por ende la degradación de los residuos.

En cuanto al uso de la rastra, todos los productores la utilizan en la preparación del suelo de cultivo para desterronar y homogenizarlo. Carrasco y Aguirre (2018), confirman que el

uso de rastra desmenuza el suelo y puede aportar ventajas como aumentar sus propiedades físicas.

En lo que respecta al mejoramiento del suelo para corregir problemas de acidez y aumentar la disponibilidad de nutrientes, el 85% de los productores admitieron que no utilizan algún mejorador de suelo en sus parcelas, el resto ha utilizado cal agrícola carbonato de calcio. El CIMMyT (2019), reconoce algunas de las ventajas de incorporar mejoradores de suelo con base de calcio como ajustar el pH del suelo, mantener los valores adecuados para el cultivo de maíz (entre 6.1 y 6.5) y elevar la oferta de calcio, fósforo, potasio, magnesio y molibdeno.

Los productores usan abonos orgánicos de origen animal para mejorar y fertilizar el suelo. Los incorporan frescos o parcialmente descompuestos. Por su parte INTAGRI (2023), refuerza este conocimiento al asegurar que los abonos orgánicos enriquecen el suelo con materia orgánica, optimizando su estructura, su capacidad de almacenar agua y nutrientes, su oxigenación y su actividad biológica. Suministran nutrientes imprescindibles para las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y oligoelementos.

Los productores eligen la semilla de maíz grande del centro de las mazorcas y no consideran las características físicas del maíz en campo para la selección de semillas. En un estudio sobre selección de semillas nativas realizado por Magdaleno y colaboradores (2016), se obtuvo que el 70% de los productores entrevistados prefieren la obtención de semillas de tamaño grande y de la parte central de la mazorca. Además el 92% de los productores eligen su semilla después de la obtención de la cosecha.

Los productores han notado que el maíz nativo se adapta mejor al clima y suelo de la localidad que el maíz híbrido. Morales C. y colaboradores (2021) sostienen que las variedades locales se adaptan al cambio climático, a su establecimiento en nuevas zonas, a los cambios en el manejo del cultivo, y al surgimiento de plagas y enfermedades, entre otros aspectos.

8.2 Tratamientos y disposición de semillas

Los productores desconocen el tipo de plagas y enfermedades que tienen en el suelo. Sin embargo, algunos usan insecticidas para tratar de controlar a las plagas presentes y mejorar la germinación de las semillas y la emergencia al exterior de las plántulas. En coincidencia con Zepeda (2018), se confirma que la germinación y emergencia de las plántulas se puede mejorar con el control de los insectos y hongos patógenos del suelo, que influyen en la salud, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Su control dependerá del adecuado y necesario uso de insecticidas y fungicidas agroecológicos y/o sintéticos.

Los productores no usan tratamientos de semillas para mejorar su vigor y germinación. De acuerdo con Ruiz y colaboradores (2021), la germinación de semillas y el vigor de las especies hortícolas se favorecen al combinar la inoculación de semillas con biofertilizantes y soluciones salinas.

Regularmente los productores no planean la siembra, no calibran la maquinaria y no consideran importante la velocidad de siembra. Para lograr una emergencia uniforme y un buen desarrollo del cultivo, es fundamental calibrar las sembradoras para que las semillas se depositen a la distancia y profundidad adecuadas. El CIMMyT (2015) indica que la calibración de las máquinas optimiza la siembra y la fertilización, ahorra dinero, protege el

medio ambiente y mejora el rendimiento. Cuando no se calibra la sembradora las plántulas emergen a la superficie con desuniformidad y provoca que al término del ciclo del cultivo existan plantas de menor calidad, causando bajo rendimiento (Paliwal, 2001; ATIDER, 2012).

8.3 Estudio del suelo y programación del cultivo

El 78% de los productores entrevistados no realizan análisis de laboratorio para la identificación de propiedades del suelo. INTAGRI (2018) y Castellanos *et al.* (2020), concuerdan con que la falta de un diagnóstico del suelo origina que las aplicaciones de fertilizantes no sean balanceadas de acuerdo con la necesidad del cultivo.

Más del 50% de los productores de maíz nativo carecen de un plan de cultivo para coordinar las labores de manejo de sus cultivos. Además, no reciben el respaldo técnico que les brinden capacitación y asistencia en la creación de dicho plan. Dado que cada parcela presenta características únicas, ATIDER (2012) menciona que es necesario contar con un plan de cultivo individualizado para cada una de ellas. Incluso en la misma zona geográfica, existen diferencias entre los terrenos, lo que justifica la necesidad de tener planes de cultivo distintos para cada predio elaborados por un profesional técnico especializado.

