



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**EFFECTOS COMPARATIVOS DE MANEJO SOBRE LOS
NIVELES FOLIARES DE N, P Y K EN DOS
VARIETADES DE MANZANA, EN MINERAL DE SAN
JOAQUÍN, QUERÉTARO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERA AGRÍCOLA
P R E S E N T A:**

NANCY PATRICIA CRUZ MAYEN

**ASESORA: M. C. LAURA VIRGINIA NÚÑEZ BALDERAS
COASESOR: DR. ARTURO AGUIRRE GÓMEZ**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2021.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Efectos comparativos de manejo sobre los niveles foliares de N, P y K en dos variedades de manzana, en Mineral de San Joaquín, Querétaro.

Que presenta la pasante: **Nancy Patricia Cruz Mayen**
Con número de cuenta: **411002594** para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Febrero de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	
VOCAL	Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz	
SECRETARIO	M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas	
1er. SUPLENTE	Ing. Montserrat Tapia Hernández	
2do. SUPLENTE	Ing. Berenice Hernández Vázquez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javg



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Efectos comparativos de manejo sobre los niveles foliares de N, P y K en dos variedades de manzana, en Mineral de San Joaquín, Querétaro.

Que presenta la pasante: **Nancy Patricia Cruz Mayen**
Con número de cuenta: **411002594** para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Febrero de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	
VOCAL	Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz	
SECRETARIO	M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas	
1er. SUPLENTE	Ing. Montserrat Tapia Hernández	
2do. SUPLENTE	Ing. Berenice Hernández Vázquez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javg



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Efectos comparativos de manejo sobre los niveles foliares de N, P y K en dos variedades de manzana, en Mineral de San Joaquín, Querétaro.

Que presenta la pasante: **Nancy Patricia Cruz Mayen**
Con número de cuenta: **411002594** para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Febrero de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	_____
VOCAL	Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz	_____
SECRETARIO	M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas	
1er. SUPLENTE	Ing. Montserrat Tapia Hernández	_____
2do. SUPLENTE	Ing. Berenice Hernández Vázquez	_____

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Efectos comparativos de manejo sobre los niveles foliares de N, P y K en dos variedades de manzana, en Mineral de San Joaquín, Querétaro.

Que presenta la pasante: **Nancy Patricia Cruz Mayen**

Con número de cuenta: **411002594** para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

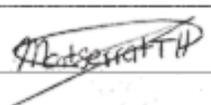
Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Febrero de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	_____
VOCAL	Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz	_____
SECRETARIO	M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas	_____
1er. SUPLENTE	Ing. Montserrat Tapia Hernández	
2do. SUPLENTE	Ing. Berenice Hernández Vázquez	_____

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javg



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Efectos comparativos de manejo sobre los niveles foliares de N, P y K en dos variedades de manzana, en Mineral de San Joaquín, Querétaro.

Que presenta la pasante: **Nancy Patricia Cruz Mayen**
Con número de cuenta: **411002594** para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Febrero de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	_____
VOCAL	Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz	_____
SECRETARIO	M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas	_____
1er. SUPLENTE	Ing. Montserrat Tapia Hernández	_____
2do. SUPLENTE	Ing. Berenice Hernández Vázquez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javg

DEDICATORIAS.

Este largo caminar hecho tesis, que una vez fue iniciado y por fin terminado, está dedicado a todas las personas que participaron de una u otra forma, las cuales mencionaré a continuación, porque de muchas solo me quedan recuerdos y muchos conocimientos que me han ayudado a lo largo de este viaje.

A mis padres, por su inagotable apoyo, por estar conmigo de todas las formas posibles; a Roskita por ser la mamá más enojona, fregona y perseverante, por tantos regaños llenos de cariño; a José Luiso por ser mi mayor ejemplo de trabajo, honestidad y amor, por siempre estar aquí, por las clases de mecánica automotriz, por las aventuras, gracias ¡Pá!

A mis Ingenieros Agrícolas predilectos, Gloria Cruz Bastida y Raúl Quiterio Mendoza, los más trabajadores, entregados, apasionados y que me animaron e introdujeron en esta hermosa carrera, gracias tíos.

A mí hermano Luis Ángel, por estar y ser el más inocente, tierno y buen hermano, por tu apoyo y por mi sobrino Julián. A mi hermanita Jenni, la más loca, por enseñarme que se puede y está bien disfrutar el trayecto.

A Ofelia Eduwiges, mi eterna defensora, mi razón de tener los ojos grandes y bien abiertos, porque siempre estarás conmigo; gracias Abue, hoy y siempre voy a extrañar tu mole almendrado; sé que dónde quiera que estés, verás que me mantengo con los ojos despiertos, aunque a veces me distraiga.

A mis abuelos pata de perro, Eustacio Cruz Delgado y Marce, por su amor y confianza, porqué ya están más allá de esta realidad, por sus historias y su campo, su Xichú, Guanajuato y La punta en Jalisco, porque el cielo les sea eterno.

A mi tía abuela, Guadalupe Bastida, la mujer más adelantada a su época que he conocido, por ser el mejor ejemplo de lucha, por más mujeres como tú.

A Néstor por estar a tiempo, por recordarme quien soy, por su amor e integridad, por las enseñanzas y apoyo constante.

A mis amigas, por los viajes que son mejor a su lado, por su compañía y por la vida, juntas. A las viejotas, Thania, Flor, Chiniwis, Brendita y Adri. A mis amigas de Ingeniería Agrícola, Kari, Sony, Montse, Hass y Meche, por sus consejos, por el tiempo compartido en clases y después de ellas. A mis amigas de la secu, Deniz, Aidee y Lety, porque seguimos siendo “crazy’s forever”.

A mi prima, amiga y hermana Ana Gabriela Quiterio Cruz, por estar conmigo en las etapas que han definido mi vida académica, por tu compañía en Av. Del Imán y por compartir tantos momentos juntas, por llevarme con los manzaneros y por tu apoyo en momentos de dificultades, por ser un ejemplo de excelencia académica.

Al resto de mi familia y amigos, a los que están y sobre todo que ya no, por todo el apoyo, confianza, amor y vida.

AGRADECIMIENTOS.

Mi más profundo y sincero agradecimiento a la gloriosa UNAM y la FESC-4, por las realidades, las más crueles y las más hermosas, la resiliencia en todos los aspectos y de todas las formas posibles.

A todos los profesores e ingenieros, que forman parte de la gran carrera de Ingeniería Agrícola, gracias por ser un México chiquito, para que podamos ser un México mejor, gracias; que los que vienen y estamos, no quitemos el dedo del renglón o mejor dicho, el azadón del surco, para poder seguir sembrando semillas de consciencia y cosechar nuevas sociedades, mil gracias.

A todos los productores de manzana del municipio de San Joaquín, Querétaro, especialmente a Doña Paz, Don Marcelino, Don Odilón y Don Samuel, por colaborar en la elaboración de esta tesis y todo el apoyo brindado.

Mi infinito agradecimiento al profesor Ing. Adolfo José Manuel Ochoa, por iniciar este trabajo de tesis, por compartir sus conocimientos y experiencias, por motivarme a concluirlo, gracias.

Agradezco especialmente al Dr. Aguirre y todas las personas que están en su equipo de laboratorio, por el apoyo brindado para la realización de esta tesis, por todos los conocimientos y tiempo brindado, por su apoyo para concluir la fase de laboratorio; a la Maestra Ely quien fue de mucha ayuda y motivación en las largas horas de laboratorio, gracias.

A los productores agrícolas, que han estado presentes estos últimos años, por ayudarme a desempeñar lo mejor posible esta profesión, por confiar en mí y abrirme las puertas de sus hogares y unidades productivas. Gracias a la Sra. Faustina, al Sr. Constantino, a la Sra. Ana Bertha, al Sr. Arturo, a Don Efraín y a todos los productores que me han influenciado a continuar y concluir esta etapa académica.

A los miembros de mi jurado, la Ing. Minerva Edith Téllez Ordaz, la Ing. Montserrat Tapia Hernández y a la Ing. Berenice Hernández Vázquez, gracias por tomarse el tiempo de revisar la presente tesis, por sus valiosas aportaciones, observaciones y paciencia, que me ayudaron a concluir este trabajo.

A todas las mujeres que luchan día con día por la libertad y la vida, que nos ayudan a ejercer nuestros derechos, por ser ejemplo y verdad, por salir adelante frente a un mundo exterminador, gracias.

Finalmente agradezco de todo corazón a mi asesora, la M. C. Laura Virginia Núñez Balderas, por su fortaleza, por estar al pendiente y ayudarme a rescatar este trabajo, por su orientación, confianza y motivación constante, para concluir este trabajo de tesis, gracias por su tiempo, sin su guía no hubiese sido posible, mil gracias nuevamente, porque podamos seguir cosechando nuevos frutos, un honor.

ÍNDICE

	Página
Abreviaturas.	iii
Índice de figuras.	iv
Índice de tablas.	vi
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Objetivo General.	3
1.2 Objetivos Particulares.	3
II. MARCO REFERENCIAL.	4
2.1 Localidad de Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.	4
2.2 Clima.	4
2.3 Fisiografía y Orografía.	5
2.4 Edafología.	6
2.5 Vegetación y uso de suelo.	7
2.6 Características socioeconómicas generales.	8
2.7 Características generales de las plantaciones de manzano en la región de estudio.	9
2.7.1 Características de las variedades de manzano Golden y Red Delicious.	9
2.7.2 Recomendaciones de INIFAP para el cultivo de manzana en las serranías de Hidalgo y Querétaro.	11
2.8 Relación entre fertilización y sistema de cultivo.	12
2.9 Encalado	16
2.10 Fenología y problemática del manzano en la zona de estudio.	18
III. METODOLOGÍA Y MATERIALES.	23
3.1 Diagnóstico del sitio de estudio.	23
3.2 Localización del experimento.	23
3.3 Materiales.	24
3.3.1 Material biológico.	24
3.3.2 Insumos y Equipo.	24
3.4 Método.	25
3.4.1 Diseño experimental.	25
3.4.2 Tratamientos.	25
3.4.3 Manejo del experimento.	26
3.4.4 Muestreo y análisis de suelo.	27
3.4.5 Muestreo y análisis foliar.	29
3.5 Análisis estadístico.	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	31
4.1 Datos obtenidos en el diagnóstico del sitio.	31
4.2 Análisis inicial en suelo de pH, CE y % MO.	32
4.3 Análisis inicial foliar de niveles de N, P y K.	32
4.4 Análisis de pH, CE y % MO en suelo posterior a la aplicación de los tratamientos.	33
4.4.1 Valor de pH.	33

4.4.2	Materia orgánica.	34
4.4.3	Conductividad eléctrica.	35
4.5	Análisis foliares de niveles de N, P, y K, posteriores a la aplicación de los tratamientos.	36
4.5.1	Nitrógeno Foliar.	36
4.5.2	Fosforo Foliar.	38
4.5.3	Potasio Foliar.	39
V.	CONCLUSIONES.	41
VI.	LITERATURA CITADA.	42
	ANEXOS.	52
1	Anexo 1 Revisión de Literatura.	52
1.1	Origen, distribución y presencia del cultivo en México.	52
1.2	Características taxonómicas y morfológicas del <i>Malus domestica</i> Borkh. <i>Malus pumila</i> Mill.	53
1.3	Variedades.	54
1.3.1	Variedades recomendadas por INIFAP para las serranías de Hidalgo y Querétaro.	56
1.4	Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de manzano.	58
1.5	Patrones o Portainjertos.	60
1.6	Manejo del Cultivo.	61
1.6.1	Establecimiento de la plantación.	61
1.6.2	Riego.	63
1.6.3	Podas – Sistemas.	65
1.6.4	Entrenamiento de Ramas.	66
1.6.5	Aclareo de frutos.	67
1.6.6	Prácticas y productos alternativos para la fertilización.	69
1.6.7	Tratamientos de Invierno.	77
1.6.8	Control convencional de plagas y enfermedades.	78
1.6.9	Prevención, manejo y control orgánico de plagas y enfermedades.	83
1.7	Fenología.	85
2	Anexo 2 Encuesta-guía de observación para trabajo y recorrido en campo.	86
3	Anexo 3 Entrevista semiestructurada para productores.	89
4	Anexo 4 Tabla de diagnóstico de los productores y de los huertos de manzano visitados en el municipio de San Joaquín del Estado de Querétaro.	91
5	Anexo 5 Tabla de datos sobre manejo agronómico realizado por productores en los huertos de manzano del municipio de San Joaquín.	92
6	Anexo 6 Medias finales para las variables evaluadas	95

Abreviaturas

CE	Conductividad Eléctrica
CIREN	Centro de Información de Recursos Naturales (Chile)
ETP	Evapotranspiración
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México)
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)
MAG	Ministerio de Agricultura (Chile)
MO	Materia Orgánica
MSNM	Metros sobre nivel del mar.
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Chile)
Pp	Precipitación
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (México)
SEDEA	Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Querétaro)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (México)
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (México)
UF	Unidades Frío
UNIFRUT	Unión Agrícola Regional de fruticultores del estado de Chihuahua.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Climas del municipio de San Joaquín, Querétaro (INEGI, 2020).	5
Figura 2.	Fisiografía del municipio de San Joaquín (INEGI, 2020).	6
Figura 3.	Tipos de suelo en la localidad de “Los Hernández” San Joaquín Querétaro (INEGI, 2020).	7
Figura 4.	Vegetación y Uso de Suelo del municipio de San Joaquín, Querétaro (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).	8
Figura 5.	Disponibilidad de nutrientes según el pH del suelo (Castellanos, 2000).	16
Figura 6.	Estación de Crecimiento para Pp/ETP>0.5% y Fenología del Manzano en Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.	19
Figura 7.	Ubicación de los huertos dónde se estableció el experimento, Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.	24
Figura 8.	Comparación del valor de pH después de la aplicación de los tratamientos; T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	34
Figura 9.	Comparación del porcentaje de materia orgánica (MO) en suelo después de la aplicación de los tratamientos: T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	35
Figura 10.	Comparación de conductividad eléctrica en suelo, después de la aplicación de los tratamientos: T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	36
Figura 11.	Comparación de porcentajes de nitrógeno foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	38
Figura 12.	Comparación de porcentajes de fósforo foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	39

