



Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales.

Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario.

MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

**DIAGNÓSTICO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA PRODUCCIÓN DE
PAPA EN MESÓN VIEJO, TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO**

Comité de tutores:

Dra. María Dolores Mariezcurrena Berasain

Dr. Sergio Moctezuma Pérez

Dr. Jesús Castillo Nonato

ABRIL, 2025

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1 Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	17
2.2 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) aplicadas en el proceso de producción de papa	18
2.3 Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México	19
2.4 Desarrollo del cultivo	20
2.4.1 Selección del terreno	20
2.4.2 Preparación del terreno	21
2.4.3 Rotación de cultivos	23
2.4.4 Semilla	25
2.4.5 Siembra	27
2.4.6 Fertilización	30
2.4.6.1 Fertilización orgánica	32
2.4.6.2 Manejo de agroquímicos	34
a. Plaguicidas	34
a.1 Barrenadores (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	35
a.2 Nematodos (<i>Meloidogyne spp.</i>)	36
a.3 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	36
a.4 Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	37
a.5 Ácaros (<i>Tetranychus urticae</i>)	38
b. Plaguicidas de preemergencia	39
b.1 Control de malezas	39
b.2 Control de insectos del suelo	39
b.2.1 Herbicidas	39
b.2.2 Insecticidas	39
c. Plaguicidas en emergencia temprana	40
c.1 Control de insectos	40
c.2 Control de enfermedades	40
d. Controladores biológicos	42

d.1 Insectos benéficos.....	42
d.1.1 Catarinas (<i>Hippodamia spp.</i>)	43
d.1.2 <i>Chrysoperla spp.</i> (Larvas de Crisopa o "ladrón de pulgones")	43
d.1.3 <i>Trichogramma spp.</i>	44
d.2 Nematodos entomopatógenos.....	44
d.3 Hongos Entomopatógenos	45
d.3.1 <i>Beauveria bassiana</i>	45
d.3.2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	45
d.4 Ácaros predadores	45
e. Controladores biológicos para enfermedades en papa.....	46
e.1 Ventajas	47
e.2 Métodos de aplicación.....	48
2.4.7 Manejo de cosecha y postcosecha.....	49
2.4.7.1 Defoliación.....	49
2.4.7.2 Cosecha	49
2.4.7.3 Almacenamiento.....	50
a. Métodos de almacenamiento de papa más comunes en el Estado de México	51
a.1 Almacenamiento en bodegas refrigeradas en el Estado de México (Fig. 25).....	51
a.2 Celdas de almacenamiento en ladrillo o madera.....	52
a.3 Almacenamiento en bolsas o sacos	53
b. Prácticas para mejorar el almacenaje	53
c. Control de plagas y enfermedades en almacenamiento.....	54
d. Semilla en almacén.....	54
d.1 Selección de la papa en almacenamiento.....	55
d.2 Clasificación de la papa en almacenamiento	56
d.3 Procedimiento para la clasificación y selección	57
d.4 Recomendaciones adicionales	58
2.4.7.4 Salud y bienestar de los trabajadores	58
2.4.7.5 Manejo de residuos.....	59
III. OBJETIVOS	60
3.1 Objetivo general	60

3.2	Objetivos específicos.....	60
IV.	JUSTIFICACIÓN	61
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	63
5.1	Descripción del área de trabajo	63
5.2	Características Socioculturales	64
5.3	Características ambientales	64
5.4	Características económicas	65
5.5	Análisis Visual realizado en la localidad de Mesón Viejo, Temascaltepec....	69
5.6	Lista de chequeo de BPA	74
5.7	Población de estudio	79
VI.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	81
6.1	Suelo	81
6.2	Barreras vivas.....	85
6.3	Lotes para semilla	87
6.4	Control de malezas	91
6.5	Almacén	96
6.6	Personal que labora en la zona de estudio	96
6.7	Instalaciones.....	99
6.8	Equipo de protección.....	101
6.9	Manejo de residuos plásticos	102
VII.	DISCUSIÓN GENERAL.....	103
VIII.	CONCLUSIONES	106
IX.	SUGERENCIAS	107
X.	BIBLIOGRAFÍA	109

ÍNDICE

Cuadro 1 Comparación de plaguicidas en preemergencia y emergencia temprana	41
Cuadro 2 Formato de evaluación de BPA en la producción de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.....	75
Cuadro 3 Lista de productores de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México y superficie.....	79

ÍNDICE

Figura 1 Sistema radicular.....	23
Figura 2 Aporque de papa.....	30
Figura 3 Fertilización en papa.....	32
Figura 4 Presenta la fertilización orgánica en papa.....	34
Figura 5 Escarabajo de la papa.....	35
Figura 6 Meloidogyne spp.....	36
Figura 7 Bemisia tabaci.....	37
Figura 8 Phytophthora infestans.....	38
Figura 9 Tetranychus urticae.....	38
Figura 10 Aplicación de plaguicidas de emergencia.....	40
Figura 11 Insectos en papa.....	40
Figura 12 Enfermedades en papa.....	41
Figura 13 Hippodamia spp.....	43
Figura 14 Chrysoperla spp.....	43
Figura 15 Trichogramma spp.....	44
Figura 16 Heterorhabditis bacteriophora.....	44
Figura 17 Metarhizium anisopliae.....	45
Figura 18 Phytoseiulus persimilis.....	45
Figura 19 Bacillus subtilis.....	46
Figura 20 Trichoderma spp.....	47
Figura 21 Nucleopolyhedrovirus.....	47
Figura 22 Trampas biológicas.....	48
Figura 23 Defoliación en papa.....	49
Figura 24 Cosecha de papa.....	50
Figura 25 Almacenamiento de papa.....	51
Figura 26 Almacenamiento refrigerado de papa.....	52
Figura 27 Celdas de madera.....	52
Figura 28 Almacenamiento en bolsas o sacos.....	53
Figura 29 Plagas de almacén.....	54

Figura 30 Inspección visual de papa para almacén.....	55
Figura 31 Clasificación de papa por tamaño	56
Figura 32 Selección manual de papa	58
Figura 33 Salud y bienestar de trabajadores en almacén.....	59
Figura 34 Manejo de residuos	59
Figura 35 Mapa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.....	63
Figura 36 Costos de producción en la zona.....	68
Figura 37 Superficie de siembra en Mesón Viejo.....	69
Figura 38 Terreno el día de la siembra.....	70
Figura 39 Terreno surcado y con colocación de semilla	70
Figura 40 Semilla tapada con yunta de caballos y arado	71
Figura 41 Surcado de un terreno en ladera	71
Figura 42 Riego con agua corriente.....	72
Figura 43 Agua para riego de los cultivos.....	72
Figura 44 Animales domésticos en los cultivos	73
Figura 45 Pulverizadora.....	73
Figura 46 Aplicación de agroquímicos con bombas de motor.	74
Figura 47 Empaque de agroquímico abandonado en los caminos	74
Figura 48 Análisis de suelo en Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.....	81
Figura 49 Análisis de suelo de un productor de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec.	82
Figura 50 Recomendaciones para el cultivo de papa	84
Figura 51 Aplicación de cal.....	84
Figura 52 Aplicación de cal.....	85
Figura 53 Aprovechamiento de barreras vivas en laderas.....	86
Figura 54 Uso de barreras vivas.....	86
Figura 55 Terreno sin barreras vivas	87
Figura 56 Siembra de lotes exclusivos para semilla	87
Figura 57 Producción de semilla de papa en ladera, en Mesón Viejo, Temascaltepec	88
Figura 58 Porcentaje de desbrote de tubérculos en la zona de estudio.	89
Figura 59 Desbrote de tubérculos.....	89
Figura 60 Porcentaje de personas que realizan corte de semillas brotadas	90
Figura 61 Porcentaje de productores que rompen latencia al sol.	90
Figura 62 Papas con botes listas para siembra	91
Figura 63 Porcentaje de personas que realizan limpieza de malezas.	91
Figura 64 Cultivo libre de malezas en su interior y alrededores.....	92
Figura 65 Uso de medidas de protección personal.....	92
Figura 66 Aplicación de químicos sin las medidas de bioseguridad completas.....	93
Figura 67 Porcentaje de aplicación de riego antes de poner herbicidas	93
Figura 68 Riego de cultivo antes de aplicar agroquímicos.....	94

Figura 69 Porcentaje de personas que aran la tierra después de la cosecha.....	94
Figura 70 Cultivo de trigo después de la cosecha de papa	95
Figura 71 Terrenos sembrados de avena posterior a la cosecha de papa	95
Figura 72 Porcentaje de personas que mantienen condiciones sanitarias en sus instalaciones.....	96
Figura 73 Porcentaje de personas que ingieren alimentos o bebidas en las labores	97
Figura 74 Porcentaje de personas que fuman durante las de las labores	97
Figura 75 Porcentaje de personas que permiten animales en sus zonas de cultivo.....	98
Figura 76 Animales domésticos dentro del cultivo de avena	98
Figura 77 Perros en cultivo de papas.	99
Figura 78 Porcentaje de personas que cuenta con instalaciones con lavamanos con agua potable y jabón	99
Figura 79 Porcentaje de personas que realiza un correcto lavado de manos.....	100
Figura 80 Porcentaje de personas que cuentan con botiquín.....	100
Figura 81 Porcentaje de personas usan equipo de producción adecuado.....	101
Figura 82 Porcentaje de personas que manejan plaguicidas en anaqueles	102
Figura 83 Porcentaje de personas que hacen un adecuado manejo de los envases .	102

RESUMEN

La producción agrícola, especialmente el cultivo de papa es esencial para la economía y el desarrollo social de México. En el municipio de Temascaltepec, Estado de México, Mesón Viejo es una comunidad destacada por su producción local de papa, la cual posee un gran potencial de crecimiento. Sin embargo, la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) es crucial para mejorar la calidad del producto, la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad de los productores. Este diagnóstico se centra en evaluar las prácticas agrícolas actuales en la producción de papa en Mesón Viejo, identificando tanto fortalezas como áreas de mejora. Se busca proporcionar recomendaciones que favorezcan una transición hacia métodos más sostenibles y eficientes, alineados con los estándares de las BPA. Además, el estudio tiene como objetivo sensibilizar a los productores sobre la importancia de adoptar prácticas responsables y adecuadas ante desafíos como el cambio climático y la demanda de alimentos más seguros. Entre los hallazgos más relevantes, se destaca que más del 60% de los productores no realizan análisis de suelo, lo que puede limitar el rendimiento del cultivo. Asimismo, la mitad de los productores no emplean prácticas como la aplicación de cal o la siembra de lotes exclusivos para producir semilla. Un aspecto importante es que más del 75% de los productores no utilizan barreras vivas, a pesar de sus beneficios para reducir la erosión y retener la humedad en suelos inclinados. Además, se observa que muchos productores no toman las precauciones necesarias al aplicar agroquímicos, lo que incrementa el riesgo para su salud y la del medio ambiente. También se identificó que la desinfección de tubérculos y el control de malezas se realizan de forma irregular. Muchos productores desconocen la importancia de las rotaciones de cultivos y de arar la tierra después de la cosecha, lo que afecta la salud del suelo. Además, la falta de higiene adecuada y de medidas de protección personal al aplicar productos fitosanitarios es una preocupación, lo que incrementa los riesgos para los trabajadores. Por último, es relevante la problemática del manejo inadecuado de empaques de agroquímicos, los cuales son frecuentemente desechados de manera irresponsable, contribuyendo a la contaminación ambiental. Este diagnóstico revela la necesidad urgente de implementar medidas correctivas, como la promoción de buenas prácticas agrícolas, la educación sobre el

manejo adecuado de agroquímicos y la mejora en las condiciones laborales de los productores, con el fin de garantizar la sostenibilidad y la calidad de la producción de papa en Mesón Viejo.

ABSTRACT

Agricultural production, particularly potato cultivation, is essential for the economy and social development of Mexico. In the municipality of Temascaltepec, in the State of Mexico, the community of Mesón Viejo is notable for its local potato production, which has significant growth potential. However, the implementation of Good Agricultural Practices (GAP) is crucial for improving product quality, environmental sustainability, and the profitability of producers. This diagnosis focuses on evaluating the current agricultural practices employed in potato production in Mesón Viejo, aiming to identify both strengths and areas for improvement. The goal is to provide recommendations that support a transition toward more sustainable and efficient methods, in line with GAP standards. Additionally, the study seeks to raise awareness among producers about the importance of adopting responsible and appropriate practices in response to challenges such as climate change and the growing demand for safer food. Among the most notable findings, it is observed that more than 60% of producers do not conduct soil analysis, which may limit crop yield. Likewise, half of the producers do not implement practices such as lime application or planting dedicated seed potato plots. A significant aspect is that over 75% of producers do not use living barriers, despite their benefits in reducing erosion and retaining moisture in sloped soils. Furthermore, many producers fail to take necessary precautions when applying agrochemicals, which increases the risk to both human health and the environment. The diagnosis also reveals that tuber disinfection and weed control are carried out irregularly. Many producers are unaware of the importance of crop rotation and plowing the land after harvest, which affects soil health. Additionally, the lack of proper hygiene and protective measures when applying phytosanitary products is a major concern, increasing risks for workers. Finally, improper management of agrochemical packaging is highlighted, as these materials are often disposed of irresponsibly, contributing to environmental pollution. This diagnosis underscores the urgent need for corrective measures, such as promoting Good Agricultural Practices, educating producers on the proper handling of agrochemicals, and improving labor conditions, to ensure the sustainability and quality of potato production in Mesón Viejo.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo general de la maestría es formar profesionales de alto nivel, con capacidad analítica, diagnóstica y estratégica para abordar problemáticas del territorio desde una visión integral, interdisciplinaria y sostenible, proponiendo acciones concretas orientadas al desarrollo territorial en las áreas de agroindustria rural, desarrollo rural y turismo agroalimentario. Esta meta formativa busca que la población egresada sea agente de cambio con un sólido sustento técnico y metodológico, capaces de diseñar e implementar soluciones viables y adaptadas a las condiciones específicas de los territorios rurales, promoviendo así procesos sostenidos de mejora en la calidad de vida de sus poblaciones.

En este marco, la propuesta de investigación e intervención territorial realizada por el estudiante en la comunidad de Mesón Viejo, perteneciente al municipio de Temascaltepec, Estado de México, se enmarca de manera directa y coherente con los fines de la formación profesional planteados por el programa de posgrado. La investigación se centra en la evaluación del estado actual de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) aplicadas en la producción de papa, cultivo de alto valor económico y social en la región, con el objetivo de identificar debilidades, oportunidades y áreas de mejora en el manejo agronómico y organizativo de los productores locales.

El presente Trabajo Terminal de Grado surge de un continuo diálogo entre quien escribe y los productores de papa de Mesón Viejo. Durante años, la autora de este TTG ha formado parte de una realidad en la que los productores de papa dedican gran parte de su tiempo y energía a la producción de esta especie. Sin embargo, también es cierto que constantemente se escuchan quejas por las plagas que afectan el cultivo, por los bajos precios a los que se vende la papa y, por la falta de información y organización. En ese tenor, este trabajo responde a una necesidad territorial claramente diagnosticada: el uso inadecuado o desigual de prácticas agrícolas en la producción de papa ha generado inconsistencias en la calidad del producto, afectando la competitividad de los pequeños productores en los mercados regionales. Asimismo, la falta de conocimientos técnicos actualizados y de organización productiva limita las posibilidades de crecimiento

económico y desarrollo social de estas comunidades agrícolas. La elección del cultivo de papa como eje de la investigación no es casual, sino que obedece a su peso en la economía local, a su arraigo cultural y a su potencial para convertirse en un motor de desarrollo territorial si se gestiona adecuadamente.

Desde una perspectiva metodológica, el trabajo incorpora herramientas de diagnóstico participativo, evaluación de sistemas de producción y análisis técnico-agronómico, lo cual permite obtener una radiografía detallada de la situación actual y formular propuestas ajustadas a las características específicas del territorio y de los actores sociales involucrados. En este sentido, el proceso investigativo no se limita a una observación externa, sino que incorporó la participación de los productores desde el inicio mismo de la investigación, pues fue un grupo de productores quienes guiaron las problemáticas que debían ser diagnosticadas. Además, el trabajo colaborativo ha fomentado la apropiación local del conocimiento generado durante las diversas etapas de trabajo de campo y ha fortalecido el capital social de la comunidad.

La intervención propuesta también incluye un componente estratégico fundamental: la promoción del uso generalizado de las Buenas Prácticas Agrícolas no solo como una herramienta técnica, sino como una vía para incrementar la rentabilidad, mejorar la calidad del producto, garantizar la inocuidad alimentaria y proteger los recursos naturales. A través de la adopción progresiva de estas prácticas, se busca avanzar hacia una agricultura más responsable, resiliente y adaptada a los desafíos del cambio climático, la escasez hídrica y la presión sobre los ecosistemas.

Por otro lado, la propuesta contempla la posibilidad de fortalecer los procesos organizativos entre los productores de papa, fomentando la creación de asociaciones o figuras de cooperación que les permitan tener mayor poder de negociación, acceso a programas de apoyo gubernamentales, certificaciones de calidad, y eventualmente integrarse a cadenas de valor más complejas. Este enfoque organizativo responde al principio del desarrollo rural participativo, uno de los pilares del modelo formativo de la

maestría, al reconocer que el fortalecimiento del tejido social y la acción colectiva son elementos clave para el desarrollo sostenible.

El trabajo realizado en Mesón Viejo constituye un ejemplo concreto de cómo la formación académica en el ámbito del desarrollo territorial puede y debe traducirse en acciones tangibles que incidan positivamente en el entorno rural. La propuesta demuestra la capacidad del estudiante para integrar conocimientos teóricos y habilidades técnicas con una comprensión sensible y profunda de la realidad local, proponiendo soluciones viables y pertinentes que responden a las necesidades reales del territorio y sus habitantes.

Además, el enfoque integral adoptado en la investigación tiene un alto potencial de replicabilidad en otras regiones con características agroecológicas y socioeconómicas similares, lo que amplía el impacto del proyecto más allá de su territorio inmediato de intervención. De este modo, la experiencia se alinea no solo con los objetivos de formación del programa de maestría, sino también con los principios de sustentabilidad, equidad territorial e innovación social que sustentan las políticas públicas contemporáneas en materia de desarrollo rural.

En conclusión, la propuesta de diagnóstico y fortalecimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de papa en la comunidad de Mesón Viejo constituye una manifestación clara y pertinente de la formación profesional promovida por el programa de maestría. Refleja la capacidad del estudiante para realizar un análisis territorial riguroso, identificar oportunidades de mejora, formular estrategias concretas de intervención y promover un desarrollo territorial integral y sustentable. Se trata, por tanto, de una iniciativa que contribuye tanto a la consolidación del perfil de egreso del programa como al bienestar de las comunidades rurales que representan la base de nuestra seguridad alimentaria y cohesión social.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Papa (*Solanum tuberosum*)

Las papas son originarias de Perú, posteriormente su cultivo se extendió hacia Chile, Centroamérica, México y algunas partes de Estados Unidos. En Perú era consumida por algunas culturas precursoras a los Incas. Durante la conquista, dicha cultura ya cultivaba la papa en la región Andina, y así fue como este tubérculo llegó a Europa, se cultivó en Sevilla y se fue extendiendo hacia Italia, Inglaterra, algunas partes de Asia y posteriormente al resto del mundo. En México era un cultivo sin mucha importancia, hasta la llegada de John S. Niederhauser quien se dio cuenta de que las condiciones climatológicas eran las apropiadas para cultivar papa, posteriormente se inició con esta práctica en la Meseta Central, Guanajuato, Guerrero y Chihuahua (Álvarez, 2002).

Las papas tienen un papel muy importante dentro de la alimentación de los mexicanos, existe una gran diversidad de maneras de consumir este tubérculo, ya sea fresco o procesado (CONPAPA, 2017). Uno de los alimentos más importantes en el consumo diario de los mexicanos es la papa, posicionándose en el 5° lugar después del maíz, frijol, trigo y arroz. México produce anualmente 1.7 millones de toneladas de papa, siendo Sinaloa el principal estado productor de este tubérculo (Flores *et al.*, 2007).

El cultivo de papas (*Solanum tuberosum*) en México se ha vuelto muy importante debido a que el clima que se encuentra en este país es muy favorable para su producción (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). Actualmente, en México se producen alrededor de 5 toneladas de papa por cada 1000 toneladas del volumen mundial de este producto (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2019).

La producción de papa en México no es muy significativa a nivel mundial, pero cuenta con las condiciones ideales para aumentar su volumen anual, el cual es de alrededor de los 2 millones de toneladas debido a que tiene rendimientos de papa más altos que los que se observan en los principales países productores. El volumen anual producido en México está destinado para diferentes fines: el 29% para la industrialización, el 15% para

producir semillas y el resto (56%) para su venta en el mercado (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

En el Estado de México se producen alrededor de 166,093.59 toneladas de papa, de ese total, el municipio de Temascaltepec contribuye con 2,689.89 toneladas con un total de 165.17 hectáreas de superficie sembrada, es decir, con el 1.6% del total de producción en el Estado de México (Secretaría del Campo, 2019).

Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México es un poblado que tiene como actividad económica principal la agricultura, en específico la siembra de papas, esta zona cuenta con las condiciones adecuadas para sembrar papas de riego y de temporal, por lo tanto, se realizan 2 siembras al año. Según los productores, las variedades más comunes que se han establecido para cultivar en esta localidad son: Fianna, Ágata, Lucero y Orchestra.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son una herramienta que sirve como apoyo para llevar a cabo una agricultura más sostenible, procurando la seguridad alimentaria por medio de estándares que garanticen la inocuidad de los alimentos que se producen en el campo, así como también, procurar el bienestar y la seguridad de los trabajadores. Las BPA inician desde la preparación del terreno, hasta el almacenamiento de la producción, también sirven como guía para dar un correcto uso a los recursos naturales como el agua de riego, para realizar una correcta aplicación de agroquímicos, manejo de desechos, instalaciones, medidas de bioseguridad y cuidado del medio ambiente (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

2.2 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) aplicadas en el proceso de producción de papa

Las BPA son sugerencias que se aplican en la producción primaria, con la finalidad de ofrecer al consumidor alimentos inocuos, salvaguardando la salud pública pero también preservando el medio ambiente (SENASA, 2020). Estas recomendaciones también están orientadas a disminuir los costos de producción y al mismo tiempo mejorar el rendimiento del producto, aumentando las ganancias de los productores para impulsar el bienestar

de cada una de las familias que dependen económicamente de esta actividad (Rizo *et al.*, 2019).

La finalidad de las BPA es fomentar la sustentabilidad, procurando el bienestar ambiental, económico y social de los procedimientos agrícolas que se utilizan para generar alimentos de buena calidad, en donde se garantice la seguridad alimentaria (Muñoz *et al.*, 2023). A continuación se realiza una descripción de los procesos recomendados dentro de las BPA.

2.3 Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México

De acuerdo con lo que mencionan los habitantes de esta localidad, con la construcción de la carretera, en el año de 1959, la movilización de productos se facilitó, uno de estos productos fue la papa, que comenzó a cultivarse en Mesón Viejo en el año de 1960 aproximadamente, por el Sr. Jesús Hernández. Desde que este cultivo se estableció en esta localidad no se ha dejado de sembrar y con el paso de los años se ha ido tecnificando cada vez más, así como también la cantidad de plagas y enfermedades presentes en los cultivos ha ido aumentando.

Los productores actuales comentan que al inicio no había tantas plagas, y en caso de ser necesario, aplicaban sus tratamientos con un conjunto de ramas que sumergían en la mezcla roceandola en el culivo y los trabajos de la tierra se realizaban con yunta de caballos o de toros.

Posteriormente la papa se empezó a cultivar por más personas en esta localidad, involucrando a sus hijos en las labores para que fueran aprendiendo a cultivar y ellos tuvieran a quien heredar sus tierras. Con el paso de los años se fueron implementando cada vez más máquinas para los trabajos de la tierra, se empezaron a adquirir tractores con rastras, cultivadoras, arados, surcadoras, también bombas de fumigar de motor, y en la actualidad ya se empiezan a utilizar las aspersoras para tractor que aún no son tan comunes pero ya están empezando a llegar a la localidad.

Durante la historia de la papa en esta localidad han pasado muchas variedades que se van discontinuando para introducir nuevas, los productores comentan que con anterioridad se sembraban papas rojas, actualmente solo se siembran amarillas y blancas; las variedades que se empezaron a sembrar alrededor de 1960 fueron Alpha, Giant, Adora, Atlantic, Mundial, Citlali, San José, Marcianas, Rositas, López, con el paso del tiempo se fueron discontinuando y aproximadamente después de los años 2000 se intridujeron nuevas variedades como Nau, Ocras, Frital, Reina, Ágata, Lucero, Orchestra y Fianna.

La papa es el cultivo más fuerte de la localidad, sin embargo existen otros cultivos como el maíz, las habas y la avena que suele sembrarse después de cosechar la papa, con menor frecuencia se puede observar chicharo, zanahorita, coles de bruselas, cebolla, quelites, lechuga, trigo, gladiolas, dólar, alfalfa, cempasuchil y girasoles.

2.4 Desarrollo del cultivo

2.4.1 Selección del terreno

Para elegir correctamente el terreno es necesario tomar en cuenta que la papa tiene requerimientos específicos en cuanto al agua, el suelo, las características climatológicas, el acceso al lugar. Este cultivo requiere de temperaturas de entre 18 y 20°C, la papa se puede desarrollar en casi cualquier tipo de suelo suelto o arcilloso (a excepción de suelos alcalinos o salinos, ya que puede producirse un estrés iónico y nutrimental en las plantas por una elevada cantidad de solutos presentes en la raíz (McCue *et al.*, 1990) siempre y cuando tenga buen drenaje y buena ventilación, en un pH de entre 5.2 y 6.4, requiere de abundante materia orgánica y una profundidad de 25 a 30 cm (SENASA, 2020).

Si el suelo no presenta esta característica es necesario ajustar el pH para evitar deficiencias en los cultivos; por lo general los suelos tienden a ser más ácidos, es decir, el pH se encuentra por debajo de los 5.2 y esto se puede corregir mediante la aplicación de cal, otro metodo más efectivo en caso de contar con sistema de goteo es la aplicación de carbonato de potasio (Díaz *et al.*, 2021).

Para la corrección de suelos alcalinos se puede implementar la aplicación de azufre en conjunto con materia orgánica debido a que las bacterias presentes en ella promueven la oxidación del azufre (Aguilar *et al.*, 1992).

2.4.2 Preparación del terreno

Es importante preparar el terreno de 2 a 3 meses antes de la siembra, se recomienda realizar un análisis de suelo antes de disponer de los terrenos para su cultivo, de esta forma se pueden conocer las características físicas y químicas que presenta y a partir de esta información planificar adecuadamente la fertilización, los riegos y la preparación de las tierras en general de acuerdo con sus requerimientos para su posterior cultivo (Rizo *et al.*, 2019).

Se sugiere que las tierras a cultivar sean planas, en caso de que sean laderas es importante evitar los surcos en dirección de la pendiente para evitar la pérdida de suelo y retener la humedad (Muñoz *et al.*, 2023). El suelo debe estar correctamente mullido para facilitar su dren y buena ventilación, se deben pulverizar todos los terrones pasando hasta tres veces el arado y proceder con el surcado para realizar un riego que ayude a eliminar gusanos de tierra (SENASA, 2020).

Para hacer más eficientes los trabajos agrícolas en los terrenos es necesario realizar una correcta nivelación del suelo cuando presenta irregularidades, con el objetivo de reducir costos de producción, cuidar los recursos hídricos, y disminuir la degradación de los suelos (García, 1983).

La finalidad de realizar la nivelación de un terreno es aprovechar su pendiente para realizar riegos más eficientes de manera que disminuya la degradación de los suelos, por eso es necesario tomar en cuenta el tipo de riego que se utiliza en cada uno de los terrenos (Zúñiga, 2019). Implementar la nivelación de suelos también ayuda a adoptar Buenas Prácticas de Producción Agrícolas, además de combatir encharcamientos (Sánchez *et al.*, 2020).

La nivelación de suelos se realiza remoliendo la tierra superficial, posteriormente se traslada a las partes más bajas del terreno para obtener una superficie más plana que favorezca los trabajos agrícolas (García, 1983). Para realizar la nivelación se divide el terreno en cuadrículas de 20 x 20 m, marcando cada una de las secciones con estacas y por medio de emisores Láser se realiza la medición (Sánchez *et al.*, 2020). En la pala de arrastre se encuentra un receptor que le indica al operador cuando hay una parte más alta o una más baja, de este modo la persona sabe cuándo subir o bajar la pala (Zúñiga, 2019).

Antes de realizar la nivelación se deben identificar las características del terreno, si es permeable o poco profundo, con la finalidad de no rasca demás y exponer los componentes de la tierra no deseados, en este caso sería mejor obtener tierra de otros lados para rellenar depresiones; en el caso de terrenos con drenaje deficiente es mejor dejarlos con cierta pendiente para facilitar el drenaje, en pendientes muy pronunciadas o terrenos con baja disponibilidad de agua se recomienda elegir un sistema de riego por aspersión; en casos de topografía accidentada es mejor realizar una nivelación gradual año con año (García, 1983).

El sistema radicular (Fig. 1) es la parte de las plantas considerada como el órgano encargado de la absorción de agua y nutrientes, también funciona como mecanismo de defensa ante las inclemencias del ambiente (Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas, 2024).

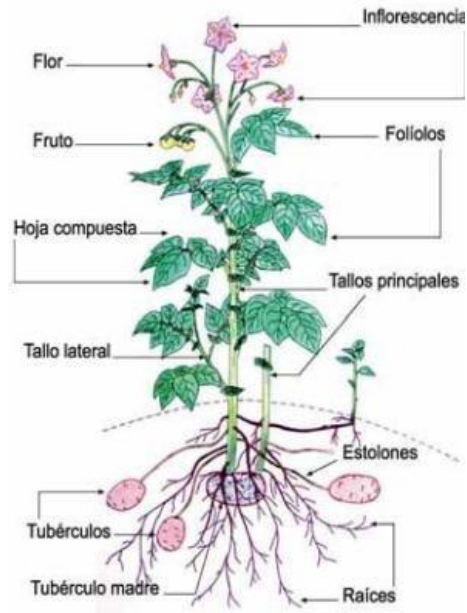


Figura 1 Sistema radicular.
Inostroza *et al.*, 2024

La papa cuenta con un sistema radicular muy ramificado y fibroso, la formación de las papas inicia con estolones, que son tallos subterráneos, y continúa con la tuberización o engrosamiento de dichos estolones gracias a la temperatura (Barona *et al.*, 2015). Cuando la planta crece a partir de una semilla comienza la formación de ramificaciones laterales y cuando crece por medio de un tubérculo las raíces se forman a partir de la base de cada brote; el sistema radicular de la papa es delicado, por lo que es importante procurar suelos con buenas condiciones para su buen desarrollo (Inostroza *et al.*, 2024).

2.4.3 Rotación de cultivos

En diferentes cultivos, como es el caso de la papa, existen problemáticas que ocasionan la degradación de los suelos, por ejemplo, la erosión, el desconocimiento o la no implementación de medidas sostenibles, los trabajos que se realizan antes de la siembra como, por ejemplo, aflojar y pulverizar la tierra para eliminar los terrones favorece la erosión y lixiviación, lo que provoca variaciones en las características fisicoquímicas del suelo (Vargas *et al.*, 2022).

Existen prácticas sostenibles que disminuyen el impacto ambiental del cultivo, en este caso, de la papa, como, por ejemplo, la rotación de cultivos, ya que los monocultivos están dañando la fertilidad de los suelos debido a que no todas las plantas obtienen los mismos nutrientes del suelo, algunas necesitan más de determinadas sustancias que de otras, por lo tanto, el monocultivo propicia el agotamiento de nutrientes específicos disponibles en el suelo para dicha planta (Díaz *et al.*, 2004).

La rotación de cultivos consiste en plantar diferentes cultivos en el mismo terreno de manera secuencial, con el objetivo de aprovechar mejor los recursos disponibles en el suelo, aumentando el rendimiento y disminuyendo el impacto ambiental generado por el cultivo, debido a que también ayuda a mejorar el control de plagas y enfermedades interfiriendo con el ciclo de vida del microorganismo, algunas rotaciones que se pueden realizar son con forrajes y pastos (Vargas *et al.*, 2022).

Los cultivos asociados permiten implementar de manera simultánea dos o más especies vegetales en un mismo terreno, con la finalidad de aprovechar los nutrientes del suelo, aumentar el ingreso económico del productor y controlar plagas y enfermedades (SADER, 2023). El aroma que desprenden algunos cultivos ayuda a repeler parásitos y plagas, así como también, atrae insectos benéficos para el cultivo que pueden funcionar como control biológico (Procuraduría Federal del Consumidor, 2021).

El cultivo de papa permite combinar otros cultivos de manera simultánea en el mismo terreno, las asociaciones que se llevan a cabo de manera más frecuente es con chícharo, frijol y maíz, los espacios que quedan libres en el cultivo de papa se aprovechan para introducir este tipo de cultivos (Monsalve, 1988).

Antes de realizar una asociación es importante conocer las características de cada cultivo, para verificar que pueden tener un buen desarrollo al cultivarlas de manera simultánea, es importante no asociar cultivos de la misma familia para evitar el agotamiento de los recursos presentes en el suelo, ya que requieren el mismo tipo de nutrientes (SADER, 2023).

2.4.4 Semilla

Es importante utilizar variedades de papa que sean apropiadas para las condiciones medioambientales del territorio (Muñoz *et al.*, 2023) pero que también tenga buena aceptación en los mercados y que esté totalmente libre de enfermedades y plagas; para garantizar la sanidad de la semilla se recomienda adquirir semilla certificada, además de que se asegura el brote de los tubérculos y la uniformidad del cultivo (Rizo y Palma, 2019).

En México, existen por lo menos 10 categorías de ecosistemas terrestres, como lo son: selvas, manglar, bosques, pastizal natural, matorrales, bosques, vegetación hidrófila, vegetación halófila, vegetación glicósfila y otros tipos de vegetación, también, en este país existen de 25 a 32 tipos de suelo, sin embargo, 6 tipos son los más predominantes en todo el territorio, los cuales son Leptosoles, que representan el 27.4% del territorio, equivalente a 52.6 millones de hectáreas, los Regosoles abarcan el 14.1% es decir, 27 millones de hectáreas, Feozems representa 22.5 millones de hectáreas, lo equivalente al 11.7%, Calcisoles el 10.2% o 19.6 millones de hectáreas, los Luvisoles representan el 9.2% abarcando 17.7 millones de hectáreas y finalmente los Vertisoles con el 8.6% equivalente a 16.5 millones de hectáreas, mientras que la superficie restante de 36 millones de hectáreas se divide entre 19 tipos de suelo minoritarios. De todos estos tipos de suelo, los más favorables para la agricultura son los Luvisoles, Vertisoles y Feozems. Por otro lado, en México se recibe aproximadamente un volumen de 1,449 kilómetros cúbicos de agua de lluvia anualmente, pero también se consideran 48 kilómetros cúbicos que llegan gracias a los ríos del norte y del sur, debido al consumo de agua para los humanos y para las actividades productivas, se han construido también presas para almacenar el agua, a nivel nacional existen aproximadamente 5,100 presas con una capacidad de almacenar 150 mil hectómetros cúbicos de agua (SEMARNAT, 2015).

Los productores refieren que la variedad más aceptada en el mercado es la Fianna, así como también, la literatura indica que es la variedad más cultivada en México, son papas de piel blanca y pulpa color crema, con yemas superficiales y una forma oblonga (Flores *et al.*, 2024). Es una variedad de origen holandés de alto rendimiento, su maduración

suele ser semitardía y tiene buena aceptación en el mercado para realizar chips (Secretaría de Fomento Agropecuario, 2009).

Hay que tomar en cuenta que las semillas provenientes de la producción anterior no siempre dan buenos rendimientos, por eso es importante seleccionar las plantas que estarán destinadas para semilla, verificando que tengan buen color, que esten sanas, que las hojas tengan buena forma y sin imperfecciones, posteriormente hay que seleccionar los tuberculos de manera uniforme en cuanto al tamaño y estos deben estar sanos (SENASA, 2020).

Para comercializar las papas en fresco deben de medir entre 4 y 9 cm, la piel debe verse limpia libre de enfermedades, golpes, grietas, manchas verdes, mientras que para su procesamiento, el tamaño debe ser uniforme, para realizar papas a la francesa se requiere que la materia seca se encuentre entre el 20 y el 25% para lograr el color deseado al momento de freirlas, otro punto importante es la cantidad de azúcares reductores, los cuales deben encontrarse en bajos niveles para que las papas no se tornen color marrón al freirlas (Yara, s.f.).

Posteriormente se recomienda desinfectar la semilla antes de almacenarla, esto se realiza por inmersión durante 5 a 10 minutos en una solución de insecticida, fungicida y bactericida. Para proceder a la siembra es importante romper la latencia que se genera durante el almacenamiento exponiéndolas al sol directo y seleccionarlas por tamaño y condiciones de los brotes para propiciar la uniformidad del cultivo así como un correcto desarrollo de las plantas para su máximo rendimiento (Rizo y Palma, 2019).

El producto que utilizan los productores para desinfectar la semilla se llama Interguzán 30-30, su principio activo es quintozeno 30% + Thiram 30%, estos componentes actúan como fungicida de contacto y de amplio espectro, reduciendo el crecimiento y la esporulación del hongo, la dosis es de 1 a 2 kg/ha (Liñán, 2025).

La semilla debe tener una longitud de diámetro de entre 4 y 8 cm, pesando aproximadamente 40 a 120 gramos; es importante conocer las etapas de formación de tuberculo-semilla, primero se encuentran en un estado de reposo en donde no se percibe ningún brote y puede durar entre 7 y 120 días dependiendo la variedad, posteriormente viene la etapa de brotación apical, es cuando la semilla ya presenta un brote, el cual no permite el desarrollo de otros brotes, se aconseja eliminarlo ya que sembrarla de esta forma disminuye su productividad, después sigue la etapa de brotación múltiple, que es cuando los ojos tienen su respectivo brote y es el momento ideal para sembrarla, si no se siembra entonces entra en etapa de envejecimiento, empieza a perder agua y se observa arrugada y flácida; es importante mencionar que el periodo de reposo o dormancia depende de la variedad del tubérculo, pero también de la madurez que presentó al momento de su cosecha así como la temperatura de almacenamiento, pero también existen otros factores que determinan el periodo de dormancia como por ejemplo, las condiciones de cultivo, el aumento de temperatura, la poca humedad y poca fertilización reducen el periodo de dormancia; el aumento de temperatura en el almacenamiento también disminuye el periodo de reposo, una cosecha de tubérculos inmaduros alarga el periodo de dormancia (Montesdeoca, 2005).

2.4.5 Siembra

Se requiere verificar que la semilla este en buenas condiciones y que contenga al menos dos brotes, ya que esto indica que se encuentra en la etapa de brotación múltiple y es el momento ideal para realizar la siembra, la distancia entre plantas determina el tamaño de los tubérculos, entre más cerca esté, más pequeños serán los tubérculos, mientras más plantas haya en el terreno, es más susceptible a la pudrición de tubérculos (SENASA, 2020).

El corte de semillas es una práctica que se realiza para disminuir los costos de producción, ya que la inversión en semilla representa aproximadamente el 45% del costo total de la producción (Coraspe *et al.*, 2002). Para realizar esta práctica es necesario esperar por lo menos 3 a 7 días después de su corte para suberizarse y evitar el ataque de bacterias, es importante mencionar que el pedazo de semilla debe tener el brote bien

desarrollado antes de sembrarla, pero si las condiciones no son las apropiadas para que la semilla crezca de inmediato al ser sembrada y por el contrario, existe mucha humedad, o el suelo tiene una temperatura muy elevada, la semilla tiende a desintegrarse, se recomienda sembrar la semilla cortada en un suelo húmedo (Rodríguez, 2024).

Para realizar la siembra se recomienda excavar el surco para poder aplicar un insecticida o nematicida como base, posteriormente se coloca la semilla y se aplica fungicida, esto con la finalidad de prevenir parásitos, hongos o plagas de insectos que puedan dañar la productividad del cultivo, se recomienda una distancia entre surcos de 80 cm a 1 metro dependiendo la temporada, así como una distancia entre plantas de 25 a 35 cm esto depende de la humedad que se encuentre en el suelo, esta debe encontrarse entre el 60 y el 80%, la profundidad de siembra depende del tamaño del tubérculo y el clima del territorio, por lo general se requiere de una profundidad de siembra de 20 cm aproximadamente (Rizo *et al.*, 2019).

En la actualidad ya no se utilizan los sistemas de cultivo asociados, es decir, que en un mismo terreno se cultiven varias cosas al mismo tiempo, las papas se pueden asociar perfectamente con maíz y habas, por ejemplo (SENASA, 2020). En la localidad de estudio, los productores refieren que ya no se realiza esta práctica porque es más complicado realizar los trabajos, como por ejemplo fumigar, o también porque tienen la idea de que el maíz o las habas hacen sombra a las papas y no permiten su correcto desarrollo.

Una operación importante en este punto es el aporque de la papa, mismo que consiste en subir la tierra hasta el cuello de la planta alrededor de los 25 a 30 días después de sembrar. Esta práctica es muy importante porque sirve para que los fertilizantes que se aplicaron por segunda vez se puedan incorporar, favoreciendo el aumento de la cantidad de tubérculos, también es una forma de controlar los arvenses, ayuda a controlar la humedad del suelo (Rizo *et al.*, 2019).