En el ejido no se considera el uso de bitácoras para registrar las actividades del ciclo productivo de maíz nativo. ATIDER, (2012) indica que es importante llevar un registro detallado para detectar y solucionar problemas a tiempo y evitar disminución en el rendimiento del cultivo.

8.4 Manejo nutricional y fitosanitario del cultivo

En el ejido todos los productores emplean fórmulas químicas de fertilizantes que se encuentran disponibles en las tiendas de agroinsumos y se piensa que el cultivo del maíz

puede fertilizarse por igual sin considerar las diferencias que se presentan entre predios, suelos, variedades y demás particularidades. INTAGRI (2018) menciona que el empleo de fertilizantes sin el óptimo balance provoca fugas económicas, residualidad y contaminación, bajo rendimiento, intoxicación o deficiencias nutrimentales

Al no considerar la localización del fertilizante para disponibilidad de nutrientes enseguida de la germinación de las semillas y la calidad del fertilizante que depende de su origen (mineral o químico), precio, disponibilidad, presentación y facilidad de aplicación, sucede que las plantas no obtengan el alimento realmente requerido en la etapa adecuada y que exista desnutrición, intoxicación o pérdida de efectividad de los fertilizantes, afectando al producto final y causando bajo rendimiento (Castellanos, y otros, 2020).

La poca disponibilidad de fertilizantes foliares e insecticidas y la desconfianza de su aplicación sobre el cultivo origina que sean pocos los productores que los apliquen. Sin embargo ATIDER (2012) menciona que un cultivo que se encuentra mal nutrido y plagado de insectos es menos productivo y su calidad reduce. Por lo tanto se recomienda estar en campo realizando monitoreo de plagas y deficiencias nutrimentales para corregirlas mediante la aplicación de fertilizantes foliares e insecticidas agroecológicos y/o sintéticos que complementen la nutrición sólida del cultivo y controlen poblaciones de insectos y así se mejoren las condiciones y se logre aumentar el rendimiento.

El 95% de los productores siempre ha empleado herbicidas comerciales para controlar la maleza en el cultivo de su maíz nativo. El CIMMyT (2004) menciona que una vez que la maleza aparece compite con el cultivo por espacio, nutrientes, agua y luz. El uso descontrolado de herbicidas químicos y las pocas propuestas de control agroecológico

ocasiona desperdicio de insumos, calidad deficiente de producto, bajo rendimiento, menor vida de anaquel, contaminación ambiental, intoxicación en plantas, animales y humanos.

Los productores de San Mateo Mozoquilpan no están acostumbrados a aplicar productos fungicidas para prevenir ni corregir enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de su maíz. UNISEM (2018) mencionan que es mejor prevenir o controlar las enfermedades del maíz cuando están en niveles bajos, que intentar controlarlas cuando ya han causado daños graves. El seguimiento de las parcelas en todas las fases del cultivo es importante para identificar síntomas y poder decidir qué medidas se deben tomar.

8.5 Cosecha

Al momento de decidir qué día se iniciará con la trilla por lo regular no se acostumbra realizar una estimación de rendimiento ni calcular la fecha de cosecha por el porcentaje de humedad. Se desconoce el porcentaje óptimo humedad en almacenaje y comercialización. ATIDER (2012) y Forjan & Manso (2018) coinciden en que pasar por alto estos aspectos puede causar pérdidas económicas a los productores. El porcentaje de humedad de cosecha puede estar entre 15 y 16%. Si se cosecha con humedad por arriba de este rango, se corre el riesgo de que al almacenarlo, comience a generar microorganismos patógenos que lo descompondrá y si la humedad prevalece, más rápida será su descomposición y habría cada vez más merma. La trilla puede restar 1 o 2% de humedad y dejar al grano entre 13 y 14% que es lo ideal para almacenar y comercializar.

8.6 Manejo de residuos de la cosecha

De los productores cooperantes, el 56% empaca los residuos de la cosecha, el resto lo ha incorporado en alguna ocasión al suelo. Según el CIMMyT (2020), hay productores con altos rendimientos en Jalisco que optan por mejorar la fertilidad de los suelos mediante el

manejo de rastrojos. Entre las ventajas que mencionan se encuentran el ahorro en labores, herbicidas y agua, así como el beneficio para la salud y el ambiente. Por su parte Carrasco y Aguirre (2018) mencionan que los agricultores de la Región de O'Higgins que obtienen los mejores rendimientos suelen emplear los rastrojos de maíz mediante el picado e incorporación para enriquecer el suelo.