Figura 13.	Comparación de porcentajes de potasio foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.	40
Figura 14.	Variedades de manzana: a) Golden Delicious; b) Rome Beauty; c) Top Red; d) Red Delicious; e) Starking; f) Royal Gala; g) Granny Smith; h) Golden Supreme; i) Reineta; j) Macintosh.	56
Figura 15.	Formación en espaldera y copa en árboles de manzano.	59
Figura16.	Aplicación de Biofertilizantes (Restrepo y Hensel, 2007).	77

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	Equivalentes químicos y composición química de diferentes enmiendas para el suelo (Molina, 1998).	17
Tabla 2.	Datos climatológicos para la estación de crecimiento en la localidad de Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.	19
Tabla 3.	Ubicación geográfica de los huertos en los que se realizó el experimento.	23
Tabla 4.	Disposición de los tratamientos para la experimentación en la variedad Golden Delicious y Red Delicious.	26
Tabla 5.	Actividades y meses de aplicación de tratamientos.	27
Tabla 6.	Condiciones iniciales de pH, CE y %MO.	32
Tabla 7.	Condiciones iniciales de niveles foliares de N, P, y K, para las variedades Golden y Red Delicious.	33
Tabla 8.	Variedades recomendadas para las serranías de Hidalgo y Querétaro (Fernández <i>et al.</i> , 2010).	57
Tabla 9.	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de manzano (Leiva, Schmidt, y Gajardo, 2017).	60
Tabla 10.	Composición química de algunos abonos orgánicos (adaptación de varias fuentes, presentada por Trinidad (1987).	72
Tabla 11.	Ingredientes para la elaboración de un costal de Bocashi (Restrepo y Hensel, 2007).	73
Tabla 12.	Materiales e Ingredientes para la elaboración de Supermagro (Restrepo y Hensel, 2007).	75
Tabla 13.	Principales insectos plaga del manzano en la región de la Sierra Gorda Queretana.	79
Tabla 14.	Principales enfermedades del manzano en la región Sierra Gorda Queretana.	81
Tabla 15.	Control de plagas y enfermedades por medio de biopreparados y caldos minerales.	83
Tabla 16.	Ingredientes del caldo sulfocalcico (Restrepo y Hensel, 2007).	84

I. INTRODUCCIÓN

El manzano es la especie frutal, más cultivada a escala mundial; debido en gran parte a su aptitud de conservación durante el transporte y capacidad de industrialización.

En nuestro país, se producen una gran variedad de manzanas, identificándose el estado de Chihuahua como el principal estado productor de manzana y la entidad con mayor superficie con 28,512 ha cosechadas (rendimiento de 21.9 t/ha); en segundo lugar, se encuentra Durango con una superficie cosechada de 6,382 ha (rendimiento 3.3 t/ha); sigue Puebla con 6,309 ha de superficie cosechada (rendimiento 5.5 t/ha); y Coahuila con 5,475 ha (rendimiento 8.7 /ha) en el tercer y cuarto lugar respectivamente, de acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020).

En cuanto a los estados con mayor rendimiento después de Chihuahua, son Aguascalientes con 34 ha de superficie cosechada (rendimiento 15.6 t/ha) y Sonora con 165 ha de superficie cosechada (rendimiento 13.5 t/ha), (SIAP, 2020).

En el aspecto de producción comercial, de acuerdo con la Unión Agrícola de Fruticultores del Estado de Chihuahua, A.C. (UNIFRUT, 2020), las variedades que destacan en nuestro país por su sabor y demanda en el mercado son Golden Delicious, cuya cosecha se lleva a cabo entre los meses de agosto a octubre y la Red Delicious, de septiembre a noviembre.

La producción agrícola del estado de Querétaro, destaca por la producción de cultivos forrajeros, rosas, hortalizas y en menor proporción los frutales, de los cuales con mayor producción son naranja, uva y manzana. Por otro lado, la región productora de manzana del estado de Querétaro ocupa el lugar 11° a nivel nacional, por superficie cosechada, con 407 ha reportadas en el 2019 y con un rendimiento de 1.7 t/ha (SIAP, 2020). Es de resaltar su producción, ya que se caracteriza por el

particular sabor de sus manzanas, con altos contenidos de grados brix, ideales para la obtención de subproductos como ates, conservas y licores que tienen un gran potencial comercial, el cual permite rescatar la producción en esta zona. En la región de la Sierra Gorda, en el municipio de San Joaquín, se encuentran establecidas alrededor de 320 ha de huertas de manzana. Particularmente en el Ejido Mineral de San Joaquín, existen huertas que superan los 30 años, desde su establecimiento como plantaciones, hasta hoy en día; así mismo existen huertas que no rebasan los 5 años de antigüedad.

Los análisis de suelo son valiosos para estimar la disponibilidad de nutrientes, pero los análisis foliares son ampliamente utilizados por ser las hojas los principales centros de síntesis de la planta. Una tercera y muy importante herramienta es el monitoreo del huerto en diferentes estados fenológicos (floración, fruto cuajado, crecimiento de brotes, cosecha) y la toma de información valiosa del desarrollo de los árboles. Estos tres enfoques deben ser utilizados como una metodología integrada para un programa de fertilización eficiente y sustentable (Sánchez y Curetti, 2009).

Como parte de las herramientas para obtener un programa de fertilización, evaluando los niveles de N, P y K de manera foliar, se pueden obtener parámetros de requerimientos de fertilizante, para la toma de decisiones que permita mejorar la calidad de la manzana y evitar deficiencias en los árboles, que se puede reflejar en costos de producción y manejo de las huertas. Por lo antes mencionado, el trabajo tiene por objeto evaluar el efecto de manejo sobre los niveles de N, P, y K foliares para el ciclo 2015-2016, con tres distintos tratamientos, basados en diferentes prácticas agronómicas en dos variedades de manzana (Red y Golden Delicious), para mejorar la producción de manzana en la región del Ejido Mineral de San Joaquín.

1.1 Objetivo General

- Evaluar tres tratamientos de manejo sobre las variedades Red y Golden Delicious, para incrementar los niveles de N, P y K foliares.

1.2 Objetivos Particulares

- Incrementar los niveles de N, P y K foliares en la variedad Red Delicious a través de 3 tratamientos de manejo: T1 en la aplicación de estiércol y poda; T2 en la aplicación de fertilizantes químicos, foliar y granulados; y T3 en la aplicación de cal y bocashi al suelo.
- Incrementar los niveles de N, P y K foliares en la variedad Golden Delicious a través de 3 tratamientos de manejo: T1 en la aplicación de estiércol y poda; T2 en la aplicación de fertilizantes químicos, foliar y granulados; y T3 en la aplicación de cal y bocashi al suelo.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Localidad de Los Hernández, San Joaquín, Querétaro

La localidad de Los Hernández, se encuentra ubicada entre las coordenadas 20°54" de latitud Norte y 99° 35" de longitud Oeste. Con una altura promedio de 2480 msnm, se encuentra dentro del ejido "Mineral de San Joaquín".

Políticamente forma parte del municipio de San Joaquín, en la zona conocida como Sierra Gorda, que se encuentra en la porción norte del estado de Querétaro, entre los 99°22" y los 99°39" de longitud Oeste, y entre los 21°07" y 20°53" de latitud Norte. Este municipio limita con los municipios Pinal de Amoles, Jalpan de Serra, Cadereyta de Montes y el estado de Hidalgo (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).

2.2 Clima

En la región prevalece el clima Cw, el cual indica que se trata de un clima templado subhúmedo (Figura 1), en donde la temperatura media anual es de 14 °C, siendo los meses de abril y mayo los más calurosos alcanzando un promedio de 30 °C. El registro de la precipitación pluvial anual promedio es de 1150 mm. El periodo invernal va de noviembre a enero, el descenso de la temperatura puede llegar hasta -3 °C. Por último, los vientos se presentan en los meses de diciembre y enero provocando fuertes heladas al cambiar la dirección de los vientos del norte (SAGARPA, 2013).



Figura 1. Climas del municipio de San Joaquín, Querétaro (INEGI, 2020).

2.3 Fisiografía y Orografía

De acuerdo con Fernández (2010) menciona que la zona de estudio se encuentra en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, localmente denominada como Sierra Gorda, que se origina en el noreste del estado de Guanajuato con las regiones de Jofre, Peñuelas Xichú y Pozos, comprende la cuenca sur del río Verde del estado de San Luis Potosí y cruza con Querétaro, extendiéndose desde Jacala y Zimapán, en el estado de Hidalgo.

El ejido “Mineral de San Joaquín” se encuentra enclavado entre zonas montañosas y boscosas, lo que hace que su topografía sea accidentada (Figura 2). En el municipio se hallan cerros con altas elevaciones de hasta 2680 m, entre los cuales se constituyen los cerros de Maguey Verde, Mojonero y San Antonio con altitudes de 2300 m, 2340 m y 2680 m respectivamente (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).

La topografía de la región, dificulta el manejo y mecanización de las labores culturales, para la producción de manzana, ya que las pendientes son mayores al 20%, por lo que la elaboración de terrazas y métodos de conservación de suelos son necesarios para mantener la fertilidad del suelo. Con el tiempo, el concepto de fertilidad de suelo tradicional ha resultado insuficiente, pues en los procesos que

rigen la disponibilidad de nutrientes en el suelo, el crecimiento radicular y la absorción de nutrientes por las plantas, están involucrados aspectos de naturaleza física (agua, aire, temperatura, textura, estructura, espacio poroso, etc.) y biológica (descomposición, reacciones y transformaciones bioquímicas, relación C/N, competencia y simbiosis, etc.), sobre todo si se tiene presente una visión de sistema de producción, más que de cultivo aislado específico (Vieira *et al.*, 2000).



Figura 2. Fisiografía del municipio de San Joaquín (INEGI, 2020).

2.4 Edafología

De acuerdo con el prontuario de información geográfica municipal realizado por el INEGI (2008), los tres tipos de suelo que se encuentran en la zona son luvisol crómico, cambisol crómico y acrisol férrico, se refiere a suelos con mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en la superficie (Figura 3). Son suelos con translocación superficial de arcilla al horizonte subsuperficial, de colores rojos o amarillos, además de estar asociados con suelos jóvenes y poco desarrollados; con alta capacidad para retener nutrientes, suelos ácidos y poco profundos.

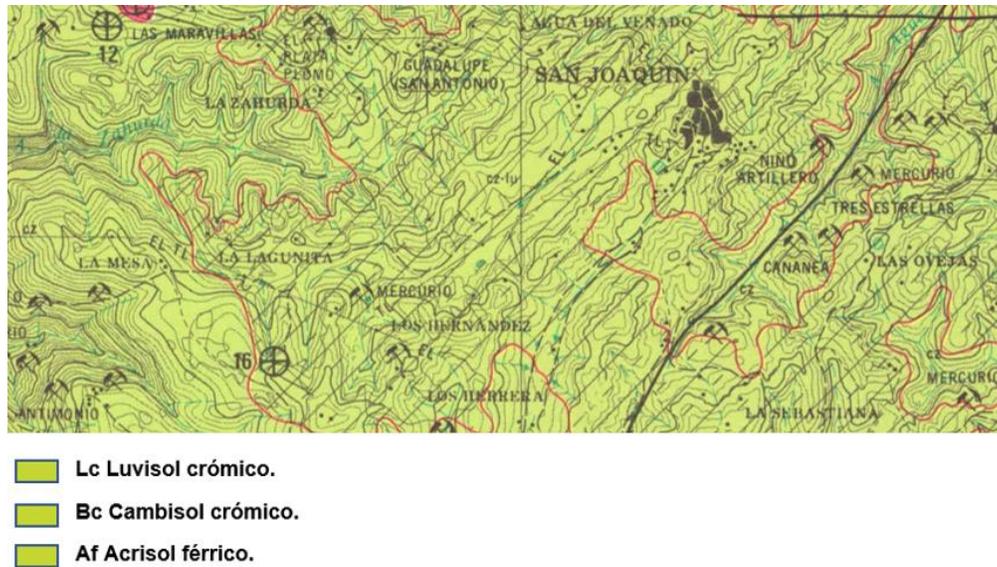


Figura 3. Tipos de suelo en la localidad de “Los Hernández” San Joaquín Querétaro (INEGI, 2020).

Los suelos donde se estableció el experimento son Luvisol crómico estos tienen una diferenciación edafogénica de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad; del latín eluere, lavar.; estos suelos en pendientes pronunciadas requieren medidas de control de la erosión (IUSS Working Group WRB, 2015).

2.5 Vegetación y uso de suelo

La vegetación predominante es el bosque de pino-encino, las especies que lo componen son: pino (*Pinus greggii*), encino (*Quercus spp*), cedro rojo (*Cedrela odorata*), cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), fresno (*Fraxinus sp.*), escobillo (*Quercus sartorii*) y madroño (*Arbutus xalapensis*). La agricultura predominante es de temporal. También se puede encontrar matorral xerófilo con especies como gobernadora (*Larrea tridentata*), granjeno (*Celtis pallida*), guapilla (*Hechtia glomerata*), maguey (*Agave spp.*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y estoquillo (*Agave striata*). En la zona existe también el bosque de táscate con especies como *Juniperus* y *Cupressus*. Otro tipo de vegetación son los pastizales naturales e

inducidos, que se componen de *Trisetum*, *Aristida*, *Bromus*, huizache chino (*Acacia schaffneri*), mirto (*Salvia ballotaeflora*), zacate navajita (*Boutelova gracilis*), y zacate chino (*Bouchloe dactyloides*). La superficie que está ocupada con asentamientos humanos es baja en comparación a la vegetación y otros usos de suelo, ver la Figura 4 (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).