La conservación de la humedad ayuda a mejorar las condiciones de crecimiento de la papa al proteger las raíces y los tubérculos. El aporque (Fig. 2) mejora la estructura del suelo al añadir una capa de tierra suelta alrededor de la planta. Esta capa ayuda a reducir la evaporación del agua, ya que el suelo cubierto por tierra más suelta retiene la humedad mejor que el suelo expuesto directamente al sol. El aporque también evita que el agua de lluvia o de riego se evapore rápidamente. La capa de tierra que se forma al aporcar actúa como un aislante térmico, lo que ayuda a moderar las fluctuaciones de temperatura en el suelo. Esto es crucial en el caso de la papa, que prefiere temperaturas del suelo constantes. Las temperaturas más estables contribuyen a mantener la humedad en el suelo, evitando que el agua se evapore a altas temperaturas. Durante el aporque, se cubren los tubérculos que están cerca de la superficie del suelo, lo que previene que se deshidraten directamente al estar expuestos al aire. Los tubérculos necesitan condiciones de humedad constantes para desarrollarse adecuadamente. El aporque también favorece un desarrollo radicular más eficiente al permitir que las raíces se expandan en busca de agua, dado que la capa de tierra cubre más uniformemente las raíces superficiales. Esto asegura que las plantas de papa puedan acceder a la humedad presente en el suelo. Barrera y Medina (2002) sugieren en un estudio que el aporque reduce la evaporación del agua y favorece un mejor rendimiento de la papa al mejorar la estructura del suelo y la distribución de la humedad, a su vez Serrano y Rodríguez (2010), proponen que el aporque, es crucial para mejorar la retención de agua en suelos destinados al cultivo de papa, especialmente en climas más áridos o secos.

Aguilar y Pérez (2014). Discuten en su artículo sobre los beneficios agronómicos del aporque en términos de conservación de la humedad del suelo, detallando cómo esta práctica reduce la pérdida de agua y favorece el crecimiento de las plantas, finalmente la FAO (2019) en su informe analiza las técnicas de cultivo de papa, incluyendo el aporque, y cómo estas prácticas contribuyen a una mejor retención de humedad y, por lo tanto, a una mayor eficiencia en el uso del agua. En conclusión, el aporque es una práctica agrícola esencial para el cultivo de papa, especialmente en términos de conservación de la humedad. Ayuda a reducir la evaporación del agua, mejora la

estructura del suelo y protege los tubérculos, favoreciendo así un desarrollo más saludable de la planta y aumentando el rendimiento del cultivo.



Figura 2 Aporque de papa

<https://www.gob.mx/siap/articulos/el-aporque-labor-cultural-para-una-buena-cosecha?idiom=es>

2.4.6 Fertilización

Para realizar este trabajo es necesario que toda la maquinaria que se utilice esté calibrada de manera correcta para una adecuada aplicación, es fundamental que se utilicen las dosis necesarias de fertilizantes de acuerdo con la información obtenida en el análisis de suelo para evitar la subdosificación o la sobredosificación (Muñoz *et al.*, 2023). Una buena fertilización en el cultivo de papa depende de varios factores que incluyen el tipo de suelo, el estado nutricional de la planta, las condiciones climáticas, la variedad de papa cultivada y el manejo adecuado de los nutrientes. Para garantizar una fertilización efectiva, es crucial realizar un balance adecuado de nutrientes esenciales, como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y micronutrientes (como el hierro, manganeso, zinc y boro). El tipo de suelo y sus características (pH, capacidad de retención de agua, contenido de materia orgánica, etc.) son determinantes para el éxito de la fertilización. Un suelo ácido o con bajo contenido de nutrientes puede requerir enmiendas (como cal para elevar el pH o compost para enriquecer la materia orgánica). Serrano y Rodríguez, 2010 sugieren que la textura del suelo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la materia orgánica son factores clave para determinar las necesidades de fertilización en cultivos de papa. La fertilización

de la papa debe adaptarse a las diferentes fases de crecimiento (plantación, tuberización, madurez).

Durante la tuberización, la planta requiere una mayor cantidad de nutrientes, particularmente fósforo, potasio y nitrógeno. Barrera y Medina, 2002 proponen que la nutrición de la papa debe seguir el ciclo de crecimiento del cultivo. Durante la tuberización, la demanda de nitrógeno y potasio es crítica para un desarrollo adecuado de los tubérculos. El uso de fertilizantes balanceados, que contengan tanto nutrientes primarios como secundarios y micronutrientes, es esencial para evitar deficiencias nutricionales que puedan afectar el rendimiento y la calidad de los tubérculos. El exceso de un nutriente (como el nitrógeno) también puede ser perjudicial, ya que favorece el crecimiento vegetativo en detrimento de la formación de tubérculos.

Aguilar y Pérez, 2014 sostiene que un exceso de nitrógeno puede resultar en un crecimiento vegetativo desmedido, lo que reduce el rendimiento de los tubérculos. Es necesario aplicar fertilizantes de manera balanceada y adecuada. Por otro lado, la FAO, 2019, indica que realizar análisis de suelos y de tejidos vegetales es clave para conocer las deficiencias o excesos de nutrientes en el suelo y ajustar la fertilización en consecuencia. El análisis de suelos y de tejidos vegetales permite un diagnóstico preciso de las necesidades nutricionales de la papa y permite ajustar las aplicaciones de fertilizantes de forma más eficiente. Finalmente, las condiciones climáticas de temperatura, humedad y precipitación influyen la absorción y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. En climas cálidos y secos, por ejemplo, la disponibilidad de nutrientes puede ser más baja, lo que requerirá ajustes en la fertilización. FAO, 2019, sugiere, que las condiciones climáticas afectan la disponibilidad de nutrientes. En climas secos, la absorción de nutrientes se ve reducida, por lo que la fertilización debe adaptarse a estas condiciones. En la Fig. 3 se presenta el proceso de fertilización en papa.



Figura 3 Fertilización en papa
<https://blog.cambiagro.com/papa/fertilizante-para-la-papa/fertilizante-para-papa/>

2.4.6.1 Fertilización orgánica

El uso de estiércol descompuesto para fertilizar las tierras es una práctica que se realiza antes de sembrar, es importante evitar el uso de heces fecales humanas, siempre se debe considerar la pendiente de los terrenos para evitar la contaminación del agua, al final de la fertilización se recomienda la desinfección de la herramienta utilizada (SENASA, 2020). La fertilización orgánica en el cultivo de papa es una alternativa cada vez más popular debido a sus beneficios para la salud del suelo, la sostenibilidad ambiental y la calidad de los productos. A diferencia de la fertilización química, que depende de fertilizantes sintéticos, la fertilización orgánica utiliza materiales naturales, como compost, estiércol, residuos vegetales y abonos verdes, para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. La aplicación de abonos orgánicos mejora la estructura del suelo al aumentar su contenido de materia orgánica.

Esto incrementa la capacidad de retención de agua y mejora la aireación, lo que facilita el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. Además, contribuye a la actividad microbiana del suelo, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes de forma natural. González y Rodríguez, 2016, la fertilización orgánica favorece la mejora de la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y promoviendo un ambiente más saludable para los microorganismos beneficiosos. Según la FAO, 2019, la fertilización orgánica reduce la dependencia de insumos químicos, contribuyendo a una

agricultura más sostenible. Además, favorece la biodiversidad del suelo y evita los problemas de contaminación asociados con el uso excesivo de fertilizantes sintéticos. El uso de fertilización orgánica ayuda a reducir el impacto ambiental de la agricultura, promoviendo prácticas más sostenibles y reduciendo la contaminación por nutrientes.

Algunos estudios indican que los cultivos fertilizados orgánicamente pueden producir tubérculos de mayor calidad, con un mejor sabor, mayor contenido de nutrientes y una menor presencia de residuos químicos. Barrera y Medina, 2002, indican que la papa cultivada bajo prácticas orgánicas tiene una mejor calidad sensorial y nutricional en comparación con la cultivada convencionalmente, debido a la ausencia de fertilizantes sintéticos. Finalmente, la mejora de la biodiversidad del suelo y la incorporación de materia orgánica pueden ayudar a reducir la incidencia de enfermedades del suelo, ya que los microorganismos beneficiosos compiten con los patógenos, promoviendo un entorno más saludable. Serrano y Rodríguez, 2010, proponen que el uso de abonos orgánicos mejora la biodiversidad del suelo, lo que reduce la incidencia de enfermedades patógenas en el cultivo de papa.

El compost es una de las fuentes más comunes de fertilización orgánica. Se puede utilizar compost bien descompuesto o estiércol animal (como el de vaca, caballo o pollo) para enriquecer el suelo con nutrientes. Se recomienda aplicar entre 10 a 20 toneladas de compost por hectárea antes de la siembra, dependiendo de la fertilidad inicial del suelo. Aguilar y Pérez, 2014, indicaron que el compost bien descompuesto o el estiércol animal son fuentes efectivas de nutrientes orgánicos. Se recomienda aplicar entre 10-20 toneladas por hectárea en el cultivo de papa. Además, los abonos verdes, como las leguminosas (trébol, frijol, veza), pueden sembrarse en rotación o como cultivo de cobertura para mejorar la fertilidad del suelo. Estas plantas fijan nitrógeno en el suelo y aportan materia orgánica al descomponerse, la FAO, 2019, sugiere que el uso de abonos verdes, como leguminosas, puede ser un excelente método para mejorar la fertilidad del suelo, ya que fijan nitrógeno y aportan materia orgánica. Por otro lado, los fertilizantes líquidos orgánicos, como el té de compost o el fertilizante de algas, pueden ser aplicados foliarmente para proporcionar nutrientes adicionales, especialmente durante las fases de

crecimiento y tuberización. González y Rodríguez, 2016, proponen que los fertilizantes líquidos orgánicos, como el té de compost, pueden ser aplicados durante el ciclo de crecimiento para mejorar la disponibilidad de nutrientes de forma rápida. Para concluir, aunque la fertilización orgánica es benéfica, se debe tener en cuenta que los nutrientes se liberan más lentamente que con los fertilizantes sintéticos. Por lo tanto, es necesario hacer un seguimiento y ajuste continuo del estado nutricional de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo. Aguilar y Pérez, 2014, indican que la liberación de nutrientes en la fertilización orgánica es más gradual, lo que puede requerir una mejor planificación y monitoreo para evitar deficiencias a lo largo del ciclo de cultivo. En la Fig. 4, se presenta la fertilización orgánica en papa.



Figura 4 Presenta la fertilización orgánica en papa.

2.4.6.2 Manejo de agroquímicos

Solo se deben aplicar si es requerido, se debe hacer hincapié en la calibración de la maquinaria y dosificar de manera correcta los productos, siempre tomando en cuenta las medidas de bioseguridad (Muñoz *et al.*, 2023).

a. Plaguicidas

La persona responsable de supervisar los cultivos debe tener conocimientos básicos en identificación de plagas, estas aparecen dependiendo la estación, se debe realizar un registro del control de plagas, en donde se documente la plaga, el daño causado y el control que se realizó, se recomienda disminuir lo más que se pueda el uso de agroquímicos y sustituir por otros métodos como controladores biológicos, así como implementar medidas de prevención. Se recomienda capacitarse o solicitar asistencia técnica para realizar esta práctica (SENASA, 2020).

En el Estado de México, el cultivo de papa es una actividad agrícola importante, pero también enfrenta diversas amenazas por plagas que pueden afectar la productividad y la calidad de los tubérculos. Las plagas más relevantes incluyen insectos, nematodos y hongos, y su manejo es crucial para asegurar un buen rendimiento. A continuación, se describen las principales plagas de la papa en el Estado de México, sus características y métodos de control, junto con sus estaciones de aparición.

a.1 Barrenadores (*Leptinotarsa decemlineata*)

El barrenador de la papa, también conocido como escarabajo de la papa (Fig. 5), es una de las plagas más destructivas. Este insecto se alimenta de las hojas y los brotes, debilitando la planta e impidiendo su desarrollo adecuado. Sus larvas se alimentan principalmente de las hojas, lo que puede resultar en defoliación significativa. El barrenador aparece principalmente en la primavera y verano, durante las temperaturas cálidas que favorecen su reproducción y actividad.

Se usan para su control insecticidas como los basados en piretroides o neonicotinoides para la intervención de adultos y larvas, en cuanto al control biológico con enemigos naturales como el hongo entomopatógeno o la liberación de insectos benéficos como el *Hippodamia convergens* (Catarina), que depreda las larvas. Se sugiere rotación de cultivos para evitar la acumulación de la plaga en el suelo. Serrano, 2010, indicó que el control de *Leptinotarsa decemlineata* se basa principalmente en el uso de insecticidas y prácticas culturales como la rotación de cultivos y la eliminación de residuos vegetales.



Figura 5 Escarabajo de la papa.
https://es.wikipedia.org/wiki/Leptinotarsa_decemlineata

a.2 Nematodos (*Meloidogyne spp.*)

Los nematodos son gusanos microscópicos que atacan las raíces de las plantas (Fig. 6), causando daños al sistema radicular. Esto afecta la absorción de agua y nutrientes, y puede provocar la deformación de los tubérculos. El daño se manifiesta en raíces hinchadas o agrietadas y en una mala calidad de los tubérculos. Los nematodos están presentes durante todo el ciclo del cultivo, pero su actividad es más pronunciada durante la primavera y verano, cuando las condiciones de humedad y temperatura favorecen su desarrollo.



Figura 6 *Meloidogyne spp*

<https://mexico.infoagro.com/nematodo-dorado-de-la-papa-globodera-rostochiensis/>

Se controlan por fumigación del suelo con productos nematicidas, como fenamifos o metam sodio, con rotación de cultivos con plantas que no son hospedantes de nematodos, como leguminosas o maíz, con uso de cultivos resistentes a nematodos o el empleo de productos orgánicos como el té de compost que contiene microorganismos antagonistas de los nematodos. González, 2015, sugiere que el manejo integrado de nematodos en cultivos de papa incluye la rotación de cultivos, el uso de cultivos resistentes y la fumigación preventiva.

a.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

La mosca blanca (Fig. 7) es un insecto que se alimenta de la savia de las plantas, debilitándolas. Además, es un vector de varios virus, como el Virus del enrollamiento de la hoja de la papa, lo que puede reducir la calidad y el rendimiento de la cosecha. La mosca blanca también excreta una sustancia pegajosa llamada melaza, que favorece la proliferación de hongos como la fumagina. La mosca blanca es más activa durante la

primavera y el verano debido a las altas temperaturas y la humedad. Se propone la aplicación de insecticidas sistemáticos y contacto para controlar la población de mosca blanca, el uso de trampas amarillas pegajosas para capturar adultos, el control biológico con enemigos naturales como el *encarsia formosa* o el uso de depredadores naturales como el *Aphytis*. FAO, 2019, indica que el control de *Bemisia tabaci* debe incluir un enfoque integrado que combine la aplicación de insecticidas con el control biológico y la rotación de cultivos.



Figura 7 *Bemisia tabaci*
<https://cultivers.es/en/whitefly-bemisia-tabaci/>

a.4 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

El tizón tardío es una de las enfermedades más devastadoras de la papa, causada por un hongo que afecta tanto a las hojas (Fig. 8) como a los tubérculos. La enfermedad se caracteriza por manchas oscuras en las hojas, que se desarrollan rápidamente, y por la descomposición de los tubérculos en el suelo. La humedad excesiva favorece la propagación del hongo. El tizón tardío aparece generalmente en épocas lluviosas y temperaturas frías, especialmente en primavera y otoño. Se sugiere para su control aplicación de fungicidas sistémicos como el metalaxil y el mancozeb para prevenir y controlar la propagación de la enfermedad, la eliminación de restos de plantas infectadas y prácticas de manejo de riego para evitar la humedad excesiva en las plantas, así como el uso de variedades resistentes de papa que son menos susceptibles al hongo. Serrano y Rodríguez, 2010, indican que el tizón tardío de la papa es controlado principalmente mediante el uso de fungicidas, el manejo adecuado de riego y la eliminación de restos vegetales.



Figura 8 *Phytophthora infestans*

https://es.wikipedia.org/wiki/Phytophthora_infestans#/media/Archivo:Unidentified_disease_on_potato_leaf.jpg

a.5 Ácaros (*Tetranychus urticae*)

Los ácaros son pequeños arácnidos que succionan la savia de las hojas (Fig. 9), causando decoloración y eventual caída de estas. La infestación de ácaros puede afectar gravemente la fotosíntesis, reduciendo el rendimiento de la papa. Los ácaros se desarrollan principalmente durante la temporada cálida (primavera y verano) y en condiciones de baja humedad. Se propone para su control aplicación de acaricidas, como el abamectina o fenpropathrin, un control biológico con depredadores naturales como el *Phytoseiulus persimilis* y aumento de la humedad alrededor de las plantas, ya que los ácaros prefieren condiciones secas. González y Rodríguez, 2016, indicaron que los ácaros se controlan mediante acaricidas y control biológico, así como ajustando las condiciones ambientales para reducir su proliferación.



Figura 9 *Tetranychus urticae*

<https://cesavem.mx/fichas/Ficha%20te%CC%81cnica%20tetranychus%20urticae.pdf>

b. Plaguicidas de preemergencia

b.1 Control de malezas

Impiden la germinación de semillas de malezas o la emergencia de plántulas de malezas, al inhibir procesos clave como la germinación o el crecimiento inicial de las plantas indeseables.

b.2 Control de insectos del suelo

Controlan insectos que atacan las raíces y el sistema radicular antes de que las plántulas emerjan, protegiendo el desarrollo de las plantas jóvenes. Ejemplos de plaguicidas de preemergencia usados en papa son:

b.2.1 Herbicidas

Atrazina se usa en cultivos de maíz y papa para controlar una variedad de malezas, inhibe la fotosíntesis en las plantas que emergen del suelo, y Pendimethalin se usa para controlar malezas en cultivos de hortalizas, actúa en el suelo impidiendo la germinación de semillas de malezas.

b.2.2 Insecticidas

Cloranthraniliprol es un Insecticida utilizado en el control de insectos del suelo como gusanos de raíz, que pueden afectar a las plántulas de papa y Fipronil controla insectos como las termitas y otros insectos subterráneos que atacan las raíces de las plantas jóvenes. Serrano, 2018, sugiere que los plaguicidas de preemergencia se aplican antes de la germinación del cultivo o la aparición de plagas (Fig. 10), actuando en el suelo para prevenir su desarrollo y garantizar el establecimiento de las plántulas.



Figura 10 Aplicación de plaguicidas de emergencia
<https://agrospray.com.ar/blog/herbicidas-preemergentes/>

c. Plaguicidas en emergencia temprana

Los plaguicidas en emergencia temprana se aplican una vez que las plántulas han emergido, pero aún se encuentran en sus primeras etapas de crecimiento. Se utilizan para controlar plagas que atacan a las plantas jóvenes, como insectos, ácaros y algunas enfermedades fúngicas.

c.1 Control de insectos

Se aplican para controlar insectos que atacan las hojas jóvenes y los brotes, como pulgones, ácaros o gusanos (Fig. 11), que pueden afectar la fotosíntesis y debilitar la planta.



Figura 11 Insectos en papa

<https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/informe-tecnico-sobre-gusano-blanco-en-papa>

c.2 Control de enfermedades

Ayudan a controlar infecciones fúngicas y bacterianas que (Fig. 12) pueden afectar a las plantas en sus primeras etapas, como el mildiu o el tizón temprano.



Figura 12 Enfermedades en papa

<https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/informe-tecnico-sobre-gusano-blanco-en-papa>

Ejemplos de plaguicidas en emergencia temprana son:

Insecticidas como Imidacloprid que es un insecticida sistémico que se utiliza para controlar plagas como pulgones, escarabajos y orugas en los primeros estadios de las plantas, y Spinosad utilizado en cultivos jóvenes para el control de orugas, es una opción más amigable con los insectos beneficiosos.

Fungicidas como Azoxistrobina que es un fungicida sistémico usado para controlar enfermedades fúngicas como el mildiu, común en las etapas tempranas del cultivo de papa, y Mancozeb que es un fungicida que se utiliza para prevenir el tizón temprano y otras infecciones en cultivos jóvenes de papa. Pérez y Aguilar, 2015, indican que los plaguicidas en emergencia temprana deben aplicarse con rapidez para manejar plagas e infecciones que amenazan el crecimiento de las plántulas, siendo especialmente importantes para prevenir daños irreversibles a las plantas jóvenes.

En el Cuadro 1 se presenta la comparación de plaguicidas en preemergencia y emergencia temprana en relación con el momento de aplicación, objetivo, ejemplos y plagas que controlan.

Cuadro 1 Comparación de plaguicidas en preemergencia y emergencia temprana

Característica	Plaguicidas de Preemergencia	Plaguicidas de Emergencia Temprana
Momento de aplicación	Antes de la germinación de las plántulas.	Después de que las plántulas hayan emergido, pero en sus primeras etapas.
Objetivo principal	Prevenir la germinación de malezas y controlar insectos del suelo.	Controlar plagas que atacan a las plántulas y enfermedades tempranas.
Ejemplos	Herbicidas como atrazina, insecticidas como fipronil.	Insecticidas como imidacloprid, fungicidas como azoxistrobina.
Plagas controladas	Malezas, insectos subterráneos.	Insectos como pulgones, orugas, ácaros y enfermedades fúngicas.

d. Controladores biológicos

Los controladores biológicos en el cultivo de papa son organismos vivos, como insectos, microorganismos o depredadores naturales, que se utilizan para controlar plagas y enfermedades de manera más ecológica y sostenible, reduciendo la dependencia de plaguicidas químicos. Estos controladores biológicos actúan sobre plagas específicas o enfermedades, regulando su población de forma natural y sin causar daños al ecosistema. A continuación, se describen los principales controladores biológicos utilizados en el cultivo de papa, tanto para el control de plagas como de enfermedades, y cómo funcionan.

d.1 Insectos benéficos

Los insectos benéficos son aquellos que se alimentan de plagas que afectan al cultivo

de papa. Son utilizados como una alternativa natural a los insecticidas químicos.

d.1.1 Catarinas (*Hippodamia spp.*)

Son depredadores de áfidos, trips, escamas y otros insectos pequeños (Fig 13). Se utilizan principalmente para controlar pulgones en los cultivos de papa.