IX. CONCLUSIONES GENERALES

Como se pudo apreciar en los resultados anteriores, son múltiples los factores que determinan la productividad y las limitaciones que se tiene para aplicarse con un enfoque de alto rendimiento en la producción de maíz nativo. Sin embargo las propuestas generadas en la estrategia de este documento tratan de atender de manera puntual todas las debilidades, al mismo tiempo que se favorecen las oportunidades.

Es preciso atender de manera puntual las debilidades en la producción de maíz nativo porque pueden afectar la seguridad alimentaria, la biodiversidad, la cultura y la economía locales. Las oportunidades para producir maíz nativo deben aprovecharse porque pueden contribuir a mejorar la calidad e incrementar la productividad sostenible del cultivo.

Para atender el objetivo principal del presente documento que es realizar una propuesta de manejo sostenible de maíz nativo local, se elaboró una estrategia con las recomendaciones necesarias para ser aplicadas durante el ciclo del cultivo.

Es labor del profesional técnico especializado el atender las necesidades de los productores de implementar la estrategia propuesta a través de las buenas prácticas de extensionismo rural sobre temas específicos de innovación tecnológica, capacitación y organización para lograr incrementar la productividad de maíz nativo local de manera sostenible.

Para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 1 y 2, se debe reconocer que el maíz es un alimento esencial para los mexicanos, y que para mejorar su producción se requiere respetar el equilibrio ecológico, aprovechar los recursos locales de manera sostenible y promover la autonomía y la seguridad alimentaria.

Específicamente se señalan algunas acciones y recomendaciones que se deben atender para comenzar a notar cambios positivos para la producción de maíz sostenible con enfoque de alto rendimiento:

El suelo que predomina en la zona de estudio se encuentra erosionado. El nivel de fertilidad con que cuenta es bajo. Las condiciones biológicas físicas y químicas no son las ideales para el establecimiento de un cultivo de maíz.

Es fundamental que al menos cada 3 años se realice un estudio de análisis de suelo y realizar comparaciones entre los resultados que se obtienen al culminar cada ciclo agrícola. Se debe considerar Solicitar los servicios de un laboratorio certificado. Actualmente y con base en la experiencia adquirida en campo es altamente recomendable enviar las muestras de suelo al laboratorio FERTILAB, que cuenta con los estándares de calidad más exigentes.

Aunque los estudios de suelo locales indican que las condiciones para cultivar maíz no son las mejores, se puede reducir el impacto de estas desventajas mediante la adición de enmiendas, como la incorporación de mejoradores de suelo de diferentes tipos. Sin embargo, es importante que este trabajo sea supervisado y monitoreado para garantizar una ejecución adecuada y obtener resultados óptimos.

La conservación de la diversidad genética del maíz nativo a cargo de los productores custodios de dichos materiales es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

El uso de técnicas de cultivo sostenibles, como las prácticas agroecológicas, de agricultura orgánica y la rotación de cultivos, puede mejorar la productividad y la resiliencia de los

sistemas de producción de maíz y que ayuden a construir la fertilidad de los suelos en la localidad.

La protección de los recursos naturales, como el suelo y el agua, es fundamental para mantener la salud de los ecosistemas agrícolas y la calidad de los cultivos de maíz.

La promoción de la agricultura tradicional, el conocimiento local y el acompañamiento técnico, son clave para innovar en las prácticas y técnicas relacionadas con el manejo sostenible del maíz nativo con enfoque de alto rendimiento.