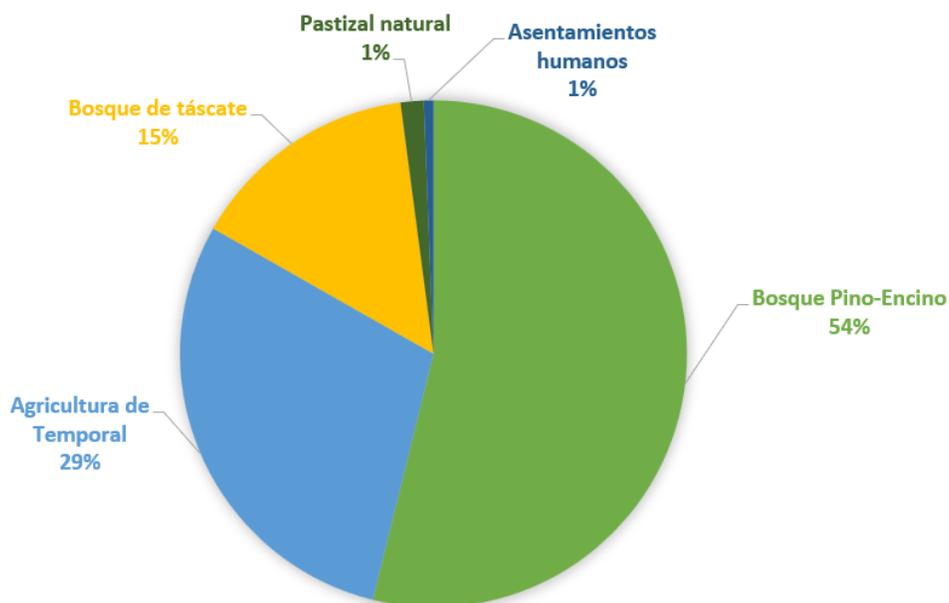


Figura 4. Vegetación y Uso de Suelo del municipio de San Joaquín, Querétaro (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).

2.6 Características socioeconómicas generales

La comunidad de Los Hernández es habitada por 46 personas, de los cuales 25 de ellos son hombres y 21 son mujeres. Del total de los habitantes solo 9 tienen derecho a la atención médica por el Seguro Social. Esta comunidad no pertenece a algún tipo de etnia, por lo cual no hablan ninguna lengua indígena. Los Hernández es una localidad considerada de alta marginación (H. Ayuntamiento de San Joaquín, 2015).

Las condiciones de pobreza en las que se vive hacen que sus habitantes tengan diferentes oficios para poder subsistir en los gastos del hogar, entre los cuales se destacan la herrería, vidriería, carpintería, la agricultura, entre otros; mientras que las mujeres y jóvenes, además de dedicarse al hogar, toman otras actividades en el campo, la elaboración de algunos productos y subproductos, los cuales comercializan en la misma región.

2.7 Características generales de las plantaciones de manzano en la región de estudio

Los árboles se encuentran sembrados por el método tres bolillo, la distancia entre plantas y las hileras es de 6 m, teniendo un aproximado de 200 a 300 árboles por hectárea. Para las huertas bajo manejo en espaldera, la producción se realiza con el temporal. La cosecha se inicia entre julio - agosto, según el estado de madurez alcanzado, ocasionando pérdidas, ya que coincide con la temporada de lluvias y la oferta de manzana en esos meses es mayor. (SAGARPA, 2013).

Regularmente en la región, las densidades de árboles por hectárea son muy bajas, en la actualidad se recomiendan plantaciones, con densidades de 1500 a 3,000 árboles/ hectárea, en eje principal y plantaciones en espaldera de 1000 a 1700 árboles/hectárea (SAGARPA, 2013).

2.7.1 Características de las variedades de manzano Golden y Red Delicious

En el aspecto de producción comercial, las variedades que destacan en nuestro país son: la Golden Delicious, cuya cosecha se lleva a cabo en los meses de agosto a octubre; la Red Delicious, de septiembre a noviembre y la Rome Beauty. Adicionalmente, se cultiva una amplia gama de manzanas criollas (UNIFRUT, 2010).

Golden Delicious: variedad de origen americano, una de las más cultivadas en todo el mundo. Su piel es amarilla verdosa con pequeños puntos oscuros llamados lenticelas y que son los órganos respiratorios de la fruta. Su forma es redonda y regular. La carne es jugosa, crujiente, dulce y aromática. Requiere de aproximadamente 850 UF (Ghariani y Stebbins, 1994; Ramírez y Saavedra, 1990). Aunque los requerimientos de UF no sólo dependen del cultivar sino también de las interacciones entre el cultivar y los factores ambientales (Carvajal et al., 2000; Hauagge y Cummins, 1991a).

Red Delicious: es una variedad estadounidense que proporciona frutos grandes y alargados, de piel color rojo brillante. Su pulpa es jugosa, muy blanda, de sabor dulce, nada ácido y muy aromático.

Las variedades Golden Delicious y Red Delicious requieren de 800 a 850 horas frío respectivamente (Unión Regional de Productores de Manzana del Estado de Coahuila, 1992).

Existen evidencias donde el patrón y la variedad aportan cambios entre los roles de las raíces como la síntesis de compuestos, además de las funciones de absorción de agua y nutrientes minerales como también funciones de anclaje. Parece ser que la influencia del patrón puede residir en la parte de sus raíces como la porción de su tallo y que ambos en cierto modo pueden ser influenciados por el injerto (Rimache, 2007).

Las constantes térmicas del manzano serían las siguientes:

La suma de temperatura necesaria desde la caída de la hoja en otoño hasta la iniciación de las primeras flores es de 1,423°C, hasta la maduración de los frutos es de 4,730°C y hasta la caída de las hojas 6,999°C (Tamaro y Caballero, 1979)

El manzano desde la floración a la maduración emplea de 101 a 138 días (Tamaro y Caballero, 1979).

2.7.2 Recomendaciones de INIFAP para el cultivo de manzana en las serranías de Hidalgo y Querétaro

El INIFAP (2010), recomienda para el cultivo de estas variedades una densidad mínima de 1,000 plantas por ha (ver anexo 1.3), en un sistema de conducción de líder central con ramas permanentes horizontales; utilizando el portainjerto semienano MM106; fertilización química anual de N, P y K 60:30:80, aplicada al inicio del temporal; control de maleza durante la época de lluvias; control de las principales plagas y enfermedades (mosca, roña, frailecillo, nenesh o mancebado, cánceres de las ramas, escamas); podas de formación, sanitarias y de fructificación; entrenamiento de ramas; raleo o deshije de frutos; cosecha; selección y empaque en materiales atractivos para una fácil comercialización (Fernández *et al.*, 2010). Dichas recomendaciones se tomaron para la elaboración de los tratamientos de la presente tesis.

El rendimiento anual del cultivo y de cada una de las variedades depende de los siguientes factores:

1. El grado de adaptación a las condiciones ambientales relacionadas con el frío invernal, que determina una adecuada o inadecuada brotación de las yemas vegetativas y florales, es decir, si se acumulan las horas frío que cada variedad requiere.
2. La densidad de población y el tamaño de los árboles, lo que determina el número de yemas fructíferas que posee cada una de las plantas.
3. La adecuada polinización durante la época de floración.
4. La cantidad de agua y nutrientes que las plantas reciben durante el desarrollo de las hojas y frutos, factor importante evaluado en este trabajo.

El nivel tecnológico de clasificación que toma en cuenta el INIFAP (2010), se refiere al uso de algún sistema tecnificado o sistematizado, de ser así, para un huerto con

alta tecnología, por lo menos una de las labores esta sistematizada o mecanizada y para el caso de baja tecnología, ninguna se encuentra sistematizada o mecanizada y es un cultivo de temporal específicamente, con por lo menos un riego de auxilio o ninguno.

El rendimiento estimado con base en la tecnología recomendada por INIFAP (2010), para cultivos con baja tecnología, es de 10 t/ha, y para media tecnología con riego es de 20 t/ha, por último, para un cultivo con alta tecnología con más de una actividad mecanizada y riego, el rendimiento es de 30 t/ha.

2.8 Relación entre fertilización y sistema de cultivo

Para llevar a cabo una adecuada fertilización se deben de considerar diversos aspectos que permiten que esta actividad se realice adecuadamente a continuación se mencionan estos factores:

Los aspectos biológicos: las exigencias son muy distintas si se trata de plantas jóvenes o de plantas adultas en producción. En el caso de las primeras, la necesidad de fertilizantes nitrogenados es mayor puesto que deben desarrollarse vigorosamente y formar una copa fructífera rápidamente. Los árboles adultos, necesitan de todos los elementos, ya que estos intervienen durante la fructificación, en primer lugar, el nitrógeno, potasio y el fósforo en menor cantidad. Sin embargo, la fertilización debe ser adecuada, ya que en el caso del nitrógeno un exceso puede resultar en daños a la calidad y la conservación de la fruta, el color y firmeza de la carne disminuyen, la cual se altera con el frío, se pudre y envejece más rápido.

El potasio, regula el metabolismo de los azúcares y los equilibrios hídricos entre los distintos órganos, influye de forma favorable en la calidad de los frutos.

El fósforo es también importante, pero actúa en pocas cantidades. Es componente de la estructura y división celular. Es importante para la floración, cuajado y necesario para el desarrollo radicular.

En importancia le siguen los macroelementos, calcio y magnesio. Si falta el primero, causa la alteración de la epidermis del fruto, piel picada o bitter – pit. El magnesio es absorbido por las plantas en forma iónica divalente, como Mg^{+2} . Este nutriente forma parte de la clorofila, por lo que su papel dentro de la fotosíntesis es fundamental. Su deficiencia es notoria en las hojas viejas, las cuales adquieren un tono amarillo, pero manteniendo las venas verdes. En general, la disponibilidad del magnesio está relacionada con el pH del suelo, siendo escaso en suelos con alta acidez. También, se considera que su absorción por las plantas está muy relacionada con la presencia del amonio, calcio y potasio en el suelo, reduciéndose, si los contenidos de estos son excesivos (Toledo, 2016). Para el caso de los microelementos los más importantes son el boro, el hierro, el zinc y el manganeso, los cuales se aplican por vía foliar.

La relación entre la fertilización y el sistema de cultivo: influye de manera importante, sobre todo cuando se trata de riego ya que mejora la fertilización y eficiencia de esta. Cuando se conserva la cobertura vegetal natural del suelo se requiere una mayor fertilización puesto que las plantas utilizan los elementos nutritivos. La utilización de patrones de injerto clónicos, mayores densidades de plantación y nuevas variedades con mayor producción conlleva una fertilización más abundante. También cuando se poda y aclarea se necesitan menos abonos.

Para realizar una recomendación de fertilizantes se realiza un análisis de suelo. En el caso del manzano, es difícil obtener muestras representativas debido a la profundidad y superficie del suelo cultivado, además de que no se puede precisar, si la cantidad de elementos nutritivos que resulten en el análisis, estén disponibles para la absorción de las raíces; esto ocurre para la mayoría de los elementos, pero en especial para los microelementos, ya que son muy sensibles a las variaciones de pH, de humedad, entre otros factores.

Entre 1940 y 1960, se establecieron los estándares de nutrientes foliares óptimos y los métodos de muestreo para la mayoría de los cultivos frutales (Kenworthy, 1950). Sin embargo, los análisis de tejidos deben interpretarse con cautela ya que es

esencial comprender la dinámica de nutrientes en el árbol para interpretar adecuadamente los niveles nutricionales (Sánchez y Curetti, 2009).

Las concentraciones elementales pueden ser engañosas si no se las analiza en contexto; esto es especialmente cierto en el caso del N, porque los valores en hoja varían a lo largo de un rango relativamente estrecho. Un diez por ciento de diferencia (2.0 a 2.2%) es suficiente para cambiar radicalmente nuestra interpretación (Righetti, 1986). Desafortunadamente, estos pequeños cambios en la concentración de nutrientes no necesariamente corresponden a alteraciones de las cantidades totales de N en un tejido, ni pueden ser interpretados como cambios en la absorción del nutriente desde el suelo (Jarrell y Beverly, 1981).

Por otro lado, el análisis foliar proporciona la cantidad de elementos minerales en las hojas, que refleja el estado nutricional del árbol y nos da indicaciones más realistas y verificables que el análisis del suelo. Las tasas óptimas de los elementos nutritivos en las hojas (% de materia seca) para nitrógeno es de 2.2 a 2.6 %; para el caso del fósforo van de 0.16 – 0.2%; para potasio 1.3 – 1.8%; para magnesio 0.3 – 0.6% y para calcio 1.5 – 2%, las hojas normalmente muestreadas son de la parte media del árbol y de la parte media de la rama (Lalatta, 1999).

La relación existente entre los niveles de N, P y K foliares con el suelo, de acuerdo a más de 20 años de estudios y pruebas que definen los niveles críticos como porcentajes de materia seca en hojas de frutales, que siempre y cuando se obtengan los rangos definidos se podrán obtener rendimientos altos y se determina la disponibilidad de estos macronutrientes en el suelo (Sánchez y Curetti, 2009).

Los primeros estudios sobre extracción de nutrientes tomaban en cuenta la exportación debido a la cosecha y el crecimiento anual de los componentes del árbol. Por lo tanto, un enfoque simple fue reponer la cantidad requerida por el árbol. Estudios con metodología destructiva que implicaba la excavación de los árboles en varios momentos del ciclo del cultivo proporcionaron información útil acerca de la demanda en diferentes partes de la planta e identificaban los períodos de alta absorción de nutrientes (Weinbaum et al., 2001; Acuña-Maldonado et al., 2003). Estos estudios son interesantes porque son el punto de partida para la fertirrigación

correcta en cada etapa de crecimiento de los árboles. En todo momento, la cantidad de nutrientes en los diferentes componentes del árbol proviene de tres fuentes: la absorción del suelo, la absorción de los fertilizantes y la contribución del almacenamiento de reservas. Las reservas del árbol frutal proceden de dos fuentes principales: la absorción de nutrientes por raíces y hojas (cuando se aplican fertilizantes foliares de nutrientes móviles en floema) y el reciclaje dentro del árbol. Los árboles frutales caducifolios tienen un sistema único de reciclaje de nutrientes previo a la caída de las hojas y las cantidades de nutrientes que se movilizan a los tejidos de almacenamiento son elevados. El nutriente más estudiado ha sido el N dada su elevada demanda y gran movilidad en la planta durante la senescencia (Weinbaum et al., 1984; Millard y Thomsom, 1989; Sánchez et al., 1991) (Sanchez y Curetti 2009).