Figura 13 *Hippodamia spp.*
<https://es.wikipedia.org/wiki/Hippodamia>

d.1.2 *Chrysoperla spp.* (Larvas de Crisopa o "ladrón de pulgones")

Las larvas de estos insectos se alimentan de plagas como pulgones, trips y cochinillas. Son especialmente útiles en el control de plagas de las plantas jóvenes (Fig. 14).



Figura 14 *Chrysoperla spp*
<https://bioplanet.eu/es/chrysoperla-carnea-3/>

d.1.3 *Trichogramma spp.*

Este es un parásito de los huevos de diversas plagas de insectos como el barrenador de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*). El *Trichogramma* reduce la población de estos insectos al parasitar sus huevos, impidiendo el desarrollo de las larvas (Fig. 15).



Figura 15 *Trichogramma spp.*

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jkCiQ_xE9Zk

d.2 Nematodos entomopatógenos

Heterorhabditis bacteriophora y *Steinernema carpocapsae*: Son nematodos microscópicos que se utilizan para controlar insectos subterráneos y de la raíz (Fig. 16), como gusanos cortadores (*Agrotis spp.*) y gusanos de la raíz. Estos nematodos atacan a las larvas de los insectos en el suelo, liberando una bacteria que las mata.



Figura 16 *Heterorhabditis bacteriophora*

<https://www.koppert.mx/proteccion-de-cultivos/control-biologico-de-plagas/nematodos-beneficos/heterorhabditis-bacteriophora/>

d.3 Hongos Entomopatógenos

d.3.1 *Beauveria bassiana*

Es un hongo que infecta y mata insectos como el barrenador de la papa y ácaros. Actúa penetrando en el cuerpo del insecto y matándolo a través de la infección fúngica.

d.3.2 *Metarhizium anisopliae*

Similar a *Beauveria* (Fig. 17), este hongo también se utiliza para controlar insectos como el barrenador y el escarabajo de la papa.

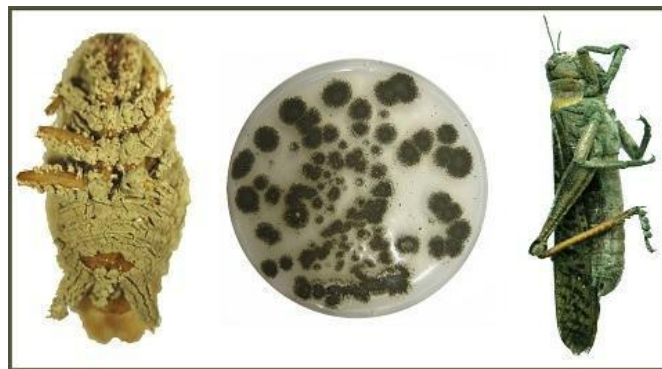


Figura 17 *Metarhizium anisopliae*

<https://noticias.unsam.edu.ar/2013/11/15/hongos-para-matar-insectos/>

d.4 Ácaros predadores

Como el *Phytoseiulus persimilis* que es un ácaro (Fig. 18) depredador que controla eficazmente plagas como los ácaros rojos (*Tetranychus urticae*), que pueden afectar las hojas de la papa y debilitar las plantas al succionar su savia.



Figura 18 *Phytoseiulus persimilis*

e. Controladores biológicos para enfermedades en papa

1. Bacterias Antagónicas

Las bacterias antagónicas son utilizadas para combatir enfermedades bacterianas y fúngicas en las papas. Estas bacterias protegen a las plantas al competir con los patógenos o al producir sustancias que los matan.

- ***Bacillus subtilis***: Es una bacteria que se utiliza para controlar enfermedades fúngicas como *Phytophthora infestans* (causante del tizón tardío de la papa). Compete por nutrientes y espacio con los patógenos, además de producir sustancias antimicrobianas (Fig. 19).
- ***Pseudomonas fluorescens***: Esta bacteria es utilizada contra patógenos como *Rhizoctonia solani*, que causa la pudrición de la raíz de la papa.



Figura 19 *Bacillus subtilis*

<https://parkinsonsnewstoday.com/news/probiotic-strain-of-b-subtilis-halts-alpha-synuclein-aggregation-in-round-worms/>

2. Hongos Antagónicos

- ***Trichoderma spp.***: Este hongo se utiliza para controlar una variedad de enfermedades fúngicas (Fig. 20), como las causadas por *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani*, al competir por nutrientes o producir compuestos tóxicos para los patógenos.

- ***Gliocladium spp.***: Es eficaz contra varios patógenos del suelo, incluyendo los que afectan a las raíces de la papa, como *Fusarium* y *Pythium*.

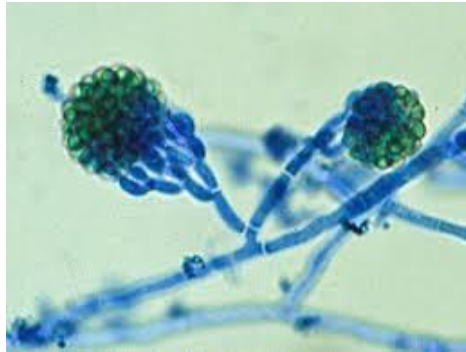


Figura 20 *Trichoderma spp*

<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/gliocladium>

3. Virus Entomopatógenos

- **Nucleopolyhedrovirus (NPV)**: Utilizado para controlar insectos como el barrenador de la papa, que son susceptibles a infecciones virales (Fig. 21). Estos virus se multiplican dentro de las plagas y las matan.



Figura 21 Nucleopolyhedrovirus.

<https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/biosecurity/plants/insects/beneficial/npv-nucleopolyhedrovirus>

e.1 Ventajas

Ecológicos: Los controladores biológicos son una opción más amigable con el medio ambiente, ya que no contaminan el suelo, el aire o el agua.

Sostenibilidad: Aumentan la sostenibilidad de la agricultura, al reducir la dependencia de plaguicidas químicos y promover el equilibrio ecológico.

Seguridad alimentaria: No dejan residuos tóxicos en los cultivos, lo que contribuye a una producción de alimentos más segura.

Resistencia reducida: A diferencia de los pesticidas químicos, los organismos biológicos no inducen resistencia en las plagas o enfermedades de forma tan rápida.

e.2 Métodos de aplicación

Liberación directa de insectos depredadores o parásitos: Se libera un número controlado de insectos benéficos como las catarinas o *Trichogramma* spp. en el campo.

Aplicación de hongos o bacterias en el suelo: Los hongos como *Trichoderma* o bacterias como *Bacillus subtilis* se aplican al suelo o en las raíces para controlar enfermedades fúngicas y bacterianas.

Riego o aspersión: En el caso de los microorganismos, pueden aplicarse a través del riego o la aspersión en las hojas para prevenir o tratar enfermedades.

Trampas biológicas: Las trampas de feromonas pueden ser utilizadas para atraer y capturar insectos plaga (Fig. 22), reduciendo su población de forma no invasiva.



Figura 22 Trampas biológicas

<https://www.ecosur.mx/vamos-a-atrapar-insectos-plaga/>

2.4.7 Manejo de cosecha y postcosecha

2.4.7.1 Defoliación

Cuando la planta ha llegado a su madurez fisiológica se debe eliminar el follaje de manera manual o química (Fig. 23), para esta última es importante que se realice después del riego, de esta forma se evita la traslocación del químico al producto y que se decolore, esta práctica se realiza con la finalidad de que la piel tome buena consistencia y no se desprenda con los dedos, los tubérculos deben permanecer en la tierra de 15 a 21 días después de la defoliación (Rizo *et al.*, 2019).



Figura 23 Defoliación en papa

<https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/1-Cosecha-1.pdf>

2.4.7.2 Cosecha

Se recomienda considerar las condiciones medioambientales para cosechar (Fig. 24), es ideal que sea entre los 10 y los 20°C, sin presencia de lluvias para la salud y bienestar de los trabajadores, se deben utilizar sacos o cajas limpias, las papas dañadas o enfermas se deben dejar fuera (Muñoz *et al.*, 2023).

Los surcos se deben ir destapando de acuerdo con la capacidad de recolección para evitar la exposición de las papas al sol (Rizo *et al.*, 2019), se debe de tener cuidado al realizar esta practica ya que hay que procurar que el producto esté libre de cortes o daños para no afectar su comercializacion (SENASA, 2020). Una vez que todo el producto esta envasado, se debe trasladar a la sombra para evitar quemaduras de sol (Rizo *et al.*, 2019).



Figura 24 Cosecha de papa

<https://www.youtube.com/watch?v=G8S5EKweGqY>

2.4.7.3 Almacenamiento

El curado se realiza durante 1 o 2 semanas bajo condiciones específicas (Fig. 25), una temperatura de 16 a 21°C con una humedad del 90% para permitir que las heridas cicatricen, a menos que se presenten pudriciones lo recomendable es disminuir la humedad (SENASA, 2020). El almacenamiento de la papa es un proceso clave para garantizar su calidad, evitar pérdidas y mantener su valor comercial después de la cosecha. En el Estado de México, que es una región productora importante de papa en el país, el almacenamiento debe realizarse bajo condiciones controladas para prevenir problemas como la brotación, la descomposición y las enfermedades. A continuación, se describen las prácticas comunes para el almacenamiento de la papa en esta región. El almacenamiento adecuado de la papa depende de varios factores, entre ellos la temperatura, la humedad y la ventilación. Las condiciones de almacenamiento pueden variar según el tipo de papa (fresca o procesada), pero las pautas generales son las siguientes.

Temperatura: La papa debe almacenarse a temperaturas entre 4°C y 7°C. Temperaturas más altas favorecen la brotación y el desarrollo de enfermedades, mientras que temperaturas más bajas pueden inducir un daño por frío, lo que afecta la calidad de la papa.

Humedad: La humedad relativa debe mantenerse en torno al 90-95%. Una humedad demasiado baja puede hacer que las papas se deshidraten, mientras que una humedad excesiva puede promover la aparición de moho y pudrición.

Ventilación: Es importante que el almacenamiento esté bien ventilado. Una circulación adecuada del aire ayuda a evitar la acumulación de gases (como el etileno) que pueden acelerar la maduración y la brotación de la papa. La ventilación también es crucial para controlar la humedad.

Oscuridad: La papa debe almacenarse en la oscuridad para evitar que se desarrollen solanina (una sustancia tóxica que se forma cuando la papa se expone a la luz), lo que afecta tanto la seguridad como la calidad del tubérculo (Fig. 25).



Figura 25 Almacenamiento de papa

<https://futuroverde.org/2021/03/almacenar-cultivos-se-complica-a-medida-que-el-planeta-se-calienta/>

a. Métodos de almacenamiento de papa más comunes en el Estado de México

a.1 Almacenamiento en bodegas refrigeradas en el Estado de México (Fig. 25).

La papa se almacena comúnmente en bodegas refrigeradas o silos especialmente diseñados para mantener las condiciones de temperatura y humedad necesarias. Estas bodegas pueden ser de tipo:

Refrigeradas: Son las más recomendadas, ya que mantienen la temperatura constante y controlada, lo cual es ideal para preservar la papa durante varios meses.

Bodegas ventiladas: Se utilizan en zonas donde las temperaturas no son extremas, permitiendo que el aire circule libremente y mantenga la temperatura y humedad a niveles adecuados.



Figura 26 Almacenamiento refrigerado de papa
<https://cryo-systems.com/es/project/camara-frigorifica-para-patata/>

a.2 Celdas de almacenamiento en ladrillo o madera

Algunos productores más pequeños o en zonas rurales pueden optar por celdas de almacenamiento construidas con ladrillo, madera (Fig. 27) o plástico. Estas estructuras permiten un cierto nivel de ventilación, aunque no tienen la capacidad de mantener la temperatura tan controlada como las bodegas refrigeradas. Este tipo de almacenamiento se utiliza para períodos más cortos de conservación.



Figura 27 Celdas de madera

https://es.123rf.com/photo_165751559_almacenamiento-de-papas-almac%C3%A9n-de-cultivos-almacenamiento-en-fr%C3%ADo-seco-cajones-de-madera.html

a.3 Almacenamiento en bolsas o sacos

En casos más informales o en pequeñas cantidades, la papa se almacena en sacos de yute o plástico perforado (Fig. 28). Aunque este método no proporciona un control exacto de temperatura o humedad, se utiliza en sistemas de comercialización de menor escala. Los sacos permiten la circulación de aire, pero si las papas se almacenan por largo tiempo, es posible que la calidad se vea afectada.



Figura 28 Almacenamiento en bolsas o sacos

b. Prácticas para mejorar el almacenaje

b.1 Curado postcosecha: Antes de almacenar la papa, es importante realizar un curado postcosecha, que consiste en dejar las papas a temperatura ambiente (alrededor de 15-18°C) durante 1-2 semanas. Esto permite que la piel se endurezca, lo que reduce la probabilidad de que se pudran o desarrollen daños mecánicos durante el almacenamiento.

Clasificación y selección: La papa debe clasificarse y seleccionarse antes de su almacenamiento. Se deben retirar los tubérculos dañados, infectados o de mala calidad, ya que pueden acelerar la descomposición y la propagación de enfermedades.

Monitoreo regular: Es fundamental monitorear las condiciones de almacenamiento, revisando regularmente la temperatura, humedad y el estado general de las papas. Cualquier cambio en las condiciones puede afectar la calidad del producto.

c. Control de plagas y enfermedades en almacenamiento

El almacenamiento también debe considerar el control de plagas y enfermedades que afectan la papa (Fig. 29), como:

Podredumbre (causada por *Pythium*, *Fusarium*, y *Phytophthora*): Se pueden controlar mediante el uso de fungicidas o mediante el manejo adecuado de las condiciones de temperatura y humedad.

Plagas: El control de insectos como gorgojos y roedores es crucial en el almacenamiento, ya que pueden dañar las papas. El uso de trampas o la fumigación controlada son métodos comunes para prevenir infestaciones.



Figura 29 Plagas de almacén

d. Semilla en almacén

La semilla debe almacenarse bajo condiciones de sanidad para evitar la transmisión de enfermedades a los cultivos, las bodegas deben estar desinfectadas, no debe existir maleza y/o fauna nociva que pueda transportar microorganismos. Se debe seleccionar y clasificar la semilla para proceder con su desinfección (Rizo y Palma, 2019).

d.1 Selección de la papa en almacenamiento

La selección y clasificación de la papa son procedimientos fundamentales para garantizar la calidad y la conservación del producto durante su almacenamiento. Estos pasos son esenciales para evitar pérdidas prematuras, daños o deterioro en las papas, y para maximizar su valor en el mercado. A continuación, se describen las prácticas más comunes, con las citas y bibliografía correspondientes.

Inspección visual: La inspección visual es el primer paso en el proceso de selección (Fig. 30). Se busca que las papas estén en buen estado y libres de defectos visibles, como lesiones, manchas o brotes. Las papas con daños físicos o brotes se deben descartar, ya que son más susceptibles al deterioro y pueden afectar la calidad de otras papas almacenadas (Pérez *et al.*, 2019).

Estado general: Las papas deben estar libres de lesiones, golpes y rasguños. Las papas dañadas son más vulnerables a enfermedades durante el almacenamiento (Rodríguez y González, 2018).

Brotación: Las papas que presentan brotes visibles deben eliminarse, ya que la brotación indica un inicio de deterioro o pérdida de calidad (FAO, 2017).



Figura 30 Inspección visual de papa para almacén.

<https://www.tetengo.com.mx/blog/como-combatir-eficazmente-las-plagas-de-productos-almacenados>

Contaminación por enfermedades

Es crucial revisar las papas en busca de enfermedades fúngicas o bacterianas, como la podredumbre blanda y seca, que se propagan rápidamente en condiciones de almacenamiento inadecuadas (Rodríguez y González, 2018). La presencia de plagas como gorgojos también debe ser monitorizada, ya que pueden dañar el tubérculo y afectar la calidad del producto (Vázquez *et al.*, 2016).

d.2 Clasificación de la papa en almacenamiento

Una vez seleccionadas, las papas deben ser clasificadas de acuerdo con su tamaño y calidad. Esta clasificación es esencial para organizar el almacenamiento y satisfacer los diferentes mercados, ya sea para consumo directo, procesado o siembra.

Por tamaño

Las papas se dividen en categorías de tamaño basadas en su diámetro o peso (Fig. 31). Este criterio se utiliza para facilitar la comercialización y satisfacer las exigencias del mercado:

- Extragrandes: Papas de más de 8 cm de diámetro.
- Grandes: Papas entre 6 y 8 cm de diámetro.
- Medianas: Papas entre 4 y 6 cm de diámetro.
- Pequeñas: Papas de menos de 4 cm de diámetro (Pérez *et al.*, 2019).

Tipo	Gorda	Mediana	Granalla
Uso	Bakers		Guarnición
Calibre	>75 mm	40 / 70 mm	< 40 mm




Figura 31 Clasificación de papa por tamaño

Por calidad

La clasificación por calidad depende de la apariencia y estado físico de las papas:

- **Categoría A (calidad superior):** Son las papas sin defectos, con piel intacta, firmes, sin brotes ni manchas visibles (FAO, 2017).
- **Categoría B (calidad estándar):** Papas con pequeños defectos, como manchas leves o ligeras deformidades (Rodríguez y González, 2018).
- **Categoría C (calidad inferior):** Papas con daño evidente, como brotes, manchas grandes o enfermedades visibles, generalmente destinadas al consumo inmediato o para procesamiento (Vázquez *et al.*, 2016).

Por tipo de uso

La papa también se clasifica según su destino:

- **Papas de mesa:** Se destinan a la venta directa al consumidor y deben cumplir con altos estándares de calidad (Pérez *et al.*, 2019).
- **Papas para procesado:** Estas papas pueden tener defectos menores y generalmente se utilizan para la industria de papas fritas o puré (FAO, 2017).
- **Papas para siembra:** Son papas seleccionadas especialmente para ser utilizadas como semilla y deben estar completamente libres de enfermedades (Rodríguez y González, 2018).

d.3 Procedimiento para la clasificación y selección

1. **Recolección de papas:** La cosecha debe ser realizada en condiciones óptimas para evitar daños durante la recolección (Pérez *et al.*, 2019).
2. **Inspección Inicial:** Las papas son inspeccionadas visualmente para eliminar aquellas con daños visibles, brotes o enfermedades (Rodríguez y González, 2018).
3. **Clasificación por tamaño y calidad:** Utilizando tamices o mallas clasificadoras, las papas se agrupan según su tamaño (Fig. 32). Posteriormente, se evalúa la calidad y se separan en diferentes categorías (FAO, 2017).

4. **Almacenaje:** Una vez clasificadas, las papas se almacenan en condiciones adecuadas, de acuerdo con su categoría y destino. Las papas de alta calidad se deben separar de las de menor calidad para evitar el deterioro (Vázquez *et al.*, 2016).



Figura 32 Selección manual de papa.

<https://www.gob.pe/institucion/inia/noticias/108545-agricultores-de-huancavelica-logran-producir-semilla-certificada-de-papa-con-asistencia-tecnica-del-inia>

d.4 Recomendaciones adicionales

- **Monitoreo Regular:** Es esencial hacer inspecciones periódicas en las bodegas para detectar cualquier cambio en el estado de las papas (Rodríguez y González, 2018).
- **Condiciones de almacenamiento controladas:** Asegurarse de que las papas se almacenen a temperaturas entre 4-7°C y con una humedad relativa entre 90-95% para evitar la deshidratación o la descomposición (FAO, 2017).

2.4.7.4 Salud y bienestar de los trabajadores

Se recomienda que los trabajadores acostumbren tener una buena higiene, evitar la ingesta de alimentos y bebidas durante las horas de trabajo (Fig. 33), lavado frecuente y adecuado de manos, se debe evitar fumar y escupir dentro del área de trabajo, en caso de sufrir alguna lesión es necesario atenderla de inmediato cubriéndola para evitar el contacto con los agroquímicos utilizados, o con los tubérculos, es fundamental que los trabajadores cuenten con las medidas de protección personal al momento de aplicar cualquier agroquímico para evitar intoxicaciones y procurar el lavado de manos después de esta práctica (SENASA, 2020).



Figura 33 Salud y bienestar de trabajadores en almacén.
<https://www.istockphoto.com/es/fotos/los-trabajadores-de-almac%C3%A9n>

2.4.7.5 Manejo de residuos

Es importante mantener limpia el área de trabajo, depositando la basura en su lugar (Fig. 34), pero hay que tener especial cuidado con los residuos de agroquímicos como por ejemplo los envases, es importante que sean tratados con el método del triple lavado y se almacenen para que puedan ser entregados a algún centro de acopio que disponga de ellos de la mejor manera (SENASA, 2020).



Figura 34 Manejo de residuos

<https://www.scmlogistica.es/como-reducir-los-residuos-en-un-almacen-y-minimizar-el-impacto-ambiental/>

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Realizar un diagnóstico de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de papa en la localidad de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.