Los productores que deseen seguir cultivando maíz nativo deben tener una actitud positiva hacia la mejora continua desde el principio. Deben comprender que para alcanzar los objetivos de rendimiento y calidad requeridos por el mercado, es necesario esforzarse por ser cada vez mejores en su labor. No se trata únicamente de ofrecer cursos de capacitación, sino de fomentar en los productores la idea de buscar una mejora continua y siempre aspirar a progresar. Además de estar convencidos que la empresa con que cuentan es la propia parcela y que esa tierra de cultivo también representa su patrimonio, el cual deben cuidar e invertir en él los recursos necesarios para hacerlo más eficiente.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocolmex. (13 de Marzo de 2023). Fertilizantes. Toluca, Estado de México, México.
- Almaguer et al, V. (2011). . El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) y su impacto sobre la gestión del conocimiento productivo y comercial de la agricultura del Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 89-105.
- AMR. (2016). *Atlas Municipal de riesgos 2016-2018*. Obtenido de Ayuntamiento de Oztolotepec. Sistema municipal de protección civil: https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo3/2016/43031/9/a0a54ce102fc46965ca30a60d9c689f1.pdf
- ASPROS. (2017). *Maíces híbridos. Manejo del cultivos*. Obtenido de http://www.asprosemillas.com/documentos/manual_aspros.pdf.
- ATIDER. (2012). *Manual del productor de maíz: caminando hacia el alto rendimiento. Tercera edición*. Zapopan, Jalisco.: Manejo de Textos y pre-prensa digital.
- Carmona, J. L., Sánchez, L., & Cruz, J. A. (2020). ¿Es posible una soberanía alimentaria en México? *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas. RICSH*, 40-69.
- Carrasco, J., & Aguirre, C. (2018). Rastrojos del cultivo de Maíz: elementos a considerar para su manejo. 5-27. Rayentué, Rengo, Chile: INIA Rayentué. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) / MINISTERIO DE AGRICULTURA.
- Castellanos, J., Etchevers, J. D., Peña, M., García, S., Ortiz, I., Arango, A., . . . Venegas, C. (2020). *¿Cómo crece y se nutre una planta de maíz? Segunda edición*. ISBN: 978-607-98517-0-5. 138 p. El Refugio, Querétaro.: Cuadernos que dan vida S.A. de C.V.
- Castillo, F. (2021). ¿Qué es maíz nativo o criollo? En C. Morales, J. A. Serratos, C. Mapes, & C. Rodríguez, *Respuestas acerca del maíz. La voz de 72 autores*. (págs. 51-52). México, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. Tomo I. Primera edición.
- CBD. (2010). *Convención de Diversidad Biológica*. Obtenido de <http://www.cbd.int>.
- Cervantes, M. J. (2018). Manejo Agronómico para la Producción de Maíz de Alto Rendimiento., (pág. 4 p.). México.
- CGLU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Lo que los gobiernos locales deben saber. Global taskforce of local and regional governments for Post-2015 development agenda towards habitat III. *Declaración de los representantes de las redes de gobiernos locales regionales reunidas bajo el global taskforce. Los gobiernos locales y regionales celebran su nueva agenda de desarrollo.*, (pág. 24). Nueva York.

- Chávez, M. M., & Daza, S. J. (2003). Reflexión metodológica sobre la aplicación concreta de la Investigación Acción Participativa (IAP) en contextos rurales del estado de Colima. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 115-146.
- CIMMYT. (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en campo*. México D.F. Cuarta Edición: CIMMYT.
- CIMMYT. (2015). *Calibración de maquinaria para semilla y fertilizante*. México: SAGARPA. MasAgro. CIMMYT.
- CIMMYT. (23 de Junio de 2015). *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*. Obtenido de Buen manejo del rastrojo, buen resultado: consejos prácticos: <https://idp.cimmyt.org/>
- CIMMYT. (2019). *Cal agrícola, una alternativa para mejorar los suelos ácidos*. Michoacán: CIMMYT.
- CIMMYT. (22 de Febrero de 2021). ¿Cuál es la mejor opción de almacenamiento de grano para pequeños productores? Venustiano Carranza, Chiapas, México.
- CONABIO. (2023). *Biodiversidad Mexicana*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/>
- CONACyT. (2021). *Programas Nacionales Estratégicos*. Obtenido de <https://conacyt.mx/pronaces/>
- CONACyT. (2022). *Términos de referencia*. Obtenido de Proyectos nacionales de investigación e incidencia para la soberanía alimentaria.
- CONAGUA. (2019). Comisión Nacional del Agua. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Proyecto de bases de datos climatológicos. Oztoltepec, México, México.
- CONAHCyT. (2021). *Programas Nacionales Estratégicos*. Obtenido de <https://conacyt.mx/pronaces/>
- CONAHCyT. (2022). *Términos de referencia*. Obtenido de Proyectos nacionales de investigación e incidencia para la soberanía alimentaria.
- Crespo, M. C., & Salamanca, A. B. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Revista Nure Investigación*, 1-4.
- Expósito, V. M. (2003). *Diagnóstico rural participativo; una guía práctica*. Santo Domingo. República Dominicana.: Centro Cultural Poveda. .
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos.: <http://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>