Para el caso del cultivo de manzana en las zonas de serranía se recomienda aplicar una mezcla de fertilizante de proporción 2:1:2 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente; con una dosis de 50 a 100g/planta en la zona de goteo, según la edad del árbol, una aplicación cada mes en marzo, abril, mayo, junio, julio y octubre.

También se recomienda aplicar fertilizante foliar con microelementos con una dosis de 40 ml en 15 litros de agua por mes (abril, mayo, junio, julio y octubre) en mochila aspersora. El uso de estiércol de animales, se recomienda agregarlo con una cubeta de 20 litros por planta en la zona de goteo, antes del inicio de las lluvias (INIFAP, 2012).

El contenido de materia orgánica en el suelo: debe ser de 4 o 5% por lo menos y se logra aplicando entre 5 y 2 toneladas por hectárea al año de materia orgánica. Una forma para aumentar este contenido es mejorando las características físico - químicas del suelo mediante la aplicación de abonos orgánicos (INIFAP, 2012).

Se recomienda una fertilización fraccionada y las épocas más apropiadas para fertilizar el suelo son: tres semanas antes de la brotación, después de la caída de junio e inmediatamente después de la cosecha (Alonso, *et al.*, 2005).

2.9 Encalado

Cuando el pH se reduce por debajo de 5.5, los niveles de acidez son tan altos que nutrientes como el calcio, magnesio, molibdeno y fósforo pueden no estar tan disponibles para las plantas, que sufrirán de deficiencias nutricionales (Figura 5). Además, algunos nutrientes y otros elementos del suelo llegan a volverse tóxicos, para las plantas como el hierro, aluminio y manganeso. En el caso de muchos de los suelos tropicales con altos contenidos de coloides de carga variable, la acidez puede causar pérdidas de nutrientes catiónicos (como el calcio, magnesio, potasio, amonio) por lavado, ya que, bajo esta condición de acidez, muchos de los coloides de los suelos se vuelven de carga positiva, siendo incapaces de retener los nutrientes de carga positiva o cationes, debido a que las cargas iguales se repelen (Toledo, 2016).

El mayor efecto benéfico del encalado de suelos ácidos es la reducción en la solubilidad del aluminio (Al) y manganeso (Mn). Estos dos elementos, aun cuando estén presentes en bajas concentraciones, son tóxicos para la mayoría de los cultivos. El exceso de Al interfiere la división celular en las raíces de la planta y esta es la razón por la cual el sistema radicular de plantas que crecen en suelos ácidos es atrofiado y pobremente desarrollado. Cuando se añade cal al suelo, el incremento en pH induce la precipitación del Al y Mn como compuestos insolubles, removiéndolos de esta forma de la solución del suelo (Molina, 1998).

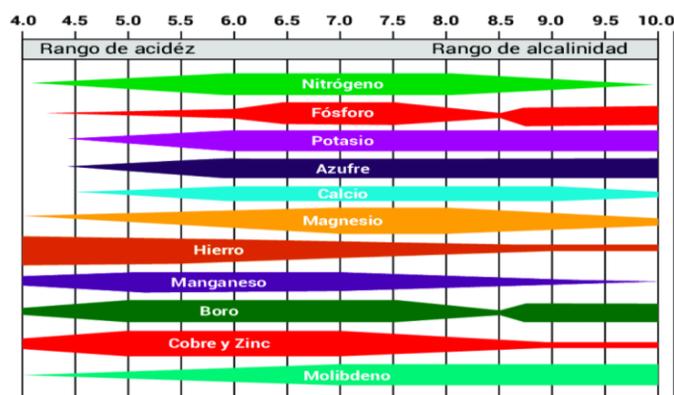


Figura 5. Disponibilidad de nutrientes según el pH del suelo (Castellanos, 2000).

La tolerancia a la acidez del suelo es muy variable entre cultivos, y dentro de una misma especie existen diferencias notables entre variedades. Algunos cultivos desarrollados originalmente en suelos calcáreos, como el algodón, sorgo y alfalfa, son susceptibles a niveles de 10 a 20% de saturación alumínica (Bertsch 1995), mientras que otros que han crecido en ambientes más silvestres son altamente tolerantes. Para el cultivo de manzana se recomienda encalar a valores mayores de 0.3 meq/kg de suelo de aluminio intercambiable (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

El encalado consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el objeto de neutralizar la acidez del suelo causada por hidrógeno y aluminio. Los productos utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo, carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable, en la Tabla 1 se puede observar la equivalencia y composición química de algunos materiales que son utilizados para corregir el pH (Molina, 1998).

Tabla 1. Equivalentes químicos y composición química de diferentes acondicionadores para el suelo (Molina, 1998)

MATERIAL	EQUIVALENTE QUÍMICO	COMPOSICIÓN PROMEDIO	% DE Ca y Mg.
Carbonato de calcio	100	85 – 95% CaCO ₃	40
Dolomita	108	42% MgCO ₃ y 52% CaCO ₃	12 y 21
Oxido de calcio	179	85% CaO	71
Hidróxido de calcio	138	65% Ca (OH) ₂	54
Hidróxido de magnesio	172	-----	41
Carbonato de magnesio	119	-----	28.5
Oxido de magnesio	248	60 – 90 % MgO	60
Silicato de calcio	86	-----	34.4
Silicato de magnesio	100	-----	24

Se recomienda aplicar la cal en los primeros 15 - 20 cm del suelo, en el caso de perennes, se sugiere aplicar en el área de rodete o goteo, donde se encuentran las raíces, también resulta muy práctico incorporar un poco de cal en el hoyo de siembra antes de poner la planta, y otro poco en la rodaja o zona de goteo. Normalmente, el suelo en la banda de fertilización tiende a ser más ácido debido al efecto residual de los fertilizantes nitrogenados, por lo que la aplicación de la cal en ese sitio es una medida eficaz. Para que la cal reaccione requiere de humedad por lo tanto es importante aplicarla antes del periodo de lluvias o bien al inicio.

Sin embargo, no existen limitaciones en cuanto a la época de aplicación siempre que haya humedad en el suelo y que no coincida con un ciclo de fertilización al suelo. En siembras nuevas la cal debe ser incorporada antes de plantar, una vez aplicada, se debe esperar un tiempo prudencial (1 mes) para que reaccione antes de añadir el fertilizante. El contacto directo de la cal con fertilizantes nitrogenados amoniacales en la superficie del suelo puede favorecer la formación de carbonato de amonio, el cual a su vez se transforma en amoníaco y se pierde el N por volatilización (Molina, 1998).

2.10 Fenología y problemática del manzano en la zona de estudio

La fenología del cultivo de manzano en la zona, se analizó con los datos obtenidos en las entrevistas para el ciclo 2015 y con los tratamientos propuestos en los huertos. Se registraron todos los eventos fenológicos del ciclo mencionado, tomando en cuenta todos los árboles de cada plantación y la época en que se presentaron. Se utilizó el programa NewLocClim con el método de estaciones vecinas cercanas de la FAO (Ortiz, 1987), para obtener datos de estación y período de crecimiento de esta región, ya que no se cuentan con registros de estaciones meteorológicas para estos puntos. Se puede observar en la Figura 6 y la Tabla 2, la fenología del cultivo de manzano, referida con la estación y período de crecimiento, obtenido con las coordenadas de ubicación de los huertos donde se realizó el experimento, esto para los años 2015 y 2016.

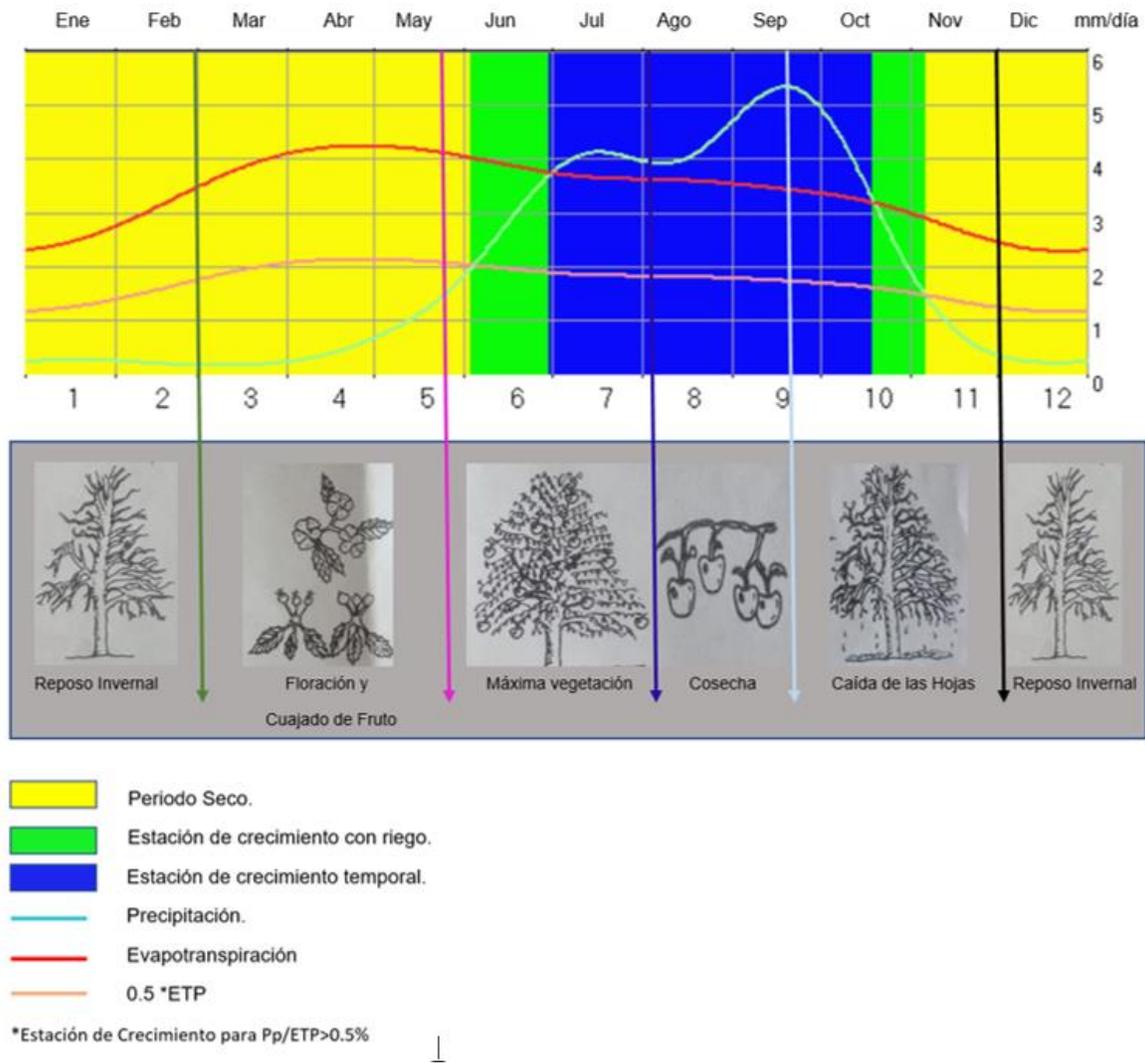


Figura 6. Estación de Crecimiento para $Pp/ETP > 0.5\%$ y Fenología del Manzano en Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.

Periodo	Duración	Inicio	Inicio	Fin	Fin	T: \bar{x}	T: min	T: max	Pp	ETP	Vel. Viento	Fracción Solar	Presion de Vapor
	Días	Fecha	Día	Fecha	Día	°C	°C	°C	mm/día	mm/día	Km/h	%	hPa
Seco	209	6 Nov.	310	2 Jun	153	12.2	7.6	24.5	0.5	3.3	3.6	68.3	6.9
Estación de crecimiento temporal.	111	30 Jun	181	18 Oct	291	15.2	10.7	23.5	4.4	3.5	4.2	53.9	10.3

Tabla 2. Datos climatológicos para la estación de crecimiento en la localidad de Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.

La evaluación de la calidad de la fruta y el rendimiento obtenido en los diferentes tratamientos, no se logró debido a una granizada en la etapa de desarrollo de los frutos.

El manzano se caracteriza por desarrollar rápidamente el área foliar al principio de la estación de crecimiento, emitiendo rosetas de hojas a partir de sus ramas cortas. Además, sus hojas presentan un envejecimiento muy lento. Por estas razones el manzano presenta un alto índice de área foliar (IAF) y elevado porcentaje de interceptación de luz durante la mayor parte de la estación de crecimiento. Estas características, junto a su alta capacidad fotosintética, hacen que el manzano sea una de las especies de mayor potencial de rendimiento en zonas con una larga estación de crecimiento. En el otro extremo, los cítricos, el olivo y el arándano, son las especies con menor tasa fotosintética. En el caso de los cítricos, el espesor de las hojas, la escasa proporción de espacios intercelulares en el mesófilo y la ubicación abaxial de los estomas hacen que la resistencia al ingreso del dióxido de carbono (resistencia del mesófilo y estomática) sea muy elevada (Syvertsen y Lloyd, 1994).

Un fenómeno que se presentó fue la elevada radiación en el mes de marzo, lo cual provocó el aborto de flores, esto se pudo observar en todas las huertas. En cuanto al efecto de este fenómeno sobre los niveles de N, P, K, los árboles cierran los estomas y disminuye la asimilación de nutrientes, lo que puede mermar a la larga el contenido de estos. La producción de materia seca de un cultivo, depende fundamentalmente de los siguientes componentes: la radiación incidente, la proporción de radiación absorbida, la capacidad fotosintética de la planta que convierte la energía radiante en compuestos hidrocarbonados, menos las pérdidas energéticas de los procesos de foto-respiración y respiración:

Materia Seca = (Luz incidente) (% absorción de luz) (Fotosíntesis) – (Foto-respiración + Respiración).

A su vez, el rendimiento comercial del cultivo, dependerá de la eficiencia de partición de la materia seca producida a los órganos comerciales, medida a través de su índice de cosecha. Este índice puede variar ampliamente ya que en los frutales no sólo importa la cantidad de radiación absorbida, sino la distribución de la misma en el canopeo, para que no se generen zonas improductivas en la copa. En manzana, se estima que en aquellas ramas cortas, que no reciben una intensidad de radiación superior al 15% de la radiación incidente sobre la copa, no se produce una adecuada inducción y diferenciación floral, tornándose improductivas en los años sucesivos. Este umbral sería similar en los frutales de carozo (Flore, 1994).