3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una lista de chequeo derivada de los manuales de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de papa.
- Aplicar lista de chequeo al 30% de la población para obtener un diagnóstico de la zona.
- Sugerir condiciones de producción en la localidad de estudio con base a la lista de chequeo.

IV. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enmarca en el objetivo general de la Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario. Esta maestría forma profesionales con una visión integral, interdisciplinaria y sostenible, capaces de diagnosticar problemáticas territoriales y proponer soluciones concretas orientadas al desarrollo rural. En este contexto, el presente TTG aborda el caso del cultivo de papa en la región de Temascaltepec, Estado de México, una actividad agrícola de alta relevancia económica, social y cultural para la región en particular, pero que enfrenta múltiples desafíos que limitan su potencial como motor de desarrollo territorial.

La elección del cultivo de papa como eje del estudio no es fortuita. Su importancia en la economía local, su profundo arraigo cultural y su capacidad para generar empleo e ingresos lo convierten en un cultivo estratégico. No obstante, su producción en Temascaltepec se ve afectada por una serie de factores que inciden negativamente en su competitividad. Entre ellos destacan las condiciones climáticas variables, que incluyen heladas, lluvias intensas y sequías cada vez más frecuentes e impredecibles como consecuencia del cambio climático. Estos eventos extremos reducen la calidad y cantidad de la cosecha, generando inestabilidad económica para los productores.

Asimismo, la presencia de plagas como el escarabajo de la papa y enfermedades como el tizón tardío comprometen la sanidad de los cultivos, mientras que las prácticas fitosanitarias actuales resultan insuficientes debido a su elevado costo. A esto se suman problemas estructurales como el incremento en los precios de insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, semillas), la baja tecnificación del proceso productivo y el limitado acceso a herramientas modernas y capacitación especializada. Esta combinación de factores repercute directamente en la productividad y rentabilidad del cultivo.

Por otro lado, la comercialización enfrenta obstáculos importantes. Los productores de pequeña escala, al no contar con canales de distribución eficientes ni poder de

negociación, dependen en gran medida de intermediarios que imponen precios desfavorables. La falta de infraestructura adecuada (transporte, almacenamiento, centros de acopio) y de estrategias organizativas impide que estos agricultores puedan acceder a mercados más competitivos o beneficiarse de certificaciones de calidad y programas de apoyo institucional.

Además, el uso intensivo del suelo para el cultivo de papa ha desencadenado procesos de degradación y erosión, particularmente en zonas con topografía montañosa. Esta situación obliga al uso excesivo de fertilizantes químicos, elevando los costos de producción y generando impactos ambientales negativos.

Esta realidad es compartida y reconocida por los productores de Mesón Viejo, quienes han señalado la necesidad de contar con diagnósticos precisos de sus problemáticas y estrategias que permitan mejorar las condiciones de producción y comercialización. Es precisamente en ese encuentro de problemáticas que el presente TTG se plantea como una respuesta concreta, desde una perspectiva académica aplicada, al desafío de mejorar las condiciones de vida de los productores rurales mediante la implementación de soluciones técnicas, organizativas y sostenibles. La propuesta no solo contempla mejoras agronómicas y tecnológicas, sino también el fortalecimiento del tejido social a través de esquemas asociativos que promuevan la cooperación, el acceso a recursos y la participación activa de los agricultores en su propio desarrollo.

Este enfoque responde al modelo formativo de la maestría, que reconoce el valor de la acción colectiva, la planificación territorial participativa y el aprovechamiento del conocimiento técnico como pilares fundamentales del desarrollo rural sostenible. En suma, la investigación que da sustento al TTG representa una contribución significativa tanto al ámbito académico como al bienestar de las comunidades rurales, al demostrar que el conocimiento científico puede ser aplicado de manera efectiva para generar transformaciones reales en el territorio.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área de trabajo

El trabajo de investigación fue realizado en Temascaltepec, Estado de México. De acuerdo con INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2021 el municipio cuenta con una extensión territorial de 568.30 km², que representa el 2.5% de la extensión total del Estado de México. Está localizado al sur del Estado de México, en la Carretera Federal No. 134 que comunica a la ciudad de Toluca con Zihuatanejo, Guerrero. Sus colindancias son:

- Norte: Valle de Bravo y Amanalco de Becerra
- Sur: Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán
- Oriente: Zinacantepec y Coatepec de Harinas
- Occidente: Zacazonapan

(Ubaldo, 2006).

Este poblado (Fig. 35) está ubicado en el municipio de Temascaltepec en el Estado de México, en la carretera Federal Toluca-Cd. Altamirano, en el km 34.4 longitud 99°52'48.934" W y latitud 19°10'06.370" N a 2795 msnm (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2021).



Figura 35 Mapa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.

Mesón Viejo es una pequeña localidad ubicada en el municipio de Temascaltepec, en el Estado de México. Históricamente, funcionaba como punto de descanso para los arrieros que transportaban mercancías como ganado y carbón, lo que le otorgó su nombre.

5.2 Características Socioculturales

Población: Según datos de 2020, Mesón Viejo tiene una población de 510 habitantes, con una ligera mayoría femenina (259 mujeres y 251 hombres).

Educación: La tasa de analfabetismo es baja, con un 2.75% de la población analfabeta en 2020. El grado promedio de escolaridad es de 8.43 años.

Costumbres y Tradiciones: La comunidad celebra diversas festividades religiosas y culturales, incluyendo:

Semana Santa, Las Cruces, Fiesta Patronal, Día de Muertos, 12 de diciembre, Día de la Virgen de Guadalupe y 24 de diciembre, entre otros.

5.3 Características ambientales

Ubicación Geográfica: Mesón Viejo se encuentra a 2,795 metros sobre el nivel del mar, a aproximadamente 38 km del Pueblo Mágico de Valle de Bravo.

Clima y flora: La región presenta un clima templado subhúmedo, con temperaturas medias anuales entre 18°C y 22°C. La flora local incluye especies como fresno, pino, oyamel, encino y cedro.

Fauna: La fauna en la zona es diversa, destacando animales como el gato montés, venado, jabalí, ardilla y diversas especies de aves.

Accidentes geográficos: Un punto notable es una curva en la carretera Toluca-Temascaltepec, conocida como "el cementerio de las tragedias", debido a la cantidad de accidentes automovilísticos en la zona. Los lugareños afirman que en las noches se escuchan ruidos de vehículos cayendo y gritos de personas.

5.4 Características económicas

La población de Mesón Viejo, en Temascaltepec, tiene una economía principalmente basada en actividades primarias como la agricultura, la ganadería y la silvicultura. A continuación, se describen algunas de las principales actividades económicas de la zona:

Agricultura

La gente de la zona cultiva productos como maíz, papa y hortalizas. La agricultura es una actividad fundamental para la subsistencia de las familias locales. En Temascaltepec, la papa es un cultivo de relevancia económica. En 2019, el municipio registró una producción de aproximadamente 2,689 toneladas, contribuyendo con el 1.6% de la producción estatal. Esta producción tuvo un valor aproximado de 26.9 millones de pesos.

Métodos de Cultivo

El cultivo de la papa en la región se caracteriza por prácticas intensivas. Los agricultores suelen sembrar variedades adaptadas al clima local, empleando técnicas que buscan maximizar el rendimiento por hectárea. Además, se han implementado paquetes tecnológicos que incluyen bio-nutrición y bio-estimulación para mejorar la calidad y cantidad de la cosecha.

Comercialización

La papa producida en Temascaltepec se destina principalmente a mercados regionales y locales. Los agricultores venden su cosecha en mercados municipales, tiendas de abarrotes y a intermediarios que distribuyen el producto en otras partes del Estado de México y áreas circundantes. Actualmente las variedades de papa que se utilizan de manera más frecuente en esta localidad son: Fianna, Lucero, Orchestra y Ágata. La comercialización se realiza tanto en mercados mayoristas como minoristas, dependiendo del volumen y la demanda. Es importante destacar que, debido a factores como el encarecimiento de insumos y condiciones climáticas variables, los precios de la papa pueden fluctuar, afectando tanto a productores como a consumidores. Por ello, la

implementación de prácticas agrícolas eficientes y una adecuada estrategia de comercialización son esenciales para la sostenibilidad de este cultivo en la región.

Frutales: También se cultivan frutales como manzanas y duraznos, aprovechando las condiciones climáticas favorables de la región.

Ganadería

Muchos habitantes se dedican a la cría de ganado bovino y caprino. La ganadería es una fuente importante de ingresos y alimentos, además de ser parte de las tradiciones rurales de la zona. Algunos habitantes también practican la apicultura, produciendo miel de abeja como un producto adicional. En la región existen bosques de pino, oyamel, encino, entre otros, que son aprovechados para la producción de madera y productos forestales. Sin embargo, esta actividad debe ser realizada de manera sostenible debido a la importancia ecológica de los bosques en la zona.

Turismo

Aunque el turismo no es la principal fuente de ingresos, Mesón Viejo se encuentra cerca de áreas turísticas como Valle de Bravo y el Parque Nacional de Valle de Bravo. Algunas personas se dedican al ecoturismo, ofreciendo actividades como senderismo, paseos a caballo y exploración de la naturaleza. Las festividades locales también atraen a visitantes durante ciertos momentos del año, lo que fomenta pequeñas actividades comerciales relacionadas con el turismo.

Comercio local

En la localidad hay pequeños comercios y tiendas que venden productos básicos y servicios a la comunidad, lo que contribuye a la economía local. En resumen, la gente de Mesón Viejo vive principalmente de la agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal, con algunas actividades secundarias relacionadas con el turismo y el comercio local.

Costo de producción por hectárea en la zona

En la Fig. 36 se presenta el resumen de los costos de producción de una hectárea de papa de la zona de estudio.

Figura 36 Costos de producción en la zona

				Costo por hectárea (\$)
Semilla 4 ton/hectárea				\$76,000
Abono 1.800 ton/hectárea. Mezcla SQM				\$21,000
Proceso	Mano de obra	Combustible	Productos por ciclo	Total
Preparación del terreno				
Riego	\$800	\$0	\$0	\$800
Rastra 10 litros (4)	\$0	\$260	\$0	\$1,040
Barbecho 30 litros	\$0	\$780	\$0	\$780
Rotobo 20 litros	\$0	\$520	\$0	\$520
Manejo de semilla				
Gaseo de semilla 4 toneladas	\$0	\$0	\$200	\$800
Selección de semilla (5 días)	\$0	\$250	\$0	\$1,250
Desinfección de semilla	\$250	\$0	\$700	\$950
Siembra				
Surcado (tractor) 10 litros	\$0	\$260	\$0	\$260
Alimentos y bebidas	\$0	\$0	\$8,000	\$8,000
Manejo del cultivo				
Rayar cultivo (definir surco para regar)	\$250	\$0	\$0	\$250
Aflojar cultivo (2 días)	\$500	\$0	\$0	\$500
Subir la tierra	\$500	\$0	\$0	\$500
Riegos (aprox. 4 por ciclo)	\$800	\$0	\$0	\$3,200
Aplicación de agroquímicos (6 por ciclo)	\$0	\$100	\$30,000	\$30,600
Defoliación del cultivo	\$1,500	\$0	\$0	\$1,500
Aplicación de secante (antes y después de cortar guía)	\$0	\$100	\$1,000	\$1,100
Cosecha				
Trabajadores	\$23,400	\$0	\$0	\$23,400
Total \$ por hectárea				\$172,450

5.5 Análisis Visual realizado en la localidad de Mesón Viejo, Temascaltepec

Se realizó un análisis visual de la zona y así como un diagnóstico visual también de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) de la localidad de estudio y se registraron los resultados por medio de fotografías de las prácticas que se realizan en el cultivo de la papa, en cuanto a la higiene, el equipo, la herramienta utilizada y las medidas de bioseguridad. Mismos que se presentan a continuación.

En Mesón Viejo se tiene una gran superficie para el cultivo de papa, aproximadamente 60 hectáreas (Fig. 37), así como también la altura (2,795 m), el clima (templado a frío) y el suelo (franco arenoso) adecuados.



Figura 37 Superficie de siembra en Mesón Viejo

Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

El día de la siembra (Fig. 38) se comienzan a hacer los surcos con el tractor con la finalidad de exponer los microorganismos al sol y terminar con sus ciclos de vida, posteriormente se colocan las semillas respetando distancias de aproximadamente 25 cm y procurando que los brotes queden hacia arriba, después se aplican los agroquímicos correspondientes que por lo general son fungicidas, bactericidas, insecticidas, nematocidas, estimuladores de crecimiento y fertilizante, luego se procede a tapar la semilla.

Los tractores que se utilizan para estos trabajos por lo general son de la marca John Deere, o New Holland, suelen tener sistemas hidráulicos, de transmisión y electrónicos eficientes, con dirección hidrostática y motores de 4.5 a 6.8 cilindros. Para surcar se utiliza un implemento para el tractor llamado cultivadora.



Figura 38 Terreno el día de la siembra.
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

La distancia entre semillas es de aproximadamente 25 cm (Fig. 39), posteriormente se procede a tajarla.



Figura 39 Terreno surcado y con colocación de semilla
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

La semilla se tapa haciendo uso de la yunta de caballos y un arado (Fig. 40).



Figura 40 Semilla tapada con yunta de caballos y arado
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

En terrenos de laderas, los surcos se realizan perpendicular a la pendiente con la finalidad de evitar el desgaste del suelo (Fig. 41).



Figura 41 Surcado de un terreno en ladera
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Los riegos del cultivo de papa podrían ser más eficientes para disminuir el uso de agua y el desgaste de los suelos (Fig. 42).



Figura 42 Riego con agua rodada
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

El agua para riego se ha visto disminuida en los últimos años, lo que ocasiona que los productores tengan que esperar más tiempo su turno para regar sus cultivos (Fig. 43).



Figura 43 Agua para riego de los cultivos
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Muchos productores llevan animales domésticos a los cultivos, sin tomar en cuenta que la defecación es una fuente de contaminación para su cultivo (Fig. 44).



Figura 44 Animales domésticos en los cultivos
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Los productores han empezado a adquirir maquinaria para hacer más eficientes los trabajos del cultivo de papa, como es el caso de las pulverizadoras de diferentes capacidades, las más comunes son de 400 y 600 litros y se utilizan para la aplicación de agroquímicos a los cultivos durante todo el ciclo productivo (Fig. 45).



Figura 45 Pulverizadora
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

También es muy común el uso de fumigadoras de motor con capacidad de 25 litros. En muchas ocasiones los trabajadores no utilizan ropa impermeable ni cubrebocas, se

sugiere utilizar todas las medidas de bioseguridad para evitar intoxicaciones por inhalación, ingesta, o absorción del producto por la piel (Fig. 46).



Figura 46 Aplicación de agroquímicos con bombas de motor.

En repetidas ocasiones se han observado los empaques de los agroquímicos tirados en los terrenos (Fig. 47).



Figura 47 Empaque de agroquímico abandonado en los caminos.

5.6 Lista de chequeo de BPA

Aunado a la revisión visual realizada se aprovechó la oportunidad de desarrollar una lista de chequeo más profunda que sirvió como guía para verificar si se llevan a cabo o no se realizan BPA durante la producción de papas de la localidad de Mesón Viejo, misma que se sustentó en 3 documentos que fueron:

- Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de papa (SENASA, 2020).
- Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas (Rizo *et al.*, 2019).
- Manejos, riesgos y buenas prácticas agrícolas (BPA) para la producción de papa en la Agricultura Familiar Campesina de la provincia de Ranco (Muñoz *et al.*, 2023).

Este material de apoyo se utilizó como base fundamental para desarrollar una lista de chequeo (Cuadro 3) que permitió identificar las BPA durante la producción de papa en la localidad de estudio.

Los aspectos que se consideraron para elaborar esta lista fueron: Antes de la siembra, obtención de semilla, manejo de la semilla, durante la siembra, manejo del cultivo, defoliación, cosecha, postcosecha, almacenamiento de semilla, salud seguridad y bienestar de los trabajadores, instalaciones y conservación del medio ambiente.

Este listado se realizó con el propósito de recolectar información que sirve como base para establecer un diagnóstico de las BPA del cultivo de papa, que se puede ahora usar en esta localidad y establecer sugerencias para que los productores mejoren sus labores.

Una vez evaluada cada área se sacan porcentajes, se gráfica y en función a ello se hacen recomendaciones sobre los puntos más importantes evaluados.

Cuadro 3 Formato de evaluación de BPA en la producción de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.

Buenas prácticas	Si se realiza	No se realiza
Antes de la siembra		
Análisis de suelo		
Aplicación de óxido de calcio		
Aplicación de carbonato de calcio		
Preparación del terreno un mes antes de la siembra		

Surcado con curvas a nivel		
Barreras vivas		
Obtención de semilla		
Compra de semilla certificada		
Selección de semilla		
Sembrar lotes exclusivos para obtener semilla		
Obtener semilla del mismo lote para comercialización		
Marcado de plantas para semilla dentro del lote		
Cosecha de plantas marcadas para semilla		
Selección de tubérculos por tamaño para semilla		
Desinfección de la semilla		
Manejo de la semilla		
Se respeta el periodo de dormancia antes del brote		
Seleccionar semilla por tamaño y brotes		
Desbrote de tubérculos con aplicación de fungicida 8 días antes de la siembra		
Utilización de germinadores de papa		
Corte de semillas grandes ya brotadas para dirigir el corte		
Dejar ambos trozos juntos para favorecer cicatrización		
Cicatrización de semillas cortadas al menos 7 días y aplicación de fungicida		
Romper latencia de semilla para iniciar brotación (exposición a la luz solar)		
Siembra		
Excavación del surco		
Aplicación de nematicida al fondo del surco		
Colocación de la semilla en el surco		
Aplicación de fungicida sobre la semilla en el surco		
Distancia entre surcos de 80 cm a 1 m dependiendo la temporada de siembra (sequía o lluvias).		
Distancia entre plantas de 20 a 40 cm dependiendo la humedad del suelo		
Profundidad de siembra de 10 a 20 cm		
Manejo del cultivo		
Subir la tierra al cuello de la planta de la papa		
Aplicación de herbicidas pre-emergencia y emergencia temprana		
Identificar plantas hospederas de plagas y eliminarlas		

Muestrear continuamente las plantaciones para identificar plagas y enfermedades		
Control químico de plagas y enfermedades		
Buena cobertura de aplicación de agroquímicos		
Utilización de fungicidas preventivos y buen programa de monitoreo		
Buen manejo de riegos		
Buena nutrición de la planta		
Limpieza de los alrededores del cultivo		
Buen control de malezas		
Deshierbe manual o mecánico		
Uso de herbicidas con todas las medidas de bioseguridad		
Buena humedad del suelo antes de aplicar herbicidas		
Utilizar sistema de cultivos asociados (papa y maíz)		
Defoliación		
Eliminar follaje de manera manual o química cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica		
Debe haber buena humedad para evitar traslocación del químico al tubérculo y decolorarlo		
Cosecha		
Cosechar de 15 a 21 días después de la defoliación		
Cosecha manual según la capacidad de recolección		
Colocar los sacos de papa en la sombra		
Desinfección de tubérculos destinados a semilla		
Utilizar máquina cosechadora		
Postcosecha		
Arar la tierra inmediatamente después de la cosecha para combatir plagas		
Rotación de cultivos que no sean de la misma familia		
Almacenamiento de semilla		
Almacenamiento de semillas en condiciones de sanidad y buen estado fisiológico: bodegas limpias, desinfección de pisos y paredes, libre de malezas y fauna nociva		
Seleccionar semilla por tamaño y buen estado fisiológico		
Asperjar semilla con solución fungicida y un insecticida		
Almacenar semilla ya que está seca		

Evitar estivas de más de 7 cajas		
Evitar estivas de más de 4 sacos		
Dejar calles entre estivas para ventilación		
Voltear semilla periódicamente		
Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores		
Buena higiene personal		
No ingerir bebidas o alimentos en las labores		
Mantener uñas cortas		
Lavado frecuente de manos con agua y jabón		
No fumar		
No escupir		
No traer animales domésticos al campo		
Uso adecuado de servicios higiénicos		
Instalaciones con lavamanos con agua potable y jabón		
Correcto lavado de manos		
En caso de heridas, curar y cubrir la lesión antes de continuar laborando		
Notificar cualquier malestar		
Contar con botiquín vigente a la mano		
Para manipular plaguicidas utilizar el equipo de protección adecuado: ropa impermeable, guantes, botas, mascarilla, lentes de protección, protectores auditivos		
Baño después de aplicar plaguicidas		
Instalaciones		
Almacén de agroquímicos en buenas condiciones, que protejan del clima, piso impermeable, buena ventilación, buena iluminación, bajo llave con una persona responsable del manejo y uso seguro de los productos		
Productos en sus envases originales con etiqueta legible		
Productos en anaqueles, nunca en contacto con el suelo		
En los anaqueles, los líquidos van debajo de los sólidos		
Conservación del medio ambiente		

Terrenos inclinados los surcos deben seguir las curvas de nivel o perpendicular a la pendiente con leve inclinación		
Recolección de residuos (bolsas, botellas, cartón papel) para ser depositados en un bote de basura		
Envases de agroquímicos deben ser tratados mediante el triple lavado, se almacenan y se entregan a un centro de acopio para su disposición		

5.7 Población de estudio

La lista de chequeo de BPA fue aplicada a los productores que accedieron a participar en el estudio, mismos que a continuación en el Cuadro 4 se mencionan junto con la superficie de siembra que se indica

Cuadro 4. Lista de productores de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México y superficie.