- FAO. (2023). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Alimentación y agricultura sostenibles: <https://www.fao.org/sustainability/background/es/#:~:text=La%20visi%C3%B3n%20de%20la%20FAO,del%20presente%20y%20el%20futuro>
- FAOSTAT. (2022). *Estadísticas sobre alimentación y agricultura*. . Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Fernandez, R., Morales, L. A., & Gálvez, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. *Revista fitotecnia mexicana*, 275-283.
- FERTILAB. (2011). *FERTILAB*. Obtenido de Manual de muestreo FERTILAB. Cuarta edición. Suelo - Planta - Agua.: <https://www.fertilab.com.mx/new/documentos/Manual%20de%20muestreo%204a%20edicion%20v2021.pdf>
- Forjan, H., & Manso, M. (2018). Los rastrojos de cultivos y sus efectos sobre el suelo. . *INTA DIGITAL. Agrobarrow 62. ISSN: 0328-1353.*, 16-19.
- Fosado, E., & Ayala, C. (2019). Patrimonio, innovación y sostenibilidad. *Encuentros 2050. Coordinación de humanidades UNAM. Número 34.*, 30-35.
- García, J. A., Skaggs, R., & Borja, M. (2016). Identificación de las regiones productoras de maíz más competitivas en México en base a la logística y al consumo. *Interciencia*, 376-381.
- GEM. (2022). *Gobierno del Estado de México. Municipio de Otzolotepec*. Obtenido de Medio físico. Clima: <https://otzolotepec.gob.mx/tu-municipio/medio-fisico#:~:text=En%20el%20clima%20podemos%20se%C3%B1alar,de%20600%20a%20700%20mm.>
- Herrera, T. F. (2009). Apuntes sobre las instituciones y los programas de desarrollo rural en México: del Estado benefactor al Estado neoliberal. *Estudios sociales. Hermosillo Sonora*, 7-39.
- Ibarra, R. (2019). Energía, sustentabilidad, medio ambiente. *Encuentros 2050. Coordinación de humanidades UNAM. Número 27.*, 23-25.
- INEGI. (1997). *El maíz en el Estado de México*. Obtenido de Anexo Estadístico sobre las Características de la Producción del Maíz : http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118563/702825118563_3.pdf
- INEGI. (2020). *Censo de población y vivienda 2020. México en cifras. San Mateo Mozoquilpan, Otzolotepec, México*. INEGI.

- INTAGRI. (2018). *Manejo Agronómico para la Producción de Maíz de Alto Rendimiento. Serie Cereales. México.* . México: Artículos Técnicos de INTAGRI. Núm. 41. 4 p. .
- INTAGRI. (30/06/2023 de Junio de 2023). *Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura.* Obtenido de Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
- Jiménez, J. R. (2019). Aportes de la investigación acción participativa en el extensionismo pecuario: experiencias en la lechería familiar de Maravatío, Michoacán. En A. d. (COORD) Nájera-Castellanos, *Estudios Rurales en México* (págs. 40-71). Chiapas: Librería Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. CLACSO.
- Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica.* Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Lutz, B., & Herrera, F. (2007). Organizaciones de productores de maíz en el Estado de México: papel de las instituciones e importancia de las coyunturas políticas. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva.*, 15-26.
- Magdaleno, E., Mejía, A., Martínez, T., Jiménez, M. A., Sanchez, J., & García, J. L. (2016). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura, sociedad y desarrollo vol.13 no.3 Texcoco*, 437-447.
- Martínez, M., Osuna, E., & Espinoza, M. (2019). Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas vol.10 no.4 Texcoco* , 765-778.
- Meteored. (2022). Histórico del clima en San Mateo Mozoquilpan. Oztolotepec, Estado de México, México.
- Mondragón, L., & López, V. (2014). *Control de teocintle en el cultivo de maíz. Manejo integrado.* Metepec, México.: ICAMEX.
- NCGA. (2019). *National Corn Growers Association.* Obtenido de National Corn Yield Contest Winners.: <https://dt176nijwh14e.cloudfront.net/file/159/NCGA%20Yield%20Guide%202019.pdf>
- ONU. (1987). *Nuestro futuro común.* Obtenido de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