Posteriormente, hubo una floración más, donde una intensa granizada durante el cuajado de fruto en el mes de abril terminó por tirar la fruta que se había amarrado para esta floración, las huertas que más se vieron afectadas fueron la de Don Marcelino y Doña Paz (en el huerto 1 y 3 respectivamente), que se encuentran separadas por la de Don Samuel (huerto 2), esta última presentó una floración tardía hasta el mes de abril, la cual se vio afectada de la misma manera. Sin embargo, esta última se encontraba apenas en plena floración; para el caso de la huerta de Don Odilón (huerto 4), fue la que menos afectaciones presentó por granizo, esto por su exposición y ubicación, ya que es la que se encuentra más protegida dado que es la de menor inclinación respecto a las demás.

Después de que se presentaron estos siniestros, la poca fruta que quedó aún en los árboles comenzó a desarrollarse con heridas y pudriciones por golpe de granizo, sin embargo, una granizada más se presentó en julio la cual terminó por tirar toda la fruta, así como rasgar lo que quedaba del follaje, lo cual afectó de igual manera a los cuatro huertos, el tamaño y la intensidad del granizo fue mayor que en años anteriores y en épocas donde normalmente no graniza según los productores.

Dados estos eventos se imposibilitó obtener muestras de frutos para poder evaluar rendimiento y calidad, por otro lado, la condición de los árboles en cuanto a estructura y desarrollo fue notable en los tres tratamientos comparados con el

testigo, ya que su apariencia en cuanto a porte y desarrollo de ramas productivas, al final de la temporada fue mejor respecto a los que no tenían ningún manejo.

Se observó que en general las variedades rojas, son las que presentan mayor resistencia a estas inclemencias, ya que de la fruta que permaneció antes de la segunda granizada era en su mayoría Red Delicious.

De acuerdo con la experiencia de los productores, de años anteriores comparados con el 2016, han observado que los fenómenos meteorológicos como lo son granizadas y la insolación, han ido en aumento en épocas en las que los árboles son más susceptibles de ser afectados por estos fenómenos, que son en etapas de floración o bien próximas a la cosecha.

Para los productores el cambio climático es más que evidente en el comportamiento de sus árboles de manzano, pero también han detectado que la adaptación de estos, está generando que las floraciones sean irregulares y que la fenología del manzano en la zona respecto a cómo la tenían definida se ha ido atrasando, como se observó en el 2016, donde la floración en las huertas que pertenecen a Don Marcelino (H1), Doña Paz (H3) y Don Odilón (H4), se presentó al menos quince días más tarde que en años anteriores. Por otro lado, en la huerta que pertenece a Don Samuel, no se presentó la floración hasta un mes después que las demás, siendo la de mayor inclinación, con respecto a las otras tres, la cual tiene una ubicación con exposición en forma de abanico sin sombreado a diferencia de las demás.

También durante el 2016, se presentó una buena distribución de lluvias a partir de abril y de larga duración, esto provocó días más nublados en esta época y dadas las condiciones, la poca manzana que quedó ya no maduró.

Según Fitter (2002), los cambios en la fenología de las plantas responden a los cambios de temperatura y principalmente al cambio climático ya que han afectado el tiempo de floración.

III. METODOLOGÍA Y MATERIALES

3.1 Diagnóstico del sitio de estudio

El área de estudio correspondió, a cuatro huertas establecidas por los productores de manzana, en el “Ejido Mineral de San Joaquín”, con una superficie aproximada de siete hectáreas, cuya edad de las huertas es de aproximadamente 30 años.

Para establecer los diferentes tratamientos, se realizó un diagnóstico previo en la región del municipio de San Joaquín, que consistió en obtener información del cultivo de manzana; se emplearon guías de observación, para trabajo y recorrido en campo que se encuentran en el Anexo 2, así como entrevistas semiestructuradas a productores, ver Anexo 3.

3.2 Localización del experimento

Posteriormente al diagnóstico, se obtuvo el permiso de 4 productores cooperantes, que se encuentran en la región de Los Hernández en el municipio de San Joaquín, para trabajar en sus plantaciones. En la Tabla 3 y la Figura 7, se observa la ubicación de los huertos, en los que se llevó a cabo el experimento.

Tabla 3. Ubicación geográfica de los huertos en los que se realizó el experimento.

Huerto	Propietario	Latitud	Longitud	Altitud
1	Don Marcelino (R1)	20°54'28.2" N	99°35'21.8" O	2470 msnm
2	Don Samuel (R2)	20°54'31.0" N	99°35'29.5" O	2480 msnm
3	Doña Paz (R3)	20°54'27.2" N	99°35'36.3" O	2489 msnm
4	Don Odilón (R4)	20°54'29.3" N	99°35'42.1" O	2485 msnm



Figura 7. Ubicación de los huertos dónde se estableció el experimento, Los Hernández, San Joaquín, Querétaro.

3.3 Materiales

3.3.1 Material biológico

Se utilizaron 160 árboles de manzano en total, de una edad promedio de 30 años, de las variedades Golden Delicious y Red Delicious, distribuidos en 4 huertos es decir 40 árboles por huerto, 20 árboles por variedad.

3.3.2 Insumos y equipo

60 botes de 20 L de abono bocashi	32 bolsas de papel de 30 x 15 cm
80 botes de 20 L de estiércol de borrego-	Libreta de campo
2 kg de urea	Etiquetas
1 kg de fosfato diamónico	Cámara fotográfica
1 kg de cloruro de potasio	Lápiz
1 L de fertilizante foliar de microelementos (Bayfolan)	Potenciómetro/pHmetro
50 kg de cal hidratada $[Ca(OH)_2]$	Balanza Granataria
1 GPS	80 bolsas de plástico negro de 4 kg de capacidad
2 tijeras para podar-	Colorímetro
1 machete-	Flamómetro

3.4 Método

3.4.1 Diseño experimental

Se realizaron dos experimentos uno para la variedad Golden Delicious y otro para Red Delicious, establecidos en los 4 huertos, se eligieron completamente al azar cada uno de los árboles de cada variedad, en cada uno de los huertos. Se aplicaron 4 tratamientos de manejo, con 4 repeticiones, cada repetición es un huerto con 5 árboles, ver Tabla 4. El total de árboles por variedad fue de 80 para Red Delicious y 80 para Golden Delicious, (20 unidades experimentales por cada huerto).

3.4.2 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en:

- Tratamiento testigo (T0), se marcaron únicamente los árboles, sin aplicaciones y sin manejo.
- Tratamiento 1 (T1), fue el manejo realizado normalmente por los productores, que consistió en la aplicación de dos botes de 20 L de estiércol de borrego por árbol y poda de sanidad.
- Tratamiento 2 (T2), fue el manejo recomendado por INIFAP, consistió en fertilizar con N, P, K equivalente a 25.7g, 5g, 13.1g, (43 g urea, 25 g de fosfato diamónico, 25 g de cloruro de potasio) y asperjar Bayfolan (12 ml en 6 L de agua por árbol, por aplicación) y poda de sanidad.
- Tratamiento 3 (T3) basado en bioinsumos, consistió en: aplicar 1 kg de cal/árbol, 1 ½ botes de 20 L de bocashi y poda de sanidad.

Tabla 4. Disposición de los tratamientos para la experimentación en las variedades Golden Delicious y Red Delicious.

Tratamiento	Repeticiones=Huertos	Unidades experimentales
T0. Testigo sin manejo-	Huerto 1	5 árboles
	Huerto 2	5 árboles
	Huerto 3	5 árboles
	Huerto 4	5 árboles
T1. Manejo llevado a cabo por el productor de acuerdo con su experiencia	Huerto 1	5 árboles
	Huerto 2	5 árboles
	Huerto 3	5 árboles
	Huerto 4	5 árboles
T2. Manejo propuesto por el INIFAP	Huerto 1	5 árboles
	Huerto 2	5 árboles
	Huerto 3	5 árboles
	Huerto 4	5 árboles
T3. Manejo propuesto de acuerdo con el análisis de la zona, mediante bioinsumos	Huerto 1	5 árboles
	Huerto 2	5 árboles
	Huerto 3	5 árboles
	Huerto 4	5 árboles

Las variables que se midieron fueron pH, contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica, en suelo y los niveles de N, P, K, en hojas, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

3.4.3 Manejo del experimento

Para los tratamientos de manejo, se hicieron las aplicaciones correspondientes de acuerdo con la Tabla 5, donde se muestra la época en que se realizaron las actividades de cada tratamiento respectivamente.

El diagnóstico realizado a los productores mediante entrevistas y encuestas fue realizado en los meses de junio a agosto del año 2015. Posteriormente se realizó el muestreo de suelo y foliar, en los huertos de manzano en el mes de septiembre de 2015.

El encalado al suelo, correspondiente al tratamiento tres, se realizó en el mes de enero de 2016.

La aplicación de estiércol del tratamiento uno fue en el mes de abril de 2016. Para el tratamiento dos, la aplicación de fertilizantes granulados y foliares fue en el mes de mayo del 2016, al igual que la aplicación de bocashi, para el tratamiento tres. El último muestreo de suelo y hojas se realizó en el mes de octubre de 2016.

Tabla 5. Actividades y meses de aplicación de tratamientos-

Actividad	2015							2016							2017								
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Diagnóstico: Aplicación de cuestionarios a productores del municipio de San Joaquín.	■	■	■																				
Muestreo diagnóstico de suelo y hojas en los huertos.				■																			
Tratamiento de muestras de suelo y hoja.					■																		
Análisis de suelo y hoja en laboratorio.						■	■																
Aplicación del tratamiento 3 (encalado al suelo)								■															
Poda de sanidad para los tratamientos 1-3									■														
Elaboración de Bocashi										■													
Aplicación de estiércol (T1)											■												
Aplicación de fertilizante (Foliar y granulado) (T2)												■											
Aplicación de Bocashi (T3)													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Registro de eventos meteorológicos.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Muestreo final de suelo y hojas de los árboles por tratamientos y huertos.															■	■	■						
Análisis final de suelo y hoja en laboratorio.																		■	■	■	■	■	■

3.4.4 Muestreo y análisis de suelo

El muestreo de suelo para el diagnóstico, se realizó en los 4 huertos antes de la aplicación de los tratamientos, se tomaron 10 muestras simples, para obtener al final 4 muestras compuestas de cada uno de los huertos. En suelo se analizaron pH, MO y CE. Las muestras se tomaron a una profundidad de 15-20 cm considerando la capa arable del suelo (Alcantar y Etchevers, 1992), esta consideración se tuvo antes y después de la aplicación de los tratamientos.

Posteriormente, al finalizar la aplicación de los tratamientos, se realizó un último muestreo de suelos, que consistió en obtener muestras compuestas del suelo, en 10 árboles, que pertenecían a cada uno de los tratamientos, en cada uno de los cuatro huertos. Las muestras no se separaron por variedad, únicamente por tratamiento y huerto para el análisis de suelo. Finalmente se obtuvo una muestra compuesta de suelo por tratamiento y por cada uno de los cuatro huertos.

Las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente, sobre papel periódico durante dos semanas, posteriormente se molieron y tamizaron en malla de 2 mm de abertura.

Posteriormente se hizo el análisis de las aplicaciones de cada tratamiento examinando los niveles de pH, conductividad eléctrica y materia orgánica en el suelo.

Para medir el pH se utilizó el método AS-02, se pesaron 10 g de suelo seco, se realizó el tamizado en un bote de plástico de 50 ml, se añadieron 20 ml de agua destilada con una pipeta, se agitaron durante 30 minutos y se dejaron reposar durante 15 minutos (SEMARNAT, 2003). Se calibró el potenciómetro con soluciones buffer y se midió el pH en el sobrenadante.

La conductividad eléctrica de cada una de las muestras se determinó con el método AS-18. En un extracto de saturación del suelo por medición electrolítica y una celda de conductividad como sensor, se midió la CE con agua destilada en la suspensión sobrenadante (SEMARNAT, 2003).

Para la determinación de materia orgánica, se utilizó el método AS-07 de Walkley y Black, que tiene como principio la oxidación de esta, con dicromato de potasio en medio ácido y posteriormente una valoración del exceso de ácido crómico formado por retroceso con disolución de sal ferrosa (SEMARNAT, 2003).

3.4.5 Muestreo y análisis foliar

En el caso del muestreo foliar realizado previo y posteriormente a la aplicación de los tratamientos, para analizar niveles de N, P, y K, se emplearon muestras compuestas por tratamiento, es decir, se obtuvo una muestra compuesta de 25 hojas, conformada por 5 hojas de cada uno, de los 5 árboles de cada variedad. Finalmente se obtuvieron un total de 4 muestras compuestas por huerto, correspondientes a los 4 tratamientos, para cada variedad; dando un total de 8 muestras compuestas por huerto, cuatro para la variedad Red Delicious y cuatro para la variedad Golden Delicious. Obteniendo un total de 32 muestras compuestas para análisis. Se muestreó la hoja más recientemente madura, es decir, la que acababa de concluir su crecimiento, evitando las hojas tiernas u hojas viejas. Las hojas se obtuvieron de la parte media del crecimiento del año (López Ritas y López Melida, 1990). Las muestras foliares se secaron en estufa a una temperatura constante de 60°C durante 24 horas, posteriormente se molieron con mortero de porcelana.

Para el caso de N foliar, se utilizó el método de determinación de nitratos por espectrofotometría, la muestra de tejido vegetal seca y molida se digirió en un tubo con la mezcla de digestión de H₂SO₄-ácido salicílico-catalizador.

A un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se agregaron 18 ml de agua destilada, 100 ml de ácido sulfúrico 96%, en pequeñas porciones y agitando, 6 g de ácido salicílico (C₇H₆O₃). Se disolvió con la ayuda de un agitador magnético y con agua oxigenada (H₂O₂) de 25-30% (Walinga *et al.*, 1995). Posteriormente en el filtrado proveniente de la digestión, se determinó la concentración de N-NH₄ por colorimetría, mediante el registro de absorbancias obtenidas del espectrofotómetro visible con celdas de una longitud de paso de luz de 10 mm (Baethgen *et al.*, 1989).