No.	Productor	Superficie (hectáreas)
1	Enrique Mejía	2
2	Gael Fabela	7
3	Samuel Arriaga	5
4	Jesús Cortez	2
5	Pablo Cortés	0.5
6	Enrique Gómez	0.5
7	Daniel Cortés	5
8	Araí Sánchez	0.5
9	Abisai Sánchez	1
10	Gustavo Reyes	5
11	Elías Valdez	2
12	Marcial Valdez	3
13	Oscar Arriaga	2
14	Rodrigo Valdez	5
15	Benjamín Ferrer	0.5
16	Miguel González	4
17	David Molina	4
18	Jair Bastida	1
19	Gregorio Domínguez	2.5

20	Mauricio Arriaga	4
----	------------------	---

Una vez aplicada la lista de chequeo a los productores indicados, se procedió a obtener porcentajes al respecto de cada actividad y las más importantes son presentadas y discutidas en el apartado de Resultados y Análisis de Resultados

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Derivado de la lista de chequeo aplicada a 20 productores de papa de Mesón Viejo, se obtuvieron los siguientes resultados como los más relevantes de muchos otros.

6.1 Suelo

En la Fig. 48 se presenta la respuesta que dieron sobre el análisis de suelo, en la que se observa que el 60% indicó que no se realiza.

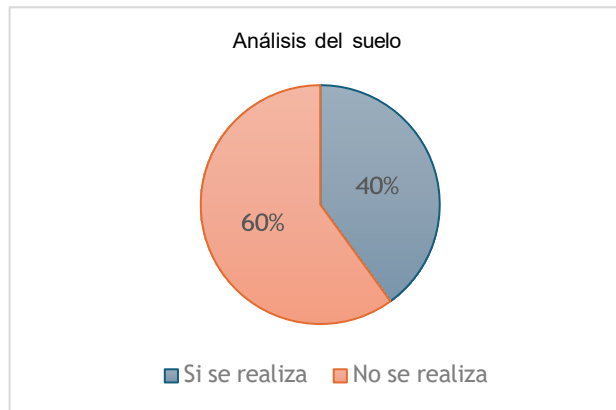



Figura 48 Análisis de suelo en Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México.

En la localidad de Mesón Viejo se determinó que más de la mitad de los productores no realizan análisis de suelo antes de comenzar a sembrar. Realizar un análisis de suelo es de mucha importancia, ayuda a conocer las características fisicoquímicas del suelo y verificar la disponibilidad de nutrientes que se encuentran en él para brindar un buen rendimiento de la producción, con el análisis de suelo se puede saber si los nutrientes están en cantidades adecuadas y determinar si hay que agregar o disminuir elementos para corregir los excesos o las deficiencias (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2004).

Los productores que no realizan el análisis de suelo refieren que tienen asistencia técnica de Ingenieros Agrónomos que les indican que aplicar a los terrenos antes de sembrar, lo que en la realidad es muy usual pero muchas veces perjudicial porque no se pueden tomar decisiones acertadas. No obstante, lo anterior, se realizó un análisis de suelo en uno de los productores que así lo permitió en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (Fig. 49). El resultado de dicho análisis se adjunta a continuación.

En relación con el pH, el resultado del análisis indica que el suelo es ligeramente alcalino, el pH ideal debe estar entre 5.8 y 6.5, encontrándose para el terreno de Mesón Viejo un valor de 7.29, que como se entiende es alcalino. Esta alcalinidad puede tener como consecuencia una deficiente asimilación de nutrientes u ocasionar problemas de clorosis (La Torre, 2012).

Anexo: Reporte de Resultados
 Facultad de Ciencias Agrícolas
 Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento
 Laboratorio de Suelos



Versión Vigente No. 01 Fecha: 10/07/2014

Solicitante: José Antonio Ubaldo Barrera Organización: N/A Técnico: José Antonio Ubaldo Barrera Productor: Daniel Cortés Gómez Predio: N/A Superficie: 1.5 ha Lugar: Mesón Viejo, Temascaltepec, México	No. Solicitud: 2022-1 Fecha de muestreo: 11 de enero de 2022 Recepción: 18 de enero de 2022 Fecha de reporte: 25 de enero de 2022 Profundidad muestreo: 5- 45 cm Cultivo: Papa Var. Orchestra
---	--

Propiedad	Unidad	Resultado	Clasificación	Óptimo
pH		7,29	Ligeramente alcalino	5,8 – 6,5
Capacidad de Intercambio Catiónico	Cmol/kg S	5,95	Bajo	30 – 45
Carbono orgánico	%	2,83	Bajo	11 – 20
Materia orgánica	%	4,87	Bajo	10,0 – 16,0
Conductividad eléctrica	dS/m	0,10	Normal	0 – 2
Nitrógeno total	%	0,31	Muy alto	0,16 – 0,25
Fósforo	ppm	31,13	Alto	16 – 30
Potasio	ppm	324,7	Muy alto	180 – 250
Relación carbono/nitrógeno	%	9,1	Buena	8 – 12
Calcio	ppm	932,6	Bajo	1000 - 1800
Magnesio	ppm	45,0	Bajo	120 - 220
Sodio	ppm	18,5	Muy bajo	30 – 60
Relación Ca/Mg	meq	12,43	Deficiente	5
Relación Mg/K	meq	0,45	Deficiente	3
Relación Ca/K	meq	5,60	Adecuado	< 30
Relación (Ca+Mg) /K	meq	6,05	Adecuado	< 40
Densidad aparente	g/cm ³	0,94	Bajo	N/A
Clase Textural	% arena	53,84	Franco arenoso	N/A
	% arcilla	16,16		
	% limo	30,00		


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
 DEL ESTADO DE MÉXICO

 M. en C.A.R.N. Isaías Valencia Becerra
 Responsable de Laboratorio
 FACULTAD DE
 CIENCIAS AGRICOLAS
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS EN FITOMEJORAMIENTO
 LABORATORIO
 DE SUELOS

Figura 49 Análisis de suelo de un productor de papa de Mesón Viejo, Temascaltepec.

Adicional al pH puede notarse que el nitrógeno y el fósforo se encuentran elevados, el nitrógeno contribuye al engrosamiento del tubérculo, pero en exceso puede retrasar la tuberización y exagerar el desarrollo de la planta; el fósforo mejora la calidad de los tubérculos y disminuye el ennegrecimiento interno, en exceso puede afectar la calidad del almidón (SEPHU, 2010). La papa necesita potasio para realizar el transporte de nutrientes e hidratos de carbono desde las hojas hasta los tubérculos, es por eso que desempeña un papel muy importante en el rendimiento del cultivo de papa (YARA, s.f.). Un exceso de potasio puede producir competencias iónicas con otras bases (Centro Internacional de la Papa, 2017). Adicional al análisis se entregó por parte del laboratorio una serie de recomendaciones, mismas que se adjuntan a continuación (Fig. 50).

RECOMENDACIONES.

- 1.**
El análisis de suelo ha arrojado niveles de NPK dentro de parámetros suficientes a elevados. Esto no significa que deba fertilizar en menor cantidad de lo habitual. Si bien se pueden realizar ajustes en los porcentajes de NPK, se sugiere que la fertilización debe darse de la forma acostumbrada únicamente ajustaremos los % de acuerdo al análisis.
- 2.**
El suelo requiere de materia orgánica, de acuerdo a la actividad rural el medio más práctico es la incorporación de estiércol de origen animal. Esto ayudará a mejorar la carga de materia orgánica y coadyuvará en la corrección del intercambio catiónico deficiente.
- 3.**
Se recomienda suspender el uso de cal agrícola por lo menos durante este ciclo de cultivo. El pH presenta una ligera alcalinidad, se sugiere que este aumento puede ser causado por el uso indiscriminado del propio. Si existe la necesidad de su uso se recomienda la aplicación de yeso o zeolita, esto ayudará en su caso a los niveles de pH, mejorar la retención de humedad, e incluso a mejorar la acción de algunos agroquímicos. El uso de cal debe estar limitado únicamente bajo la recomendación del análisis de suelo, además de nunca mezclar el fertilizante con la cal en ningún momento de la siembra.
- 4.**
A manera de coadyuvar y como un inicio para llevar los niveles del intercambio catiónico más cerca de lo óptimo, así como mejorar el pH; se sugiere la aplicación en banda de 40 kg de MICROMIX MEZFER CONCENTRADO solo o en mezcla con el fertilizante a aplicar. El mecanismo de acción de MICROMIX está determinado por su naturaleza mineral que es esencialmente un complejo arcilloso que no es sólo el vehículo de los nutrientes, sino también es el medio que permite el intercambio de los nutrientes retenidos en ella y las raíces de las plantas.

Ω.

- 12. Tierra.**
- 6. 18-46-00.**
- 2. Sulfato de Magnesio.**
- 4. Sulfato de Amonio (sal).**
- 4. Cloruro de Potasio (potasa).**
- 3. 16-16-16**
- 1. Azufre Agrícola**
- 1. MicroMix Mezfer Concentrado x Ha.**

Figura 50 Recomendaciones para el cultivo de papa.

El calcio y el magnesio se encuentran de manera deficiente también para el terreno en cuestión. El calcio favorece el desarrollo de la papa, se puede aplicar para aumentar el peso de las papas y evitar las rajaduras, mientras que una deficiencia severa de magnesio puede provocar la muerte de la planta (SEPHU, 2010).

En la Figura 51, se observa que el 55% de los encuestados no aplica cal.

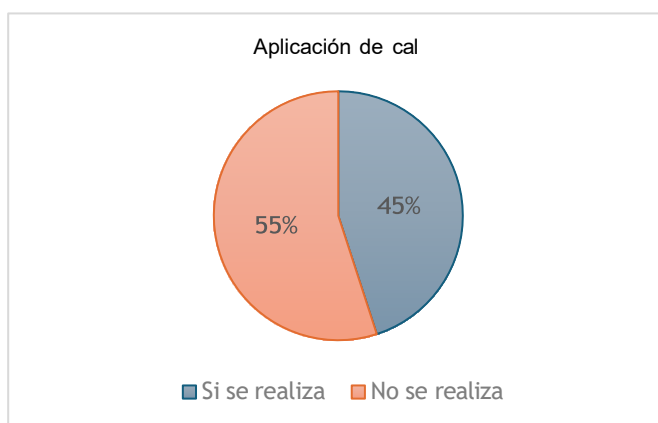


Figura 51 Aplicación de cal

La aplicación de cal a los suelos se realiza con la finalidad de tener un mejor aprovechamiento de los nutrientes disponibles en el suelo, así como también hacer más eficiente la acción de los fertilizantes y los herbicidas, una alta acidez impide que el suelo tenga buenos rendimientos, también ayuda a que los nutrientes estén disponibles y hace que algunos minerales sean menos tóxicos, así como también, aporta calcio al cultivo (Lazcano, (2025). Los productores mencionan que la aplicación de cal la realizan para fortalecer los nutrientes de la tierra y controlar plagas y enfermedades.

En la Figura 52 se observa la forma en que algunos productores realizan la aplicación de esta.



Figura 52 Aplicación de cal
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Sin embargo, más de la mitad de los productores no llevan a cabo esta práctica lo que es correcto ya que el análisis de suelo indicó que las tierras son alcalinas, por lo tanto, es adecuada su omisión.

6.2 Barreras vivas

Por otro lado, en relación con las barreras vivas, éstas son una buena opción para disminuir la erosión hídrica de los suelos, los arbustos ayudan a disminuir la velocidad de la escorrentía del agua en los terrenos en laderas (Fig. 53), también sirven para retener los sedimentos y mayor humedad en el suelo favoreciendo el crecimiento de las plantaciones (Ruiz, *et al.*, 2001).



Figura 53 Aprovechamiento de barreras vivas en laderas
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Contrario a esta premisa, el 75% de los habitantes de Mesón Viejo (Fig. 54) no usa barreras vivas.

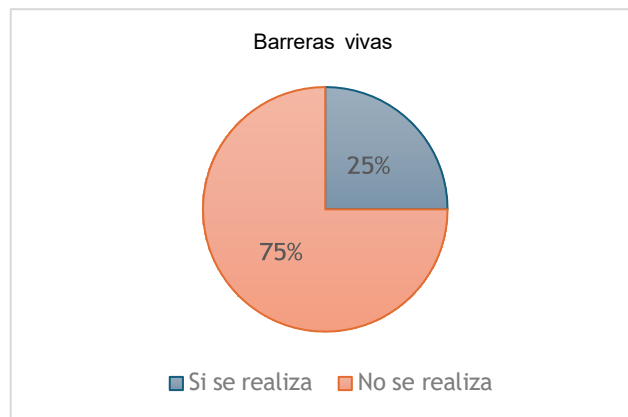


Figura 54 Uso de barreras vivas

En la localidad de estudio se observa que el 25% de los productores implementaron barreras vivas, esto puede ser porque solo ese pequeño porcentaje tiene terrenos en laderas, los demás tienen superficies planas. Además, algunos productores refieren que las barreras vivas favorecen la aparición de plagas como la palomilla (*Phthorimaea operculella Zelleren*) sus cultivos (Fig. 55).



Figura 55 Terreno sin barreras vivas
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Las barreras vivas deben estar compuestas por plantas que sean perennes o de rápido crecimiento, y que tengan las siguientes características, que sean Gramíneas como el zacate bermuda o kikuyo, leguminosas como trébol, alfalfa o frijol de cubeta o Arbustos: como mezquite o guaje. Estas especies deben adaptarse a las condiciones climáticas y del suelo local (CONACYT, 2021), deben colocarse perpendicularmente a las pendientes del terreno y deben ser sembradas en franjas con una distancia de entre 2 y 5 metros entre cada barrera y se intercalan con el cultivo de papa, creando un sistema de franjas (FAO, 2020). Finalmente, es fundamental mantener las barreras vivas mediante podas regulares para evitar que las plantas compitan en exceso con el cultivo de papa. Esto también permite que las barreras sigan ofreciendo protección contra la erosión sin ahogar los cultivos (INIFAP, 2022).

6.3 Lotes para semilla

Por otro lado, sembrar lotes exclusivos para producir semilla es una manera de asegurar la calidad de estas, siempre y cuando estén fuertes, sanas, con buen color, libres de plagas, las hojas deben tener un buen aspecto, asegurar que las papas tienen una edad uniforme y tamaños homogéneos. En la Fig. 56, se observa que solo el 25% de los productores produce lotes exclusivos para obtener semillas.

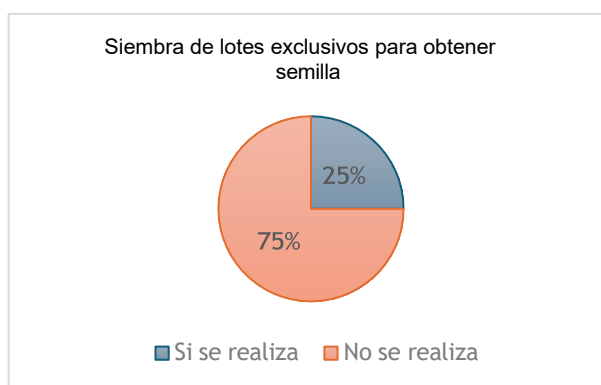


Figura 56 Siembra de lotes exclusivos para semilla

Los productores que realizan esta práctica deben tomar en cuenta que usar la misma semilla puede ir degenerando la planta, lo que repercute en el rendimiento del cultivo

(SENASA, 2020). Un bajo porcentaje de los productores de papa de la localidad de estudio refieren que si siembran lotes exclusivos para producir semilla porque lo realizan en tierras sanas que se encuentran libres de nemátodo. Estas están lejos de los terrenos más céntricos de la localidad, por lo general se encuentran en ladera (Fig. 57), en comparación con los que no siembran lotes para semilla sus terrenos se encuentran en una zona con alta incidencia de nemátodo en la zona central del pueblo, lo que ha resultado en un gran problema desde hace aproximadamente 10 años y no ha sido controlado.



Figura 57 Producción de semilla de papa en ladera, en Mesón Viejo, Temascaltepec
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Otra práctica que realizan algunos productores es el desbrote de tubérculos. Aproximadamente ocho días antes de la siembra, es común encontrar productores que realizan el desbrote de sus semillas. El desbrote en papa es una práctica agrícola que consiste en eliminar o cortar los brotes adicionales que crecen en las semillas de papa, con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos. Este proceso se realiza para controlar el crecimiento de las plantas y asegurar una producción más eficiente. Posteriormente al desbrote, se aplica un fungicida para cicatrizar y evitar infecciones, esto sirve para que la papa emerja de manera más uniforme pero más tarde, y también favorece la suberización del tubérculo (Rizo, *et al.*, 219). La suberización de la papa es el proceso por el cual la cáscara o piel del tubérculo de papa se endurece y se vuelve más resistente a la descomposición y al daño físico. Este proceso implica la formación de una capa de suberina, una sustancia cerosa y resistente, en la piel del

tubérculo. Los productores mencionan que el desbrote lo realizan dependiendo del tamaño de los brotes, si el brote ya está muy grande y todavía falta tiempo para sembrar, se realiza el desbrote (Fig. 57), pero si los brotes están chicos no se desbrotan para poder distinguir entre hembras y machos. En la Fig. 58 y 59 se observa que el 50% de la población realiza esta práctica.

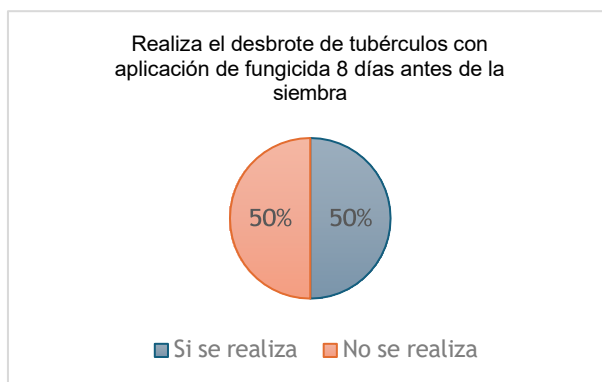


Figura 58 Porcentaje de desbrote de tubérculos en la zona de estudio.



Figura 59 Desbrote de tubérculos
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

En esta localidad de estudio, además, menos de la mitad de los productores realizan el corte de la semilla antes de la siembra (Fig. 60), esto se realiza cuando la semilla es muy grande o no hay suficiente semilla. Se debe realizar con utensilios desinfectados y con cuidado de no eliminar los brotes, el corte se direcciona dependiendo los brotes, se recomienda dejar los 2 trozos juntos para favorecer la cicatrización y posteriormente aplicar fungicida (SENASA, 2020). Por lo regular, los productores que cortan la semilla

lo hacen porque está muy grande, y el corte se direcciona dependiendo los brotes, generalmente solo se corta en dos.

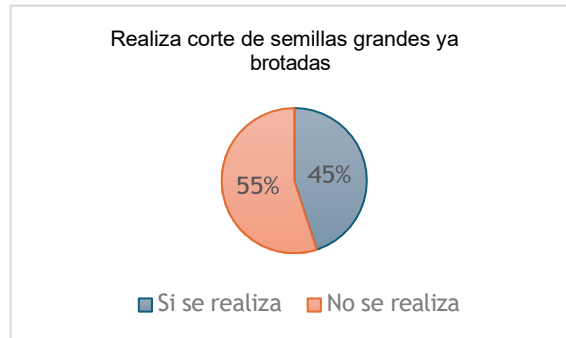


Figura 60 Porcentaje de personas que realizan corte de semillas brotadas

En relación a la latencia, la mayoría de los productores (65%) (Fig. 61) de papa de Mesón Viejo rompen la latencia de la semilla con la exposición al sol, esto con la finalidad de iniciar la brotación (Fig. 62), de lo contrario, si se siembra una semilla sin brotes, se pudre o no germina de manera uniforme disminuyendo el rendimiento de la producción, es importante evitar la exposición directa al sol, para realizar la siembra los brotes deben estar comenzando a nacer, si son largos no tendrán mucha fuerza (Rizo, *et al.*, 2019).

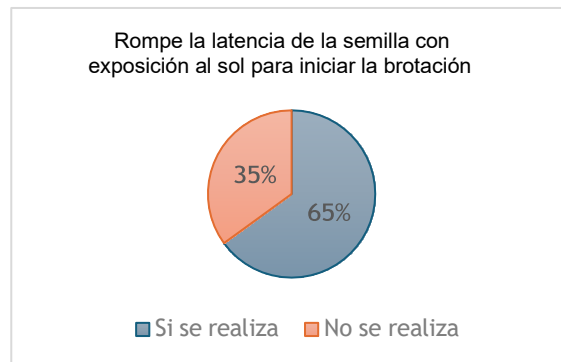


Figura 61 Porcentaje de productores que rompen latencia al sol.



Figura 62 Papas con botes listas para siembra
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

6.4 Control de malezas

Por otro lado, el control de malezas se debe realizar debido a que la fertilización del cultivo favorece el crecimiento de malezas, la papa es muy sensible a la competencia por los nutrientes, ocasionando un bajo rendimiento en la producción (Labrada, *et al.*, 1996). Por lo general esta práctica siempre se realiza en la localidad de estudio (Fig. 63), el 15% (Fig. 64) que se observa en la gráfica que no lo realiza argumenta que es nuevo en la agricultura y aún tiene cosas por aprender, pero de ahora en adelante lo tomará en cuenta.