- Orozco, M. E., García, B., Álvarez, G., & Mireles, P. (2017). Tendencias del sector agrícola, Estado de México. *Quivera Revista De Estudios Territoriales*, 99-121.
- Paliwal, R. L. (2001). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. *Colección FAO. Producción y protección vegetal. Roma Italia*, 16-20.
- PDM. (2022). *Plan de Desarrollo Municipal, Oztolotepec 2022-2024*. Obtenido de https://otzolotepec.gob.mx/contenidos/otzolotepec/docs/PDM_OTZ_2022___2024_pdf_2022_3_31_125617.pdf
- Perales, H., & Golicher, D. (2014). Mapping the diversity of maize races in Mexico. doi: 10.1371/journal.pone.0114657. *PLoS One*, 4-9.
- PHINA. (2023). *Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. Obtenido de RAN. Registro Agrario Nacional. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano: <https://phina.ran.gob.mx/buscarNucleoAgrario.php>
- PND. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019
- Ramírez. (2016). *Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA. San José, Costa Rica.: <https://relaser.org/index.php/documentos/repositorio-de-documentos?task=document.viewdoc&id=231>
- Ramírez, J. R., García, S. J., García, M. R., Garza, B. L., Escalona, M. M., & Portillo, V. M. (2020). Determinación de las regiones más competitivas de maíz en el Estado de México en función de la producción potencial. *Interciencia*, 150-157.
- Ramírez, L. C. (2016). *Manual de buenas prácticas de extensión rural: Caso de Costa Rica*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA. San José, Costa Rica.: <https://relaser.org/index.php/documentos/repositorio-de-documentos?task=document.viewdoc&id=231>
- Renard, H., & Marie, C. (2016). *Mercados y desarrollo local sustentable. Red de Sistemas Agroalimentarios Localizados*. ISBN 978-607-8513-22-2. Ciudad de México, México.: Red SIAL-México.
- Rivera, N. (22 de Noviembre de 2016). *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT*. Obtenido de <https://idp.cimmyt.org/mejoramiento-del-rendimiento-de-maiz-a-traves-de-la-seleccion-masal-estratificada/>
- Ruiz, S., Sánchez, R., Zelaya, L., Chávez, I. F., Cruz, C. I., & Valdivia, R. (2021). Germinación y vigor de semillas de especies hortícolas inoculadas con biofertilizantes y soluciones salinas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(7), 1199-1208.

- SADER. (2018). *Delegación Estado de México*. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciclo Productivo 2017: Maíz.: <https://www.gob.mx/agricultura/edomex/articulos/ciclo-productivo-2017-maiz?idiom=es>
- Sepúlveda, S., & Duncan, M. (2008). Evolución Conceptual de la Gestión Territorial. En M. Duncan, & S. Sepúlveda, *Gestión del Desarrollo Sostenible en Territorios Rurales en Brasil*. (págs. 1-21). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- SIAP. (2020). *Servicio de Información y Estadística agroalimentaria y pesquera*,. Obtenido de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- SIAP. (2021). *Servicio de Información y Estadística agroalimentaria y pesquera*,. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER): <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/estima-agricultura-crecimiento-de-2-6-porciento-en-la-produccion-de-maiz-grano-en-ano-agricola-2021?idiom=es#:~:text=El%20documento%20Expectativas%20Agroalimentarias%202021,ciento%20en%20comparaci%C3%B3n%20con%202019>
- SNIIM. (2023). *Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados*. Obtenido de Secretaría de Economía. Mercados Nacionales Agrícolas. Insumos Agrícolas.: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agricolas/ConsultaInsumos.aspx?SubOpcion=9%7C0>
- Solis, M. J. (2016). La capacitación campesina como instrumento de transformación del agro andino. *Antropológica del Departamento de Ciencias Sociales*, 53-81.
- Sulaiman, V. R., & Davis, K. (Noviembre de 2012). El Nuevo Extensionista: Roles, Estrategias y Capacidades para Fortalecer los Servicios de Extensión y Asesoría. *Foro global para los servicios de asesoría rural*, (pág. 24). Lindau, SUIZA. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MEAS1/el-nuevo-extensionistathe-new-extensionist-esp>
- UNISEM. (6 de septiembre de 2018). *Principales enfermedades del cultivo de maíz*. Obtenido de <https://semillastodoterreno.com/2018/09/principales-enfermedades-del-cultivo-de-maiz>
- Vazquez, M. G., Arellano, J. L., & Santiago, D. (2015). Rendimiento y calidad de grano y tortilla de maíces híbridos de Valles Altos de México crecidos en riego y temporal. 38(1). *Revista fitotecnia mexicana*, 75-83.
- Venegas S., A., Carrasco J., J., & Aguirre A., C. (2018). Manejo de rastrojos del cultivo de maíz (en línea). *INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Rayentue. no. 385. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.14001/6736*, 5-27. Obtenido de Manejo de rastrojos

del cultivo de Maíz:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6735/NR41430.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Zarta, Á. P. (2018). LA SUSTENTABILIDAD O SOSTENIBILIDAD: UN CONCEPTO PODEROSO PARA LA HUMANIDAD. *Tabula Rasa*, 409-423.