El P se evaluó colorimétricamente, utilizando el mismo digestado mencionado para N anteriormente (Walinga *et al.*, 1995). El método de colorimetría consiste en una

solución de molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio que reaccionan en medio ácido con el ortofosfato para formar un heteropoliácido -ácido fosfomolibdico- que es reducido por ácido ascórbico a un complejo azul de molibdeno intensamente coloreado; sólo las formas de ortofosfato forman dicho color azul en esta prueba, posteriormente se registra las absorbancias obtenidas en el espectrofotómetro la lectura de fósforo total se realizó a 880 nm.

El K se determinó también en el mismo digestado, se usó el procedimiento de emisión, que consiste en que la muestra es atomizada en una llama de alta temperatura para excitar los átomos. Los átomos excitados emiten radiación a longitudes de ondas características. Esta radiación es aislada de otras radiaciones emitidas por los átomos y se mide la intensidad, por espectroscopía de emisión de llama (Issac et al., 1971).

3.5 Análisis estadístico

Los resultados de pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, niveles de N, P y K fueron sometidos a un análisis de varianza y se compararon sus medias con la prueba de Fisher ($P < 0.05$). Adicionalmente se empleó la prueba de comparación de medias de Dunnett ($P < 0.05$), específicamente para el porcentaje foliar de P y K de la variedad Red Delicious, se utilizó esta prueba para comparar la media de los tratamientos respecto al testigo, ya que esta no toma en cuenta las igualdades de varianza entre tratamientos (Anexo 6).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Datos obtenidos en el diagnóstico del sitio

Los resultados obtenidos del diagnóstico, con base en cuestionarios aplicados a los productores y recorridos por los huertos, para conocer la situación en la que se encontraba el cultivo, arrojaron que el 30% de los productores lleva a cabo labores de cultivo (deshierbe, control de plagas, fertilización, podas), esto se puede observar en el anexo 4 y 5. En promedio cada uno de los productores tienen alrededor de una hectárea de huerto establecido, con un mínimo de 200 árboles y como máximo 800 árboles, en su mayoría las variedades establecidas son Golden y Red Delicious.

En cuanto a la información obtenida para el manejo de las huertas, que realizan los productores del municipio de San Joaquín, algunos datos que arrojaron las encuestas y entrevistas realizadas, mencionan que al menos el 75% de los productores, realizan únicamente aportaciones de materia orgánica, con estiércoles, principalmente de borrego, por lo menos dos meses antes de la cosecha. Las plantaciones son de temporal; entre las principales plagas que se presentan están el pulgón lanígero, frailecillo y mosca de la fruta. En cuanto a las enfermedades la roña y cenicilla son las más frecuentes, estos datos se pueden observar en el anexo 5.

4.2 Análisis inicial en suelo de pH, CE y % MO

Los resultados obtenidos en el muestreo diagnóstico en los 4 huertos donde se realizó el experimento, se determinó un valor de pH moderadamente ácido de acuerdo con SEMARNAT (2003), ver Tabla 6. La conductividad eléctrica para esta zona tiene efectos despreciables de salinidad, ya que los valores obtenidos son menores a 1 dS/m. En cuanto al % MO solo el huerto 1 obtuvo un nivel alto de materia orgánica, los tres huertos restantes tienen niveles medios de % MO, los datos obtenidos se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Condiciones iniciales de pH, CE y %MO.

Variable	Huertos			
	H1	H2	H3	H4
pH	5.13	5.15	5.48	5.91
CE ($\mu\text{s}/\text{m}$)	43.6	41.6	58.8	98.1
%MO	4.03	1.71	2.74	3.25

4.3 Análisis inicial foliar de niveles de N, P y K

Los resultados para los análisis foliares de niveles de nitrógeno fueron bajos, ya que el óptimo se encuentra entre 2.2% y 2.6%, según Lalatta (1999), en ninguno de los huertos y en las variedades se obtuvieron valores superiores de 0.37% N foliar antes de la aplicación de los tratamientos (Tabla 7).

Para el caso de fósforo foliar, los valores obtenidos para ambas variedades, en los huertos 1 y 2 estuvieron muy cerca de los niveles óptimos, estos fueron de 0.11 y 0.15%, de acuerdo a Lalatta (1999), los óptimos son de 0.16-0.2% para el P foliar. Los niveles más bajos de este elemento los obtuvo el huerto cuatro con 0.07% en ambas variedades, como se puede observar en la Tabla 7.

En cuanto a los niveles de potasio foliar los niveles obtenidos fueron bajos para todos los huertos, así como también para las variedades, los cuales no fueron mayores a 0.67% de K foliar, en comparación con los óptimos que son de 1.3-1.8% K foliar (Lalatta,1999), los datos obtenidos se pueden observar en la Tabla 7.

Tabla 7. Condiciones iniciales de niveles foliares de N, P, y K, para las variedades Golden y Red Delicious (promedios obtenidos de 4 muestras analizadas).

Variable	Huertos							
	H1		H2		H3		H4	
	Golden Delicious	Red Delicious						
%N	0.32	0.25	0.21	0.25	0.35	0.37	0.28	0.23
%P	0.11	0.15	0.11	0.15	0.11	0.09	0.07	0.07
%K	0.55	0.65	0.55	0.65	0.53	0.67	0.59	0.53

4.4 Análisis de pH, CE y % MO en suelo posterior a la aplicación de los tratamientos

4.4.1 Valor de pH.

Los resultados del pH y su comparación de medias por el método LSD de Fisher se observan en la Figura 8. El tratamiento 3, con aplicación de cal y bocashi al suelo, respecto al testigo y a los demás tratamientos, incrementó el valor del pH, esto por la adición de cal principalmente. Lo anterior también podría deberse a la mineralización de la materia orgánica, aportada por el bocashi, así como la utilización de sales minerales en su elaboración y los distintos eventos dentro de los huertos, que pueden ser desde meteorológicos hasta la dinámica de las labores culturales (Molina y Espinoza, 1999), desde luego la aplicación de la cal en cada uno de los árboles reportó el incremento significativo del pH respecto a los demás tratamientos.

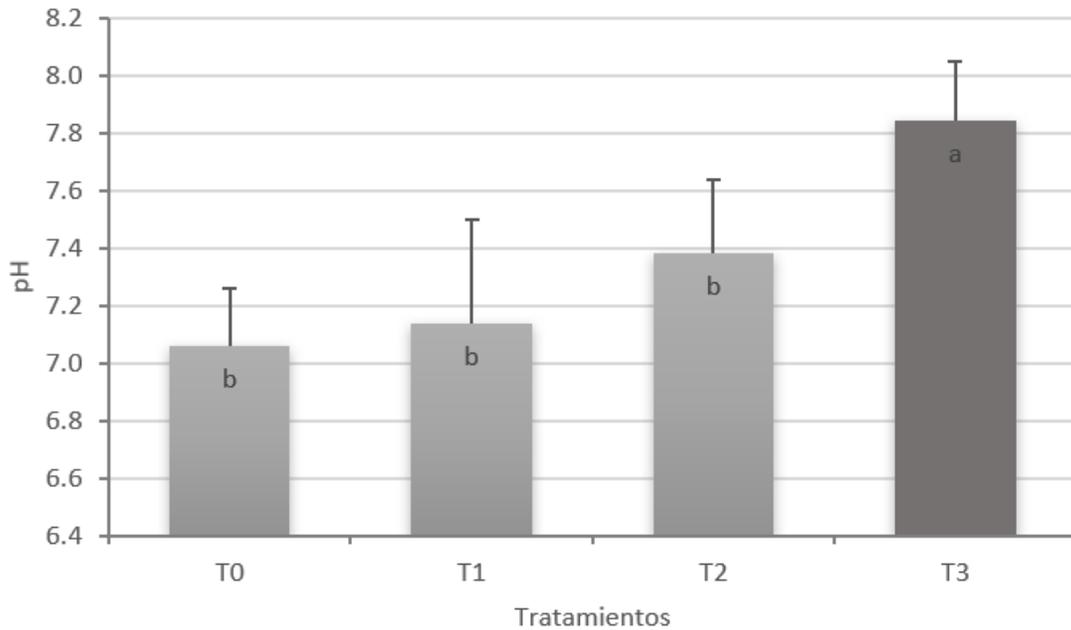


Figura 8. Comparación del valor de pH después de la aplicación de los tratamientos; T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

4.4.2 Materia orgánica

Para el caso del porcentaje de materia orgánica, no hubo diferencia estadística significativa, para ninguno de los tratamientos realizados, de acuerdo con la comparación de medias por la prueba de Dunnet (Figura 9). Sin embargo, en todos los tratamientos incluyendo el testigo, presentan un porcentaje muy alto de contenido de materia orgánica, Harris *et al.* (1996) reportaron que, en suelos donde la materia orgánica es responsable de la agregación de partículas, el encalado puede afectar de forma negativa a la estructura del suelo debido a que se incrementa la actividad de los microorganismos, lo que conlleva un consumo de la materia orgánica. La aplicación de cal promueve la actividad de los microorganismos, induce el proceso de nitrificación y permite la asimilación de elementos, como el nitrógeno, en las raíces. Generalmente se considera al porcentaje de MO, como una de las propiedades más importantes, debido a su impacto significativo en otras propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo.

Estudios similares han encontrado que esta variable en sistemas donde se compara el manejo orgánico y convencional no existe diferencia significativa, por todos los factores climáticos, biológicos y labores de manejo, que intervienen dentro de los huertos, de acuerdo con Gossling y Shepherd (2005).

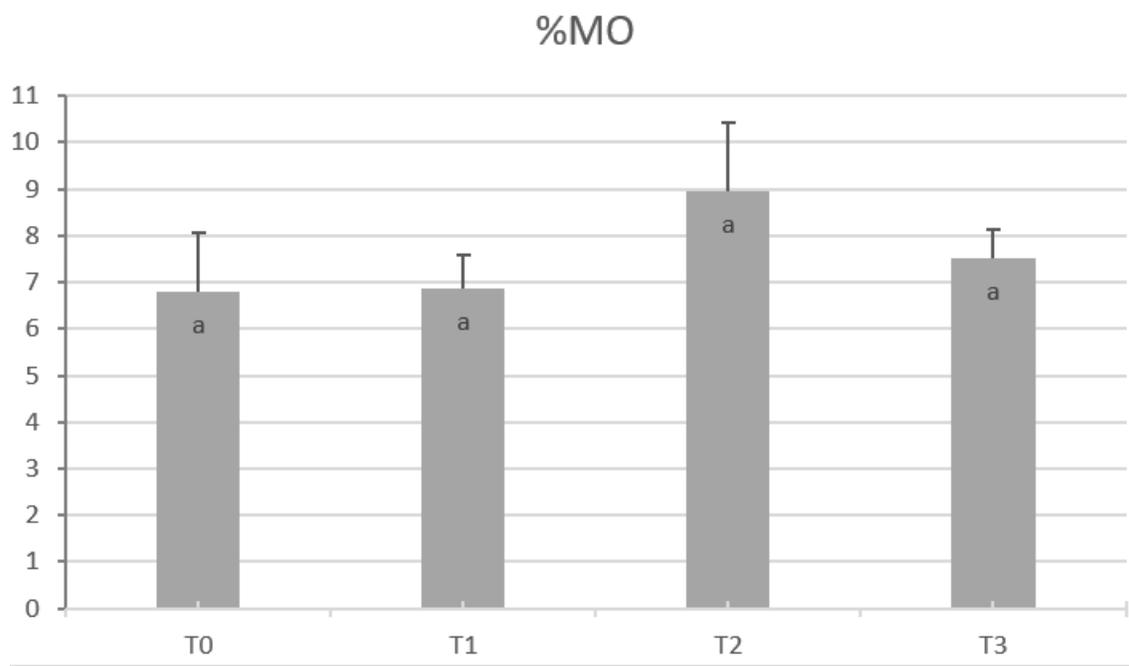


Figura 9. Comparación del porcentaje de materia orgánica (MO) en suelo después de la aplicación de los tratamientos: T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

4.4.3 Conductividad eléctrica

En cuanto a la conductividad eléctrica, los resultados arrojaron que existe diferencia significativa por el método de LSD de Fisher, del tratamiento 3 respecto a los demás tratamientos. Esto corresponde a un incremento en el contenido de las sales por la aplicación de cal y del bocashi (Figura 10). No obstante, aunque la CE aumentó, estos siguen siendo bajos niveles de salinidad en comparación con la CE que tolera el cultivo de manzano la cual es de 1.7 dS/m (Leiva et al., 2017)

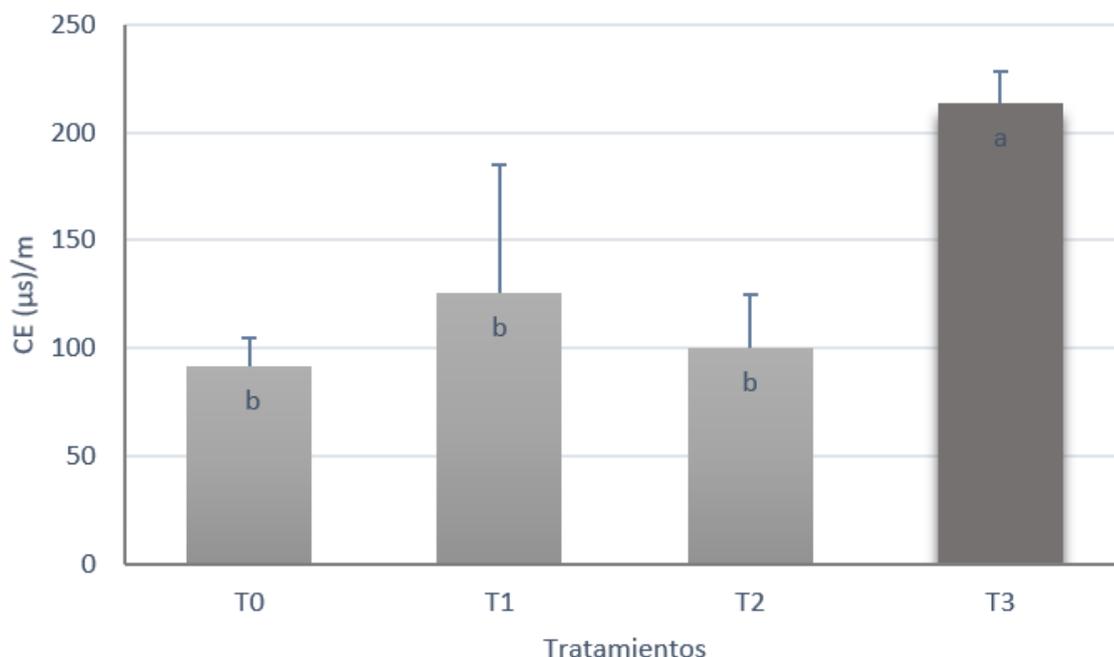


Figura 10. Comparación de conductividad eléctrica en suelo, después de la aplicación de los tratamientos: T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

4.5 Análisis foliares de niveles de N, P, y K, posteriores a la aplicación de los tratamientos

4.5.1 Nitrógeno Foliar

La variable del porcentaje de nitrógeno foliar en la variedad Golden Delicious, no obtuvo diferencia significativa por el método de Fisher (Figura 11A). Los valores obtenidos están por debajo de los niveles óptimos, que van del 2 al 2.5%. Es posible que, los niveles bajos de nitrógeno en las hojas de manzana Golden, podrían atribuirse a una dilución causada por la mayor masa (longitud) del brote bajo manejo orgánico u aplicación de estiércol y materia orgánica como reporta Roussos y Gasparatos (2009), sin embargo, esto no se midió; en sus estudios observaron que

la longitud media del brote en huertos orgánicos era de 24 cm, mientras que en huertos convencionales fue de 17 cm.