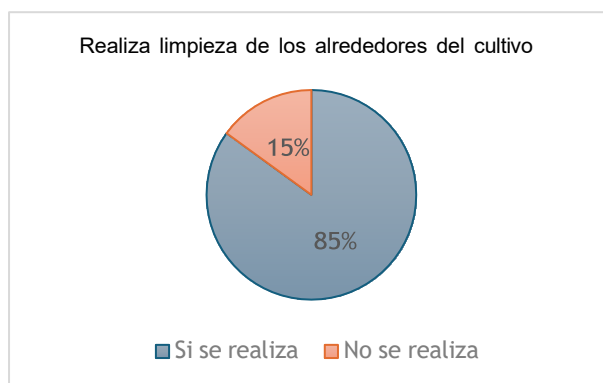


Figura 63 Porcentaje de personas que realizan limpieza de malezas.



Figura 64 Cultivo libre de malezas en su interior y alrededores
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Las medidas de protección personal al momento de aplicar agroquímicos son de gran importancia, ya que existen muchas vías de entrada al organismo y se debe tener especial cuidado para evitar estar en contacto con estos químicos, los cuales pueden ingresar por vía digestiva, respiratoria, dérmica y parenteral (por medio de lesiones en la piel) (Instituto de Bioseguridad y Salud Laboral, 2008) (Fig. 65).



Figura 65 Uso de medidas de protección personal

Más de la mitad de los productores de papa refieren que si utilizan todas las medidas de protección personal al momento de aplicar agroquímicos, sin embargo, lo que se observa en esta localidad es que lo más que utilizan son botas de hule y cubrebocas, las personas no se colocan ropa impermeable, gafas de protección o guantes, lo que probablemente está sucediendo es una falta de información acerca de cuáles son las vías de entrada de los químicos y cuáles son las medidas de protección adecuadas y completas para una correcta prevención de intoxicaciones, ya que los productores creen que las vías de entrada solo son digestiva y respiratoria (Fig. 66).



Figura 66 Aplicación de químicos sin las medidas de bioseguridad completas
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

Adicional a esto, antes de aplicar herbicidas quemantes es importante verificar que el suelo tenga una buena humedad, de esta forma se evita la traslocación del químico al tubérculo, ya que puede dañarlo y causarle decoloraciones, a su vez, es importante utilizar las dosis adecuadas y no aplicar con suelos secos y en condiciones calurosas (Rizo, *et al.*, 2019). La mayoría de los productores conocen los efectos que tiene la traslocación del herbicida en la papa (Fig. 67), así que procuran realizar un buen riego antes de aplicar el herbicida (Fig. 68).

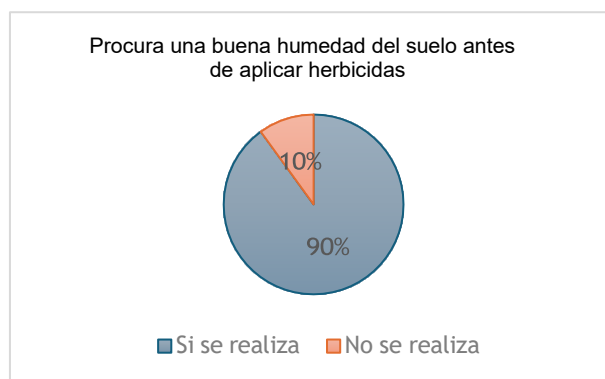


Figura 67 Porcentaje de aplicación de riego antes de poner herbicidas



Figura 68 Riego de cultivo antes de aplicar agroquímicos.
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

La desinfección de los tubérculos destinados para semilla se realiza con la finalidad de protegerlos contra los hongos, en especial *Fusarium*, o también de insectos; para llevar a cabo esta práctica se utiliza un fungicida+insecticida y posteriormente almacenarlas cuando ya estén bien secas (Rizo, *et al.*, 219). El 20% de los productores argumenta que no realiza esta práctica debido a que son nuevos en la agricultura y aún hay cosas que desconocen acerca del cultivo de las papas.

Por otro lado, arar la tierra tiene beneficios como el control de plagas por medio de la exposición a los rayos del sol, de esta manera se pueden eliminar hongos, bacterias, nemátodos y malezas, esto sucede por la acción de aumentos y descensos de temperatura, así como por la interrupción de los ciclos de vida y la solarización de los huevecillos y las larvas que se encuentren en los suelos (Jiménez, 2009). El 25% de los productores de papa de Mesón Viejo no acostumbra a arar la tierra después de cosechar (Fig. 69), algunos argumentan que desconocían la importancia de realizarlo, otros porque simplemente su método de siembra no incluye realizar esta práctica.

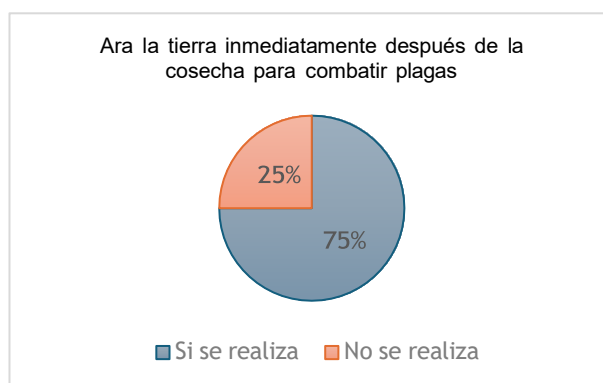


Figura 69 Porcentaje de personas que aran la tierra después de la cosecha.

La rotación de cultivos es muy efectiva para el control de plagas y malezas, se debe realizar con cultivos de diferente familia, también ayuda a retener la humedad del suelo y aprovechamiento de otros nutrientes que se encuentran en el suelo y que la papa no utiliza, también ayuda a controlar la escorrentía y por lo tanto disminuye el desgaste de los suelos (Añez, *et al.*, 1983). Las rotaciones que se utilizan comúnmente son habas, chícharos, avena y maíz (SENASA, 2020) (Fig. 70 y Fig. 71). La razón por la cual dos productores no realizan rotación de cultivos es porque siembran papas tanto de temporal, como de riego, por lo tanto, no dan oportunidad de cambiar de cultivo en sus tierras.

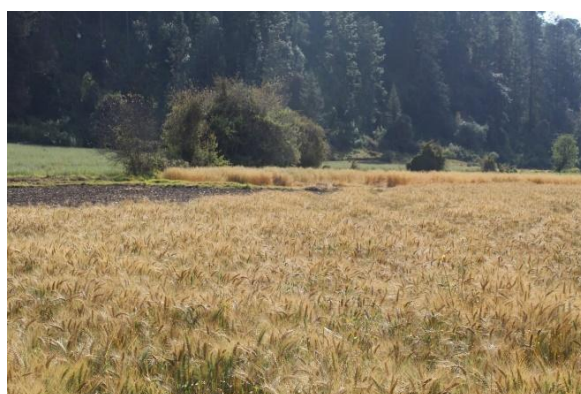


Figura 70 Cultivo de trigo después de la cosecha de papa.
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya



Figura 71 Terrenos sembrados de avena posterior a la cosecha de papa.

Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

6.5 Almacén

Las papas se deben almacenar en condiciones de sanidad, esto se puede lograr con la limpieza y desinfección de las bodegas, utilizando cloro al 5% o formalina al 2% para limpiar pisos y paredes, de igual forma los alrededores de las instalaciones de almacenamiento deben encontrarse en buenas condiciones, es decir, evitar malezas y fauna nociva que pueda fungir como vector de enfermedades que afecten al tubérculo (Rizo, *et al.*, 2019).

Sin embargo, el 25% de los productores no toman en cuenta estas recomendaciones, ya que no siempre se cuenta con instalaciones adecuadas para almacenaje y simplemente las colocan en galeras, en donde están expuestas al clima, aire, fauna o no cuentan con pisos y paredes que puedan ser desinfectados de manera adecuada (Fig. 72).

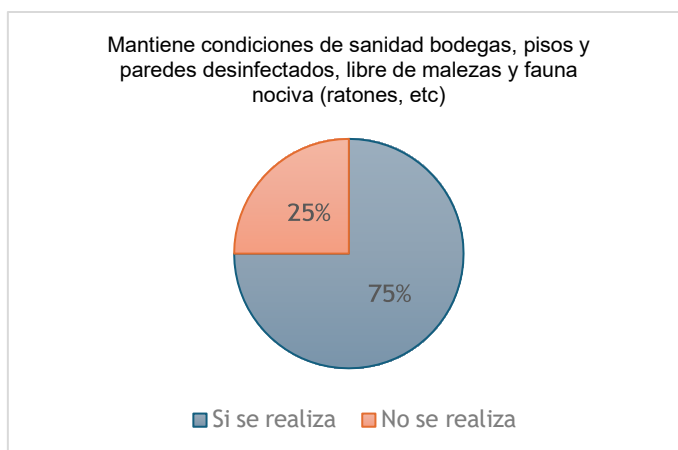


Figura 72 Porcentaje de personas que mantienen condiciones sanitarias en sus instalaciones.

6.6 Personal que labora en la zona de estudio

Al momento de ingerir alimentos se debe destinar un área para tal fin, en donde los trabajadores cuenten con un lavamanos con agua limpia y jabón para realizar un correcto lavado de manos antes de comer (SENASA, 2020).

Esto se sugiere con la finalidad de evitar problemas de salud, ya que en muchas ocasiones los trabajos involucran la manipulación de agroquímicos y fertilizantes que pueden ser ingeridos junto con los alimentos y bebidas (Fig. 73 y Fig. 74), en esta localidad es muy común encontrar personas comiendo en los terrenos, sobre todo en tiempo de siembra y cosecha, ya que se hace un descanso alrededor de las 10 am para ofrecer alimentos a los trabajadores, lo más común es ofrecer los alimentos a los trabajadores en la orilla del terreno, si pueden, se lavan las manos en el río, con o sin jabón, en otras ocasiones se transporta el agua en garrafrones para el lavado de manos antes de la ingesta de alimentos.

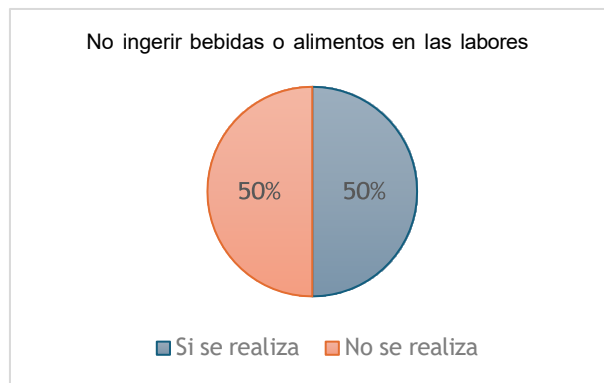


Figura 73 Porcentaje de personas que ingieren alimentos o bebidas en las labores



Figura 74 Porcentaje de personas que fuman durante las de las labores

En esta localidad se observa que más de la mitad de los agricultores acostumbra a fumar mientras realiza sus labores agrícolas, se recomienda no realizarlo debido a que, al tener

contacto con la boca, muy fácilmente se puede ingerir algún agroquímico o fertilizante que pueda ser nocivo para la salud de los trabajadores, también es común que al terminar el cigarrillo desechen las colillas inmediatamente sin importar el lugar, contaminando el medio ambiente.

De manera frecuente se observan animales domésticos en los cultivos, sobre todo perros, los cuales entran a los terrenos puesto que muchos no están cercados, esta situación puede contaminar los cultivos debido a que estos animales defecan y transitan libremente por los cultivos transportando plagas y enfermedades de otros terrenos (Fig. 75, 76 y 76).

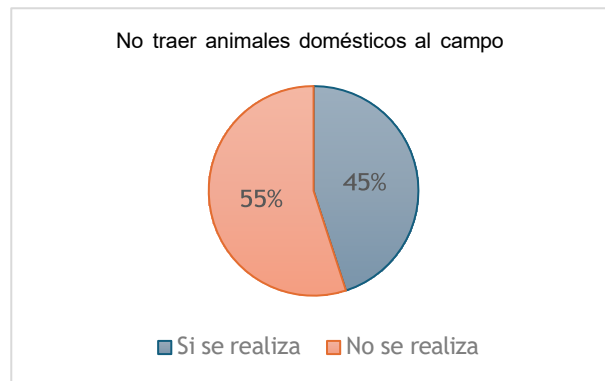


Figura 75 Porcentaje de personas que permiten animales en sus zonas de cultivo



Figura 76 Animales domésticos dentro del cultivo de avena.
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya



Figura 77 Perros en cultivo de papas.
Fuente: MVZ. Daniela Leticia Cortés Amaya

6.7 Instalaciones

Afortunadamente más de la mitad de los productores (Fig. 78) cuenta con instalaciones para que los trabajadores puedan tener una correcta higiene durante sus jornadas de trabajo, esto es importante porque así pueden retirar la suciedad, pero sobre todo, los químicos y fertilizantes que se manipulan y aplican durante el horario laboral, disminuyendo los problemas de salud de los trabajadores durante el ciclo productivo de la papa.

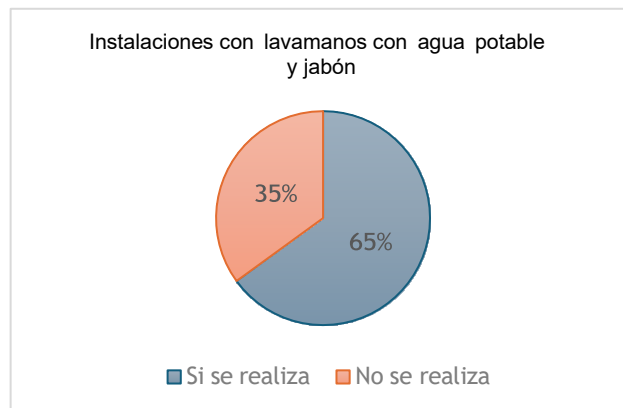


Figura 78 Porcentaje de personas que cuenta con instalaciones con lavamanos con agua potable y jabón

Existe un porcentaje de productores que no realizan un correcto lavado de manos (Fig. 79), esto se debe a que muchas veces las instalaciones no son las adecuadas y no siempre hay un lavamanos disponible y en condiciones para realizar el correcto lavado de manos, en ocasiones en el campo se lavan las manos en el río de donde se obtiene el agua de riego y pocas veces tienen jabón para realizar un correcto lavado.

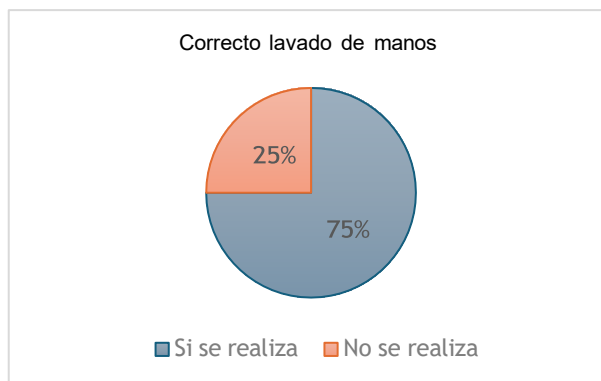


Figura 79 Porcentaje de personas que realiza un correcto lavado de manos

Es preocupante que la mitad de los productores no toman en cuenta algo tan básico (Fig. 80) y fácil de llevar a cabo, tener un botiquín es muy importante, ya sea para lavar y desinfectar una herida o taparla mientras se recibe la atención médica y evitar un mayor problema, en Mesón Viejo no se implementa esta medida porque afortunadamente este tipo de problemas no son muy frecuentes, los agricultores argumentan que “*nunca ha pasado nada malo*”, en vez de prevenir para evitar que pase, o porque no se tiene la costumbre de contar con estas medidas.

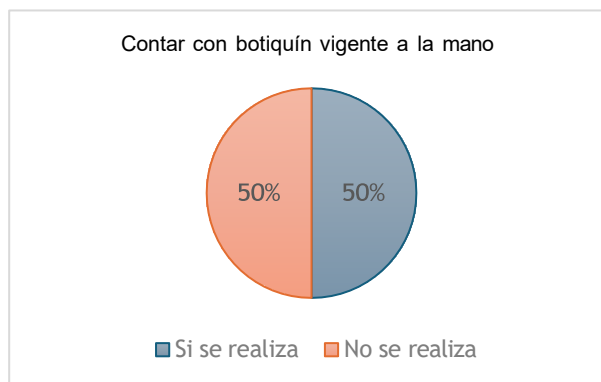


Figura 80 Porcentaje de personas que cuentan con botiquín

6.8 Equipo de protección

Durante la manipulación y aplicación de plaguicidas es necesario utilizar equipo de protección personal, el cual se especifica en las etiquetas de los productos, por lo general se recomienda el uso de mascarilla, guantes, botas de hule, camisas de manga larga, gafas de protección, a modo de que todas las partes del cuerpo estén cubiertas para evitar el contacto con los químicos, debe ser impermeable y de uso personal para evitar contaminación cruzada (SENASICA, 2019). Se observa que en esta localidad la mitad de los productores se preocupa por utilizar las medidas correspondientes, sin embargo, el otro 50% expresa que por comodidad prefieren solo usar mascarilla y botas (Fig. 81), ya que muchas veces las altas temperaturas y la ropa impermeable los hacen sentir más agotados al momento de realizar esta actividad.

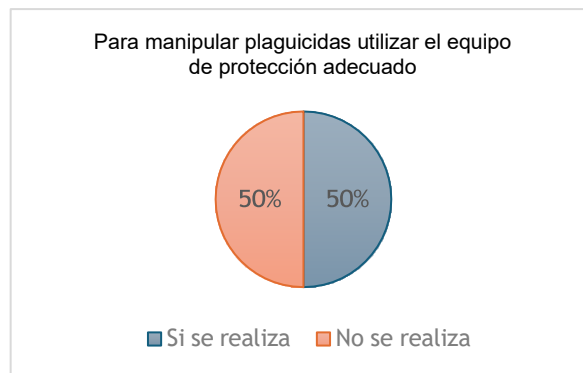


Figura 81 Porcentaje de personas usan equipo de producción adecuado

Es importante que los productos no estén a la intemperie, expuestos a las condiciones medioambientales, también es importante organizarlos en anaqueles para evitar que tengan contacto con el suelo, todo esto se debe llevar a cabo en una bodega bajo llave en donde se asigne una persona responsable del manejo de estos químicos (SENASICA, 2020).

En Mesón Viejo los agricultores (Fig. 82) tratan de tener una bodega en buenas condiciones para el almacenamiento de estos productos, sin embargo, aún existen productores que no procuran tanto esta parte, ya que no cuentan con espacio suficiente

para almacenarlos en anaqueles de manera organizada o simplemente no lo acostumbran así.

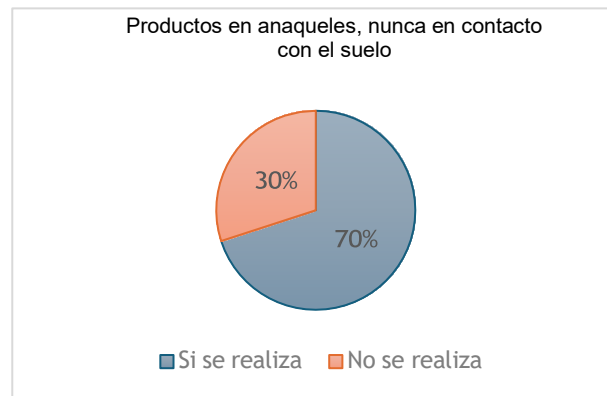


Figura 82 Porcentaje de personas que manejan plaguicidas en anaqueles

6.9 Manejo de residuos plásticos

Finalmente, es muy común encontrar empaques de agroquímicos tirados en las calles (Fig. 83), un alto porcentaje de los productores no los recolecta para llevarlos a un centro de acopio para su disposición, algunos los desechan como basura convencional, otros los queman, y otros los dejan tirados en los terrenos, esto es preocupante porque son una fuente de contaminación al medio ambiente, es por eso que se aconseja utilizar el método del triple lavado, el cual consiste en enjuagar el envase 3 veces para asegurarse de que no queden restos en el empaque y recolectarlos para trasladarlos a un organismo competente que pueda disponer de ellos (SENASICA, 2020).

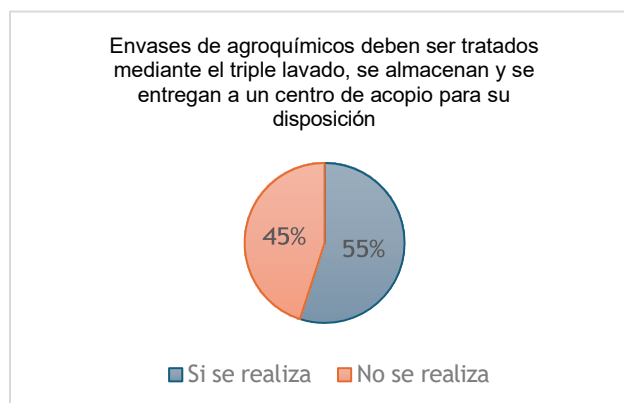


Figura 83 Porcentaje de personas que hacen un adecuado manejo de los envases

VII. DISCUSIÓN GENERAL

La producción agrícola en México es un pilar fundamental para la economía y el bienestar social del país, ya que es una fuente de sustento para miles de familias. En particular, la papa es un cultivo esencial en muchas regiones del país, y su producción local tiene un alto potencial de crecimiento. El municipio de Temascaltepec, en el Estado de México, es un ejemplo de una región con una notable actividad agrícola, donde la papa se cultiva en diversas comunidades, como Mesón Viejo. Sin embargo, la transición hacia un modelo agrícola más sostenible y eficiente es crucial para asegurar la calidad del producto, la rentabilidad de los productores y la protección del medio ambiente. Para ello, la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se presenta como una estrategia clave.