Zepeda, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo. vol. 15 no. 1 Texcoco*, 99-108.

XI. ANEXOS

ANEXO I



Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto de Ciencias Agrícolas y Rurales



Fecha	
Estudio productivo (productores)	
Datos Generales	
Nombre:	
Edad:	Estado Civil:
1. ¿Cuántas hectáreas siembra y de qué materiales?	
Criollo Blanco	Criollo Rosado
Criollo Azul o Negro	Híbrido
Cacahuacintle	Otro
Criollo Rojo	
2. ¿Qué modalidad tienen los predios donde siembra maíz criollo? (Puede elegir varias opciones).	
Temporal	Riego
Punta de riego	Otro
3. ¿Con qué nombre conoce al maíz criollo que siembra? Mencione cuál o cuáles. (Chalqueño, Cacahuacintle, Negrito, Cónico, Arrocillo, Reventador o Palomero Toluqueño u otra.)	
Por el nombre de la raza	Solo por el color
4. ¿Por qué motivo sigue sembrando maíz criollo? (Puede elegir varias opciones).	
Porque tiene un mejor precio en el mercado	Porque se adapta bien a la zona
Porque lo transformo en tortillas, pinole, dulce, etc.	Por tradición
Porque lo ocupo como alimento para animales	Para preservar la semilla
Otro	
5. ¿Toma en consideración las recomendaciones según el resultado de análisis de suelo?	
6. ¿Cuenta con una planeación de cultivo?	
7. ¿Registra todas las actividades del ciclo del cultivo en una bitácora o una libreta de experiencias?	
8. ¿Qué implementos emplea en la preparación de suelo? (Puede elegir varias opciones).	
Arado	Rastra
Subsoleo	Otra ¿Cuál?



9. ¿Qué mejoradores de suelo minerales o químicos aplica en su parcela cuáles y en qué cantidades por hectárea? (Cal agrícola, Cal dolomita, Carbonato de calcio u otros.)			
10. Si realiza tratamiento a la semilla mencione cuál y en qué cantidad.			
11. ¿Qué distancia deja entre semillas en promedio en la siembra?			
12. ¿En qué etapa aplica herbicidas?			
Nunca aplica herbicidas		Antes de que salga la maleza	
Cuando la maleza tiene entre 5 y 20 cm de altura		Cuando la maleza rebasa los 30 cm de altura	
13. ¿Ha empleado control biológico u otro método del Manejo Agroecológico para controlar maleza? (Mencione cual o cuales).			
14. ¿Cuántas fertilizaciones granuladas realiza durante todo el ciclo?			
Nunca fertiliza		Una fertilización en todo el ciclo	
Dos fertilizaciones		Más de dos fertilizaciones	
15. ¿Cuántas veces aplica fertilizantes foliares durante el ciclo?			
Nunca aplica		Solamente una vez	
Dos veces		Tres veces	
Otra			
16. ¿Ha empleado productos orgánicos para fertilizar su maíz? (Mencione cual o cuales, incluya abonos de animales).			
17. ¿En qué etapa aplica insecticidas? (Puede elegir varias opciones).			
Nunca		Antes de que aparezca la plaga	
En la siembra		Después de que aparece la plaga	
Otra			
18. ¿Aplica fungicidas? (Puede elegir varias opciones).			
Para prevenir aparición de enfermedades		Para controlar enfermedades presentes	
Nunca			



19. ¿Ha empleado control biológico u otro método del Manejo Agroecológico para controlar plagas y/o enfermedades? (Mencione cual o cuales).	
20. ¿Cuál es su costo de producción por hectárea (lo que invierte) en promedio?	
21. ¿Qué porcentaje en promedio considera que pierde por robo?	
22. ¿Qué rendimiento en promedio en toneladas por hectárea obtiene de grano?	
23. Si almacena su grano ¿Le proporciona algún tratamiento para controlar plagas y/o enfermedades? ¿cuál y en qué cantidad?	
24. ¿A qué precio vendió la tonelada maíz grano en los últimos cinco años? Si aplica.	
25. ¿Qué fin le da al rastrojo obtenido?	
Lo incorpora al suelo	Lo empaca y lo usa como alimento para sus animales
Lo empaca y lo vende	Lo regala
Lo quema	Otra
26. ¿Realiza rotación de cultivos o solo siembra maíz en su parcela? (Mencione otro u otros).	
27. ¿Qué beneficios considera que se pueden obtener al asociarse con otros productores?	
28. ¿Cuántos establecimientos les venden fertilizantes y dónde se encuentra el más cercano?	
29. ¿Cuánto cobran los jornaleros en las labores de campo?	
30. ¿Qué otra problemática además de las mencionadas en el presente cuestionario usted considera importante para el cultivo de maíz criollo?	