En cuanto a la variable de porcentaje de nitrógeno foliar, en la variedad Red Delicious, existieron diferencias estadísticas en las medias por el método de Dunnet. El tratamiento 1 y 3 son diferentes al testigo, así mismo estos tratamientos comparten la característica de aporte de materia orgánica, en forma de estiércol (T1) y su combinación en forma de composta tipo bocashi (T3), como se puede observar en la Figura 11B, lo cual incrementó el contenido de N foliar, respecto a los porcentajes iniciales, obtenidos durante el diagnóstico que no eran mayores a 0.37% de N foliar, sin embargo aunque se registró un aumento, el porcentaje obtenido no se acerca al óptimo que va de 2.0-2.5% de N foliar.

Cabe mencionar que, de acuerdo con la temporada de crecimiento del árbol de manzano, los niveles de N, P, K disminuyen con el avance de la temporada, también interviene la variación de las concentraciones de estos elementos de acuerdo al cultivar (Casierra-Posada *et al.*, 2004). En otros trabajos se reporta que, a fines del verano y otoño, los árboles remueven el nitrógeno de los tejidos anuales a los tejidos perennes (Millard y Thompson, 1989; Neilsen *et al.*, 2001b; Sanchez *et al.*, 1992; Toselli *et al.*, 2000). Es decir, antes de la abscisión de la hoja, del 35% al 70% de la hoja el N se reubica en tejidos perennes como reserva (Blasing *et al.*, 1990 y Muñoz *et al.*, 1993). La movilización de estas reservas de los tejidos leñosos es el principal impulsor del crecimiento de los frutos y las hojas en la temporada temprana, y se ha correlacionado con el desarrollo del dosel de las hojas (Cheng y Fuchigami, 2002; Khemira *et al.*, 1998; Millard y Neilsen, 1989; Neilsen *et al.*, 2001a; y Titus y Kang, 1982).

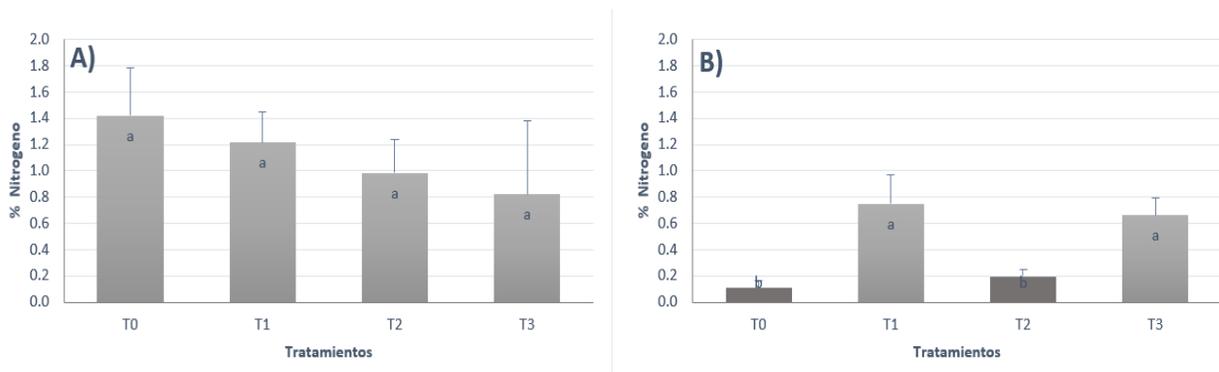


Figura 11. Comparación de porcentajes de nitrógeno foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

4.5.2 Fósforo Foliar

La variable porcentaje de fósforo foliar, en la variedad Golden Delicious, no tuvo diferencia significativa entre los tratamientos de acuerdo con la comparación de medias de Fisher, como se observa en la Figura 12A.

Al igual que en la variable de nitrógeno, para el caso de la variedad Red Delicious, se obtuvieron diferencias significativas. El tratamiento 1, que incluye la aportación de 2 botes de 20 L de estiércol de borrego por árbol, sobresalió con 0.07% más respecto a los otros tratamientos (Figura 12B), causado por los microorganismos presentes en el estiércol de ovino y a su mineralización.

De acuerdo a lo reportado por Posada *et al.* (2003), los contenidos de este elemento en los tejidos, presentan diferencias varietales y también pueden ser afectados por las condiciones en las que este establecida la plantación.

Los resultados obtenidos en ambas variedades muestran niveles en el límite inferior del óptimo, entre 0.13-0.5%. En comparación con el N, sólo hay unos pocos

informes de deficiencia de fósforo (P) en huertos maduros de manzano (Sanchez y Curetti, 2009).

A excepción de la fertirrigación, donde el P es parte del programa de fertilización, bajo condiciones regulares (en las cuales las raíces exploran una gran parte del volumen del suelo), los árboles no responden a los fertilizantes fosfatados inorgánicos, debido posiblemente a la presencia de micorrizas y se ha demostrado que sí lo hacen frente a la fertilización orgánica (Sefeur, *et al.*, 2012). Por lo tanto, no se han observado síntomas de deficiencia de P, aún con valores de P disponible tan bajos como 5 mg kg^{-1} (Sánchez, 1999). Por otro lado, en las plantaciones, la fertilización con P es una práctica habitual ya que el P estimula el crecimiento de las raíces.

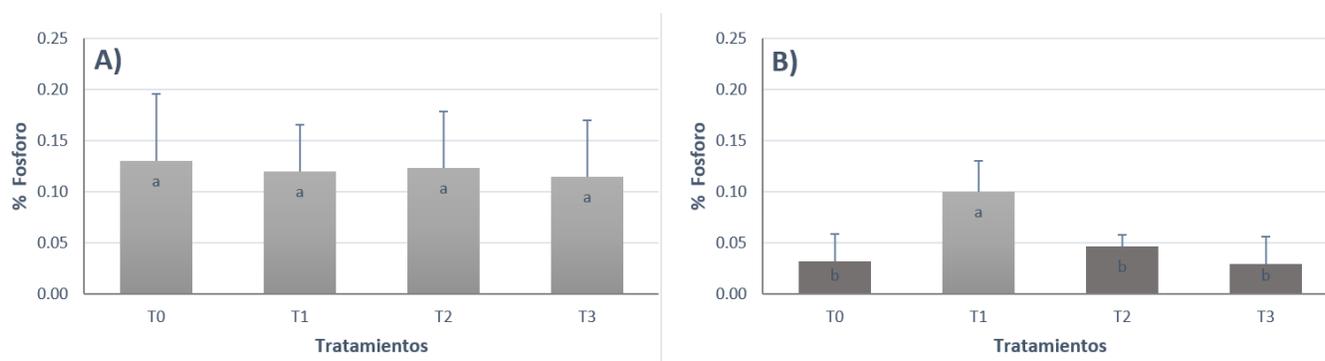


Figura 12. Comparación de porcentajes de fósforo foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

4.5.3 Potasio Foliar

El porcentaje de potasio foliar, para la variedad Golden Delicious, fue significativo en todos los tratamientos respecto al testigo (Figura 13A). En la variedad Red Delicious, mediante la prueba de medias de Dunnet, el tratamiento 1 fue

estadísticamente significativo respecto al testigo, el que consistió en la aplicación únicamente de estiércol ovino y poda, como se observa en la Figura 13B.

Analizando los resultados obtenidos se puede observar que se encuentran dentro de los rangos óptimos de este elemento que van del 1.2 – 2% de K en hojas tanto en los tratamientos como en las variedades. La demanda de K en frutales de pepita es alta. La absorción de K es máxima durante la fase de rápido crecimiento de los frutos, probablemente debido al rol del K en el mantenimiento del potencial de turgencia (Sanchez y Curetti, 2009).

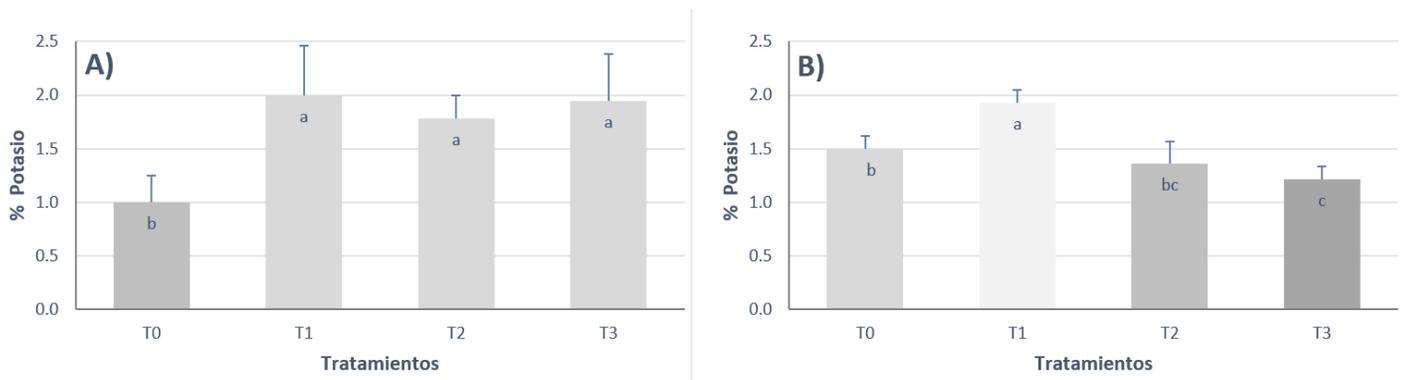


Figura 13. Comparación de porcentajes de potasio foliar en las variedades Golden Delicious (A) y Red Delicious (B) por tratamiento. Donde T0 Testigo, sin ningún manejo; T1 Manejo realizado por los productores; T2 Manejo recomendado por INIFAP; T3 Manejo con bioinsumos.

V. CONCLUSIONES

Se incrementó el contenido de N foliar con el tratamiento de aplicación de estiércol y poda (T1) y con fertilizantes químicos, foliares y granulados (T2) en la variedad Red Delicious respecto al testigo; y solo el primer tratamiento sobre el contenido de P y K en la misma variedad. Por lo que se concluye que la variedad con respuesta al incremento de N, P y K fue Red Delicious. El tratamiento que incremento los tres nutrientes en la misma variedad fue la aplicación de estiércol y la poda, es decir el T1.

En el caso de Golden Delicious los tres tratamientos con aplicación de estiércol y poda (T1), aplicación de fertilizantes foliares y granulares (T2), y cal y bocashi (T3) no incrementaron el contenido de N y P foliar, pero si el K foliar en la misma proporción.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de los tratamientos y los efectos de los mismos, se obtuvo un incremento en los niveles de pH, contenido de materia orgánica y conductividad eléctrica en suelo, a comparación a los obtenidos en los muestreos de diagnóstico, en gran parte de los tratamientos realizados, sin embargo es difícil definir la causa o atribuirla a un tratamiento en específico, por los factores que intervienen en las huertas, que van desde los meteorológicos, hasta la ubicación y disposición de la plantación.

Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos, se presentaron cambios en los niveles de asimilación de N, P, y K foliares, respecto a los tratamientos testigos. Se sugiere determinar los niveles óptimos de N, P, y K foliares para cada variedad debido a que se observó una asimilación diferente de estos.

VI. LITERATURA CITADA

- Acuña-Maldonado L.E., M.W. Smith, N.O. Maness, B.S. Cheary y B.L. Carroll. 2003. Influence of nitrogen application time on nitrogen absorption, partitioning and yield in pecan. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128 (2):155-162
- Alcántar González, E. G., y Etchevers Barra, J. D. (1992). Los análisis físicos y químicos: su aplicación en Agronomía (No. 543 A52). Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. Centro de Edafología.
- Alonso, J. M.; Ansón, J. M.; Espiau, M. T. and Socias, R. 2005. Determination of endodormancy in almond flower buds by a correlation model using the average temperatures of different day intervals and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 130(3):308-318.
- Alvarez, R. S. (1988). El manzano 5 a Edición. *Editorial AEDOS., SA Barcelona, España.*
- Baethgen, W. E., y Alley, M. M. (1989). A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 20(9-10), 961-969.
- Bautista, F., Palacio, J. L., y Delfín, H. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales.
- Bertsch Hernández, F. (1995). La fertilidad de los suelos y su manejo (No. P35/6458). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, San José (Costa Rica).
- Bläsing, D., Atkinson, D., y Clayton-Greene, K. (1989, August). The contribution of roots and reserves to tree nutrient demands: implication for the interpretation of analytical data. In *International Symposium on Diagnosis of Nutritional Status of Deciduous Fruit Orchards* 274 (pp. 51-70).