Las BPA se definen como un conjunto de principios y normas que buscan optimizar los procesos agrícolas, garantizando la salud del medio ambiente, la seguridad y bienestar de los trabajadores y la calidad de los productos. En el caso de Mesón Viejo, la adopción de estas prácticas es fundamental para mejorar la producción de papa, especialmente considerando los desafíos relacionados con el cambio climático, la escasez de recursos y la creciente demanda de alimentos más seguros y sostenibles. Evaluar las prácticas agrícolas actuales y promover la implementación de BPA en la región no solo aumentaría la productividad y calidad del cultivo, sino que también permitiría a los productores adaptarse a las necesidades del mercado y a las demandas de los consumidores en términos de alimentos más saludables.

Uno de los primeros aspectos a considerar es el uso de análisis de suelo. Este diagnóstico es esencial para entender las condiciones químicas y físicas del terreno, así como la disponibilidad de nutrientes necesarios para un buen rendimiento de la papa. Sin embargo, en Mesón Viejo más de la mitad de los productores no realizan este análisis, lo que limita la capacidad de tomar decisiones acertadas en cuanto a la fertilización y el manejo adecuado de los suelos. Aunque muchos agricultores confían en la asesoría técnica de los Ingenieros Agrónomos, el análisis de suelo es una herramienta

fundamental para evitar la aplicación excesiva o insuficiente de insumos y para prevenir problemas como la deficiencia o exceso de nutrientes que afectan la calidad del producto

Otro aspecto relevante es el uso de cal en los suelos. Aunque el análisis de suelo muestra que los terrenos de Mesón Viejo son ligeramente alcalinos, el 55% de los productores no realiza la aplicación de cal. La cal es una herramienta importante para ajustar la acidez del suelo y mejorar la disponibilidad de nutrientes, y en este caso, su aplicación podría ser beneficiosa, dado que los niveles de pH elevados dificultan la asimilación de ciertos nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de la papa. Sin embargo, es necesario realizar un análisis adecuado para determinar si su aplicación es realmente necesaria, ya que un uso excesivo también podría generar desequilibrios en el suelo.

Por otro lado, las barreras vivas, que son una estrategia eficiente para reducir la erosión y mejorar la retención de humedad en los suelos, aún no son adoptadas por la mayoría de los productores en Mesón Viejo. Aunque algunos productores en áreas de laderas ya implementan esta técnica, la mayoría aún no ve la utilidad de estas barreras, lo que limita los beneficios ecológicos que pueden ofrecer. La correcta implementación de barreras vivas no solo reduciría la erosión, sino que también podría mejorar la biodiversidad del terreno, optimizar la retención de agua y disminuir la competencia de las malas hierbas.

En cuanto al manejo de la semilla de papa, la producción de lotes exclusivos para la semilla es una práctica que solo el 25% de los productores lleva a cabo. El uso de semilla sana y libre de plagas es crucial para garantizar una cosecha de alta calidad. Sin embargo, los productores que no adoptan esta práctica podrían estar contribuyendo al deterioro genético de las plantas, lo que afecta negativamente el rendimiento y la calidad del cultivo. Además, el control de malezas es fundamental, ya que la competencia por nutrientes entre la papa y las malezas puede disminuir significativamente el rendimiento del cultivo. Afortunadamente, la mayoría de los productores realiza esta tarea, lo que demuestra una conciencia creciente sobre la importancia de mantener el cultivo libre de competidores indeseables.

La aplicación de agroquímicos, aunque necesaria para el control de plagas y enfermedades, presenta serios riesgos para la salud de los trabajadores y la seguridad alimentaria si no se manejan adecuadamente. Si bien más de la mitad de los productores afirman usar las medidas de protección personal, muchos no cuentan con los equipos adecuados para minimizar la exposición a estos productos tóxicos. La falta de capacitación sobre las vías de entrada de los agroquímicos y la importancia de un equipo de protección adecuado pone en riesgo tanto la salud de los agricultores como la seguridad de los consumidores. Es fundamental que los productores reciban formación sobre el manejo seguro de estos productos, así como sobre las alternativas menos dañinas para el medio ambiente.

Finalmente, el manejo de los residuos de agroquímicos es una de las áreas que más preocupa. El hecho de que muchos productores desechen los envases de agroquímicos de manera inapropiada, como arrojándolos a la basura o dejándolos en los terrenos, representa una amenaza grave para el medio ambiente. El uso del triple lavado para los envases y su disposición correcta es una práctica que debe ser implementada para evitar la contaminación del suelo y el agua.

En conclusión, mejorar las prácticas agrícolas en Mesón Viejo, y en general en las regiones productoras de papa en México, es fundamental para garantizar la sostenibilidad, la calidad de los cultivos y el bienestar de los productores. La adopción de Buenas Prácticas Agrícolas no solo beneficiará a los agricultores, sino que también contribuirá a la preservación de los recursos naturales y a la producción de alimentos más seguros y saludables para la sociedad. Es necesario continuar promoviendo la capacitación, el acceso a tecnología adecuada y la implementación de políticas públicas que respalden estas prácticas, a fin de lograr un modelo agrícola más eficiente y sostenible a largo plazo.

VIII. CONCLUSIONES

La producción agrícola en México, especialmente la de la papa, desempeña un papel crucial en la economía y en el sustento de miles de familias. El municipio de Temascaltepec, con comunidades como Mesón Viejo, es un claro ejemplo del potencial agrícola de la región, aunque enfrenta retos significativos en términos de sostenibilidad y eficiencia. La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) es esencial para mejorar tanto la productividad como la calidad del cultivo, al tiempo que se protege el medio ambiente y se asegura la salud y seguridad de los trabajadores.

En particular, prácticas como el análisis de suelo, la correcta aplicación de cal, el uso de barreras vivas y el manejo adecuado de la semilla de papa son fundamentales para optimizar el rendimiento de los cultivos y adaptarse a los desafíos del cambio climático y la demanda de alimentos sostenibles. Sin embargo, persisten áreas de mejora, como la gestión de agroquímicos y la disposición adecuada de residuos, que requieren una mayor concienciación y capacitación por parte de los productores.

La transición hacia un modelo agrícola más sostenible no solo beneficiará a los agricultores, sino que también contribuirá a la preservación de los recursos naturales y a la oferta de alimentos más saludables para la sociedad. Para lograrlo, es necesario fortalecer el apoyo a los productores mediante políticas públicas que promuevan la capacitación, el acceso a tecnología adecuada y la implementación de prácticas agrícolas más responsables. De esta manera, México podrá avanzar hacia una agricultura más eficiente y sostenible, asegurando un futuro próspero para las generaciones venideras.

IX. SUGERENCIAS

1. Promover el análisis de suelo mediante campañas de sensibilización y jornadas técnicas subsidiadas o gratuitas. Dado que una proporción significativa de los productores no realiza análisis de suelo, esta medida permitirá optimizar la fertilización, mejorar la toma de decisiones agronómicas y aumentar la eficiencia en el uso de insumos. Se espera una reducción de costos, así como un incremento en el rendimiento del cultivo.
2. Desarrollar talleres técnicos sobre la aplicación adecuada de cal en función del pH del suelo. Más del 50% de los productores no aplica cal, lo que puede limitar la disponibilidad de nutrientes esenciales. Capacitar sobre su uso racional permitirá corregir desequilibrios nutricionales en suelos alcalinos y mejorar la absorción de nutrientes por parte de los cultivos.
3. Implementar demostraciones en campo sobre la construcción y manejo de barreras vivas. A pesar de su efectividad para controlar la erosión, la mayoría de los agricultores no adopta esta técnica. Su promoción contribuirá a la conservación del suelo, mejora en la retención de humedad y fortalecimiento de la biodiversidad en los sistemas productivos.
4. Impulsar la creación de bancos comunitarios de semilla y fomentar la producción de semilla sana entre los productores. Actualmente, solo el 25% de los agricultores produce su propia semilla, lo cual puede afectar negativamente el rendimiento y la sanidad del cultivo. Esta estrategia permitirá conservar la calidad genética, reducir la incidencia de enfermedades y aumentar la productividad.
5. Diseñar programas de capacitación sobre el uso seguro de agroquímicos y distribuir kits de protección personal a bajo costo. La falta de equipo de protección adecuado representa un riesgo importante para la salud de los trabajadores y la inocuidad del producto. Esta medida reducirá la exposición a sustancias tóxicas y favorecerá el cumplimiento de normativas de seguridad alimentaria.
6. Instalar contenedores oficiales para la disposición de envases vacíos de agroquímicos y establecer convenios con empresas recolectoras autorizadas. El manejo inadecuado de estos residuos representa una amenaza ambiental considerable. La implementación de puntos de acopio y la aplicación del procedimiento de triple lavado contribuirán a prevenir la contaminación del suelo y del agua, y mejorarán la imagen del producto ante el consumidor.

7. Fortalecer la asistencia técnica mediante asesoría agronómica continua con enfoque en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Aunque existe confianza en los profesionales del sector, se requiere una implementación más sistemática de las recomendaciones técnicas. Esto permitirá una toma de decisiones más informada, mayor eficiencia productiva y mejor adaptación al cambio climático.
8. Fomentar la organización de los productores mediante la creación de cooperativas o asociaciones. La cooperación facilita el acceso a insumos, capacitación técnica y mercados especializados. Además, mejora el poder de negociación, reduce costos y posibilita la obtención de certificaciones que aumenten el valor agregado del producto.
9. Gestionar programas de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), con respaldo institucional. La certificación garantiza la inocuidad, sostenibilidad y trazabilidad del producto, aspectos cada vez más valorados por los mercados nacionales e internacionales. Esto permitirá a los productores acceder a nuevos nichos comerciales, obtener mejores precios de venta y posicionarse como referentes en producción responsable.
10. Impulsar proyectos gubernamentales o municipales enfocados en el desarrollo agrícola de Mesón Viejo. El respaldo institucional es clave para lograr una transformación sostenible. La implementación de programas que contemplen financiamiento, acceso a tecnología, infraestructura y formación continua fortalecerá la capacidad productiva de la comunidad y mejorará su resiliencia a largo plazo.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, D. & Pérez, A. (2014). Efectos del aporque sobre el desarrollo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en suelos arenosos. Boletín de Investigación Agrícola, 45(2), 111-118.
2. Aguilar, J. y López, L. (1992). Corrección de suelos alcalinos mediante la aplicación de azufre. Centro de investigaciones científicas y tecnológicas del aguacate en el Estado de México. Obtenido de: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/26/005/26005556.pdf#page=33
3. Álvarez, M. (2002). *El cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en México y el estudio de la costra negra (Rhizoctonia solani kühn)*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Obtenida de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1211/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20PAPA%20%28Solanum%20tuberosum%20L.%29%20EN%20MEXICO%20Y%20EL%20ESTUDIO%20DE%20LA%20COSTRA%20NEGRA%20%28Rhizoctonia%20solani%20Kuhn.%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Añez, B., & Tavira, E. (1983). La rotación de cultivos y los rendimientos de papa, en suelos infestados con nemátodo dorado. Revista de la Facultad de Agronomía, 733-740.
5. Barona, D., Mateus, J., y Montes de Oca, F. (2015). La planta de papa: ecofisiología y nutrición mineral. Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú, 109-130.
6. Barrera, L., & Medina, L. (2002). Efecto del aporque sobre el rendimiento y la calidad de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de riego. Revista Chilena de Ciencias Agrícolas, 23(1), 29-35.
7. Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas. (2024, agosto 04). Estudio del desarrollo del sistema radicular y su adaptación al suelo y condiciones ambientales. Obtenido del INIA: [https://www.inia.es/investigacion/vegetal/Biotecnolog%C3%ADa%20y%20Gen%](https://www.inia.es/investigacion/vegetal/Biotecnolog%C3%ADa%20y%20Gen%20)

C3%B3mica/Estudio%20del%20desarrollo%20del%20sistema%20radicular%20y%20su%20adaptaci%C3%B3n%20al%20suelo%20y%20condiciones%20ambientales/Pages/Home.aspx#

8. CONPAPA. (2017, Junio 12). *Formas de consumo*. Retrieved from Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana: <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/3-formas-de-consumo>
9. Coraspe, H. M., Montero, F., Alvarado, C., & Ortega, E. (2002). Necesidad de desinfectar la semilla cortada de papa en la zona alta del estado Trujillo. *Bioagro*, 14(3), 183- 187.
10. Díaz, C. y Rodríguez, F. (2021). Detección de factores de riesgo en un cultivo de papa a partir de mapas especiales de calor de las variables pH y humedad sensadas a lo largo del terreno. Universidad Antonio Nariño. Obtenido de: <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/d5a161ca-0269-46b2-8705-9dcd8368ffa6/content>
11. Díaz, G., Hernández, T. y Cabello, R. (2004). La rotación de cultivos, un camino a la sostenibilidad de la producción arrocera. *Redalyc*. Pp 19-44. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217916004.pdf>
12. FAO (2017). Guía para el almacenamiento de papas: Normas internacionales de calidad y conservación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
13. FAO (2019). Cultivo de papa: Guía técnica para la producción sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
14. FAO (2019). Guía técnica para el manejo de plagas en cultivos agrícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
15. FAO (2019). Guía técnica para el uso seguro de plaguicidas en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
16. FAO (2019). Guía técnica sobre la fertilización orgánica y su impacto en la agricultura sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
17. FAO, "Manejo de Suelos y Conservación", 2020.

18. Flores Gallardo, H., Sifuentes Ibarra, E., & Ojeda Bustamante, W. (2007). Pronóstico del riego en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo un modelo basado en el concepto grados día ($^{\circ}\text{D}$). *Research Gate*, 23-30.
19. Flores, R., Marín, M., Sotelo, E. & Flores, F. (2024). Altura de la planta y rendimiento de la variedad de papa Fianna en respuesta a la aplicación de cloruro de Mepiquat en invernadero. *Revista Fitotec*, 261-268.
20. García, M. (1983). Método de "Mínimos cuadrados" en la nivelación de terrenos agrícolas [Tesis de Licenciatura, Universidad de Sonora]. CRIS-UNISON Sistema de Gestión de la Investigación. Obtenido de: <file:///C:/Users/danis/Downloads/garciagutierrezmariofernandol.pdf>
21. González, J. & Rodríguez, M. (2016). Manejo Integrado de Plagas en la Papa: Estrategias y Tecnologías de Control Biológico. Universidad Autónoma de Chapingo
22. INEGI. (2021, Enero 25). Censo de Población y vivienda 2020. Obtenido de: INEGI: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#datos_abiertos
23. INIFAP, "Prácticas de Manejo Ecológico en Papas", 2022.
24. Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2024, Agosto 04). Biblioteca digital INIA. Obtenido de: INIA Carrillanca: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/1009be55-01c2-4209-9d1f-086ead54f25a/content>
25. Instituto de Bioseguridad y Salud Laboral. (2008). Medidas preventivas en el manejo de plaguicidas. [Ficha divulgativa]. [https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=33808-34plaguicidas_Gabriel.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=33808&RASTRO=c722\\$m3505,3616#:~:text=Las%20acciones%20b%C3%A1sicas%20a%20realizar%20son%3A&text=Usar%20ropa%20protectora%2C%20pantalla%20facial,en%20la%20ficha%20de%20seguridad.&text=Todos%20los%20equipos%20de%20protecci%C3%B3n,del%20pictograma%20de%20riesgo%20qu%C3%ADmico](https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=33808-34plaguicidas_Gabriel.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=33808&RASTRO=c722$m3505,3616#:~:text=Las%20acciones%20b%C3%A1sicas%20a%20realizar%20son%3A&text=Usar%20ropa%20protectora%2C%20pantalla%20facial,en%20la%20ficha%20de%20seguridad.&text=Todos%20los%20equipos%20de%20protecci%C3%B3n,del%20pictograma%20de%20riesgo%20qu%C3%ADmico)
26. Jiménez, E., (2009). Métodos de control de plagas. Managua: Universidad Nacional Agraria. Obtenido de: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>

27. Labrada, R., Caseley, J., Parker, C. (1996). Manejo de malezas en raíces y tubérculos. En Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Roma: FAO.
28. Lazcano, I. (2025). Cal agrícola: conceptos básicos para la producción de cultivos. Obtenido de: VECAFO: <https://vecafo.com/files/cal-agricola-conceptos-basicos-para-la-produccion-de-cultivos.pdf>
29. Liñán, C. (2025). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Obtenido de Portal TecnoAgrícola: <https://www.buscador.portaltecnoagricola.com/vademecum/mex/producto/INTERGUZAN%2030-30>
30. Mapa de Mesón Viejo, Temascaltepec, Estado de México, Google Maps, 2018. maps.google.com
31. McCue, K. y Hanson, A. (1990). *Drought and salt tolerance: towards understanding and application*. Trends Biotechnol, 8: 359-360.
32. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2004, enero 20). Importancia del análisis químico del suelo para mejorar la producción agrícola. Obtenido de Gobierno de Costa Rica: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658quimico.pdf>
33. Monsalve, O. (1988). Cultivos asociados con papa: caso colombiano. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/29536>.
34. Montesdeoca, F. (2005). Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-INIAP-Proyecto Fortipapa, pp. 40
35. Muñoz, M., Acuña, I., Martínez, I., & Santana, A. (2023). *Manejos, riesgos y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la producción de papa en la Agricultura Familiar Campesina de la provincia del Ranco*. Retrieved from Instituto de Investigaciones Agropecuarias: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/69136/NR43267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. Pérez, A., & Aguilar, D. (2015). Manejo de plagas en cultivos de hortalizas: Plaguicidas y su aplicación eficaz en las primeras etapas del ciclo agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo.

37. Pérez, F., & López, E. (2019). Prácticas agrícolas para la conservación y almacenamiento de la papa. Universidad Autónoma de Chapingo.
38. Procuraduría Federal del Consumidor. (2021, julio 5). Asociación y rotación de cultivos. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/asociacion-y-rotacion-de-cultivos?idiom=es>
39. Rizo, D., & Palma, N. (2019, Julio 29). *Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas*. Retrieved from Rikolto: <https://latinoamerica.rikolto.org/es/noticias/guia-cultivando-papa-con-buenas-practicas-agricolas>
40. Rodríguez, J. (2024, noviembre). Como cortar semillas de papa para una cosecha productiva. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/385978260_Como_Cortar_Semillas_de_Papa_para_una_Cosecha_Productiva
41. Rodríguez, M., & González, J. (2018). Manejo Post-Cosecha de la Papa en México: Almacenamiento y Comercialización. Editorial Universitaria.
42. Ruiz, J., Bravo, M., & Loaeza, G. (2001). Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana*, 19(1), 89-95.
43. Sánchez, A., García, A., Tejeda, V., Agüeroll, J., Okawall, R., Vilalta, J., & Ramos, S. (2020). Utilización de Sistemas Satelitales para la nivelación de campos arroceros. *Revista Ingeniería Agrícola*, 59-67.
44. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022, junio 4). *Buenas prácticas agrícolas en pro de la agricultura y el medio ambiente*. Retrieved from Gobierno de México : <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/buenas-practicas-agricolas-en-pro-de-la-agricultura-y-el-medio-ambiente#:~:text=Las%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20buscan,productivo%20al%20respetar%20el%20ambiente.>
45. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, Julio 04). *La papa como alimento básico*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-papa-como-alimento->

54. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019, Septiembre 20). *La papa, el cuarto cultivo de mayor producción en el mundo*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-papa-el-cuarto-cultivo-de-mayor-produccion-en-el-mundo>
55. Ubaldo, F. (2006). *Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Temascaltepec, Estado de México*. Servicio Geológico Mexicano: Obtenido de: https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1506AALU0002_01.pdf
56. Vargas, R., Wilches, W., y Espitia, E. (2022). Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2), e4023. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>
57. Vázquez, G. et al. (2016). Control de plagas y enfermedades en el almacenamiento de la papa. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
58. Yara. (s.f.). Exigencias del mercado de las papas. Obtenido de Yara: <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/papa/exigencias-del-mercado-de-las-papas/#:~:text=Papas%20para%20el%20mercado%20fresco&text=Para%20el%20mercado%20fresco%2C%20los,sin%20alguna%20enfermedad%20o%20imperfecci%C3%B3n>.
59. Zúñiga, A. (2019). Manejo de equipos GPS para nivelación de suelo y siembra mecanizada con pilotos automáticos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Empresa Agrícola Miramontes, San Lorenzo, Boaco, 2018 [Trabajo de pasantía, Universidad Nacional Agraria]. RiUNA Repositorio Institucional. Obtenido de: <https://repositorio.una.edu.ni/4158/1/tnn20z95.pdf>