ANEXO II

ACTIVIDADES		Ciclo productivo											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Labores Previas a la siembra	PREPARACIÓN DE SUELO												
	MEJORADORES DE SUELO												
	SELECCIÓN DE SEMILLAS DE MAÍZ NATIVO												
Cuidados y distribución de semillas	TRATAMIENTO DE SEMILLAS												
	DENSIDAD DE SIEMBRA												
	SIEMBRA												
Prevención de riesgos en el cultivo	ANÁLISIS DE SUELO												
	PLANEACIÓN DEL CULTIVO												
	USO DE BITÁCORAS												
Cuidados del cultivo	MANEJO DE AGROINSUMOS EN CAMPO												
Consumación del ciclo productivo	COSECHA												
Manejo poscosecha	INCORPORACIÓN DE RESIDUOS												
	ALMACENAMIENTO												

ANEXO III

PRODUCTO Y CONDICIONES					
OPCIONES	NOMBRE COMERCIAL	MARCA	INGREDIENTES	DOSIS	MODO DE EMPLEO
TRATAMIENTO A SEMILLA					
INSECTICIDA 1	CRUISER	SYNGENTA	Tiametoxam	60 ml	60 MIL SEMILLAS O 20 KG
INSECTICIDA 2	SEMEVIN	BAYER	Thiodicarb	600 ml	
VIGORIZANTE 1	TEPROSYN	YARA	Nitrógeno, Fósforo y Zinc	160 ml	
VIGORIZANTE 2	DDP Zn	WOLF TRAX	Zinc	100 g	
CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO					
INSECTICIDA GRANULADO 1	FORCE 2 G	SYNGENTA	Teflutrina	15-20 kg/ha	Mezclado con fertilizante
INSECTICIDA GRANULADO 2	ALLECTUS GR	FMC	Bifentrina, Imidacloprid	20-30 kg/ha	
CONTROL DE MALEZA					
HERBICIDA PREEMERGENTE 1	LUMAX-GOLD	SYNGENTA	Mesotrione, Atrazina y S-metolaclor	5-6 l/ha	En 200-300 l agua/ha, aspersión con boquilla de abanico 110-03
HERBICIDA PREEMERGENTE 2	HARNESS EXTRA Y GESAPRIM	BAYER Y SYNGENTA	Acetoclor y Atrazina	2 L Y 2 kg/ha	
HERBICIDA POSEMERGENTE 1	ELUMIS	SYNGENTA	Mesotrione y Nicosulfurón	1-2 l/ha	
HERBICIDA POSEMERGENTE 2	HARNESS EXTRA, GESAPRIM Y PEAK TURBO	BAYER Y SYNGENTA	Acetoclor, Atrazina, Dicamba y Prosulfurón	1 l/ha, 1 kg/ha Y 500 g/ha	
NUTRICIÓN					
FERTILIZANTE FOLIAR 1	HY-CROP	EXSOTEC	Macroelementos, Microelementos, Aminoácidos, Ácidos orgánicos y Hormonas	2-4 l/ha	EN 200-300 L AGUA/HA, ASPERSIÓN CON BOQUILLA DE CONO HUECO
FERTILIZANTE FOLIAR 2	AXEB	BIOTECH		1 PAQUETE	
CONTROL DE PLAGAS DEL FOLLAJE					
INSECTICIDA FOLIAR	KARATE ZEON 5CS Y DENIM 19CE	SYNGENTA	Lambda Cyalotrina y Emamectina	250 y 100 ml/ha	EN CADA APLICACIÓN, MEZCLADOS CON EL FERTILIZANTE FOLIAR
INCORPORACIÓN DE RASTROJO					
FUENTE NITROGENDA Y BIOINOCULANTES	SULFATO DE AMONIO Y SOIL BUILDER	FERTINAL Y CELUZ	Nitrógeno Amoniacal, Azufre Y Complejo de Microorganismos	250 kg/ha y 19 l/ha	ASPERJAR SOBRE EL RASTROJO PICADO, SUBSOLAR Y RASTREAR PARA INCORPORARLO