Casierra-Posada, F., Cortés, LF, Ramírez, J. y Franco, HC (2003). Estado nutricional de árboles de manzano 'anna'durante la. *Agronomía Colombiana*, 21 (1 y 2), 75-82. Recuperado el 24 de Febrero de 2020, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17756>

Castellanos, R. J. Z. (2000). *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas*. México: Intagri Gto.

Cheng, L., y Fuchigami, L. H. (2002). Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. *Tree Physiology*, 22(18), 1297-1303.

Coque Fuertes, M. (2005). Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación (No. 04; SB125, C6 2005.).

Dapena, E., Alegre, S., Alins, G., Batllori, L., Blázquez, M. D., Carbó, J., y Vilajeliu, M. (2008). Propuestas técnicas para el cultivo ecológico de manzana. *Agroecología*, 3, 67-76.

Díaz, M., y Daniel, H. (1987). Requerimiento de frío en frutales caducifolios (No. Folleto 817).

Díaz Montenegro, D. H. (2002). *Fisiología de árboles frutales*.

Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José Costa Rica. (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Recuperado de: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_manzana.pdf

Ernani, P. R., Rogeri, D. A., Proença, M. M., y Dias, J. (2008). A adição de nitrogênio não afetou o rendimento ea qualidade de maçãs em pomar com alta densidade e porta-

enxerto año. Revista Brasileira de Fruticultura, 30(4), 1113-1118. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400044>

Favret Tondato, R. C. (2012). Manzaneros chihuahuenses: trayectoria y organización (No. 664.80411 F3M3).

Fernández, M. R., Parra, R. A., Pérez, S., Vera, J. M., y Zacatenco, M. G. (2010). Variedades de manzana recomendadas para las serranías de Hidalgo y Querétaro. Centro de Investigación Regional Centro. INIFAP. Folleto Técnico No. 1. 36 p.

Fernández, R. (2012). Producción de Manzana en huertos intensivos de Hidalgo. INIFAP, Folleto Técnico Núm. 2.

Fitter, A. H., y Fitter, R. S. R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. Science, 296(5573), 1689-1691.

Flore, J.A. 1994. Stone Fruit, pp. 233-270. In: B. Schaffer and P.C. Andersen (eds.). Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops, Volume I: Temperate Crops. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Gallardo, J. D. J. L., y Bravo, I. R. (2017). FICHA TÉCNICA Mosca mexicana de la fruta. Recuperado de <https://www.gob.mx/senasica/documentos/fichas-tecnicas-moscas-nativas-de-la-fruta>

Gosling, P. y Shepherd, M. (2005). Cambios a largo plazo en la fertilidad del suelo en los sistemas de cultivo orgánico en Inglaterra, con especial referencia al fósforo y al potasio. Agricultura, ecosistemas y medio ambiente, 105 (1-2), 425-432.

Harris, R. F., Chesters, G., y Allen, O. N. (1966). Dynamics of soil aggregation. In Advances in agronomy (Vol. 18, pp. 107-169). Academic Press.

H. Ayuntamiento de San Joaquín. (4 de marzo de 2015). Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Obtenido de Municipio de San Joaquín.: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM22queretaro/municipios/22015a.html>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). INEGI (2020). Recuperado el 20 de marzo de 2020, de MAPAS: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

Isaac, RA y Kerber, JD (1971). Absorción atómica y fotometría de llama: técnicas y usos en análisis de suelos, plantas y agua. Métodos instrumentales para el análisis de suelos y tejidos vegetales, 17-37.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Jarrell, W.M. y R. B. Beverly. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. Adv. Agron. 34:197-224.

Kenworthy A.L. 1950. Nutrient element composition of leaves from fruit trees, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55:41-46

Kenworthy, A.L.1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards.In: Soil Testing and Plant Testing. Editado por: L.M. Walsh and J. D. Beaton. Soil Science Society of America, Wiscosin, USA. 381-392.

Khemira, H., Righetti, TL y Azarenko, AN (1998). El reparto de nitrógeno en la manzana se ve afectado por el tiempo y el hábito de crecimiento de los árboles. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 73 (2), 217-223.

Lalatta, F. (1999). Guía Completa del Cultivo de las Manzanas. Editorial Vecchi. España, 11-117.

Leiva, C., Schmidt, C., y Gajardo, G. (2017). MANZANO, AVANCE DEL PROYECTO. Recuperado el 24 de Febrero de 2020, de “Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío”: <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Manzana.pdf>

López Ritas, J., y López Mérida, J. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Pág. 267.

Millard, P., y Neilsen, G. H. (1989). The influence of nitrogen supply on the uptake and remobilization of stored N for the seasonal growth of apple trees. *Annals of Botany*, 63(3), 301-309.

Millard, P., y Thomson, C. M. (1989). The effect of the autumn senescence of leaves on the internal cycling of nitrogen for the spring growth of apple trees. *Journal of Experimental Botany*, 40(11), 1285-1289.

Molina, E. (1998). Encalado para la corrección de la acidez del suelo (No. 631.42 M722e). San José, CR: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Consultado el 28 de Julio del 2016. Recuperado de: [http://anfocal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion de Suelos Acidos/JM-encalado y acidez.pdf](http://anfocal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf)

Molina, E., y Espinosa, J. (1999). Acidez y encalado de los suelos. International Plant Nutrition Institute. CATIE, San José–Costa Rica. Recuperado de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>

- Munoz, N., Guerri, J., Legaz, F., y Primo-Millo, E. (1993). Seasonal uptake of ^{15}N -nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant and soil*, 150(2), 263-269.
- Neilsen, D., Millard, P., Neilsen, G. H., y Hogue, E. J. (2001a). Nitrogen uptake, efficiency of use, and partitioning for growth in young apple trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(1), 144-150.
- Neilsen, D., Millard, P., Herbert, L. C., Neilsen, G. H., Hogue, E. J., Parchomchuk, P., y Zebarth, B. J. (2001b). Remobilization and uptake of N by newly planted apple (*Malus domestica*) trees in response to irrigation method and timing of N application. *Tree Physiology*, 21(8), 513-521.
- Ortiz Solorio, C. A. (1987). Elementos de agrometeorología cuantitativa: con aplicaciones en la República Mexicana (No. Sirsi a67490).
- Ramírez, H. (1987). Control hormonal del desarrollo de las plantas. México: Editorial Limusa.
- Ramirez, H., y Hoad, G. V. (Junio, 1981). Effects of growth substances on fruit-bud initiation in apple. In *Symposium on Growth Regulators in Fruit Production* 120 (pp. 131-136).
- Ramírez, H., Cepeda M. (1993). El Manzano. Editorial Trillas. México. Pág. 11
- Restrepo, J., Hensel J. (2007). Manual Práctico El ABC de la agricultura orgánica fosfitos y panes de piedra. Feriva S.A. Santiago de Cali, Colombia. 31-272 pp.
- Restrepo, J. (2009). Apuntes del curso taller de agricultura orgánica en 4° Congreso Nacional Orgánico del manejo integrado de plagas, nutrición y enfermedades en el manzano. Asociación Agrícola Local de Fruticultores de Guerrero-UNIFRUT, Guerrero; 19-23 de febrero.

Righetti T.L. 1986. Using tissue mineral analysis. 1986. Proc. Oregon Hort. Soc. 77:11-32.

Rimache, M. (2007). Cultivo de Manzano. Empresa Editora Macro EIRL. Perú. Pág. 10.

Roussos, P. A., y Gasparatos, D. (2009). Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Scientia Horticulturae*, 123(2), 247-252.

Sanchez, E. E., y Curetti, M. (diciembre de 2009). Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. Recuperado el 26 de febrero de 2020, de Producción y Manejo Nutricional de Frutales de Clima Templado.: [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/4E473D1CD6C9948685257995007552C8/\\$FILE/IA%2044.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/4E473D1CD6C9948685257995007552C8/$FILE/IA%2044.pdf)

Sánchez, EE, Righett, TL, Sugar, D. y Lombard, PB (1992). Efectos del momento de la aplicación de nitrógeno en el reparto de nitrógeno entre los componentes vegetativos, reproductivos y estructurales de las peras maduras 'Comice'. *Revista de ciencia hortícola*, 67 (1), 51-58.

Samuel, Á. A. (2001). Guía para el control químico de las plagas del manzano en Durango. Recuperado de: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2490/Guia%20para%20el%20control%20quimico%20de%20las%20plagas%20del%20manzano%20en%20durango.pdf?sequence=1>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Orientaciones Metodológicas "Caracterización de los modelos económicos prioritarios". Cadereyta, Querétaro: INCA.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (23 de abril de 2003). Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 18 de marzo de 2020, de NOM-021-

SEMARNAT-2000:

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (31 de enero de 2020). Info SIAP. Recuperado de Avance de siembras y cosechas perennes: Manzana 2019:http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do

Simone, N. (2004). Manual de monitoreo de plagas, enemigos naturales y enfermedades del manzano, peral y cerezo. Una guía ilustrada para el estado de Washington. Center for Agricultural Partnerships. US Environmental Protection Agency and United States Department of Agriculture. <http://www.agcenter.org/ManualDePlagas.pdf>

Syvertsen, J.P. and J. Lloyd. 1994. Citrus, pp. 65-99. In: B. Schaffer and P.C. Andersen (eds.), Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops, Volume II: Subtropical and Tropical Crops. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Tamaro, D., & Caballero, A. (1979). Tratado de fruticultura.

Titus, J. S., y Kang, S. M. (1982). Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees.

Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos en las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos. (M. Villeda, Ed.). Tegucigalpa. Doi: ISBN 978-99979-55-01-2

Toselli, M., Zavalloni, C., Marangoni, B., y Flore, J. A. (2000). Nitrogen partitioning in apple trees as affected by application time. HortTechnology, 10(1), 136-141.

Trinidad S. A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo México. Pág. 45.

Trinidad S. A. (2009) Ficha Técnica Núm. 6 Abonos Orgánicos, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Recuperado el 9 de enero de 2017: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>

Unión Agrícola de Fruticultores del Estado de Chihuahua, A.C. (UNIFRUT). 2010. Producto Final: Estudio de infraestructura logística para la manzana y durazno del Estado de Chihuahua. Chihuahua. Recuperado de: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/UNIFRUT.pdf

Unión Agrícola de Fruticultores del Estado de Chihuahua, A.C (UNIFRUT). (31 de enero de 2020). *Plan Rector Sistema Nacional Manzana*. Recuperado de Comité Nacional Sistema Producto Manzana A.C.: http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNISP_MANZANA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_MANZANA_NACIONAL_2012.pdf

Vieira, M. J., Ochoa, B., Fischler, M., Marín, X., & Sauer, E. (2000). *Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de Ladera: sistema de producción de granos básicos: pequeña ganadería*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, San Salvador (El Salvador) Proyecto CENTA-FAO, San Salvador (El Salvador) Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, San Salvador (El Salvador) Programa de Desarrollo Rural en el Departamento de Chalatenango, San Salvador (El Salvador). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ar824s/ar824s.pdf>

Walinga, I., Van Der Lee, J. J., Houba, V. J. G., Van Vark, W., y Novozamsky, I. (1995). Plant Analysis manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 253p.

Weinbaum S.A., I. Klein, F.E. Broadbent, W.C. Mickie y T.T. Muraoka. 1984. Effects of time of nitrogen application and soil texture on the availability of isotopically labeled fertilizer nitrogen to reproductive and vegetative tissue of mature almond trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:339-343

Weinbaum S.A., P.H. Brown, R.C. Rosecrance, G.A Picchioni, F.J.A. Neiderholtzer, F. Youssefi y T.T. Muraoka. 2001. Necessity for whole tree excavations in determining patterns and magnitude of macronutrient uptake by mature deciduous fruit trees. *Acta Horticulturae* 564:41-49.

ANEXOS

ANEXO 1

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen, distribución y presencia del cultivo en México

El manzano tiene su centro de origen en el sudoeste asiático, entre los mares Caspio y Negro, en el área geográfica comprendida entre Georgia y Armenia (Rimache, 2007). Los manzanos que comenzaron a desarrollarse en esta región fueron de las especies *Malus pumila*, *Malus baccata* y *Malus sylvestris Mill*, los frutos de estas especies se han caracterizado por su tamaño relativamente pequeño. Según V.V. Ponomarenko es *Malus sieversii* (ledeb.) Roem, una especie de manzano silvestre que crece de manera natural en las regiones montañosas de Asia media, la cual podría ser la especie de la que se habrían originado, hace 15,000 – 20,000 años las primeras razas cultivadas de manzano.

Los griegos y romanos proliferaron este frutal en el Medio Este o Sureste de Europa, este frutal fue traído por primera vez a América, a principios de 1600, por pobladores europeos, la propagación de la especie en esa época fue por semilla dada la facilidad de transporte (Ramírez y Cepeda, 1993).

Los colonizadores españoles introdujeron los árboles de manzano en los huertos de las misiones de los valles altos de la Nueva España, donde se fueron adaptando a los nuevos ecosistemas. A finales del siglo XIX, algunos agricultores de Chihuahua desarrollaron los primeros huertos comerciales con estas variedades criollas y luego introdujeron los manzanos genéticamente mejorados, que fueron importados de Estados Unidos. Hasta mediados del siglo XX, en el mercado se denominaban “manzanas corrientes” a las variedades criollas como San Juan, San Miguel, Pata de Burro, Chata, Dulce y el Perón o Blanca de Asturias, entre otras; y “manzanas

finas” a las provenientes de los árboles genéticamente mejorados como *Red Delicious*, *Jonathan*, *McIntoch*, *Winesap*, *Winter Banana*, *Golden Delicious*, *Arkansas*, *Starking Delicious* (Favret, 2012).

1.2 Características taxonómicas y morfológicas de *Malus domestica* Borkh. *Malus pumila* Mill

La taxonomía del manzano abarca 26 especies y más de 60 subespecies, pertenecen al género *Malus*, sub-familia Pomoidea, familia Rosaceae, clase dicotiledóneas, sub-tipo angiospermas y tipo espermatofitas.

El manzano está formado principalmente por dos partes: la copa (ramas y hojas) y el sistema radical. En los manzanos de cultivo, estas dos partes no pertenecen a la misma especie, puesto que es el patrón del injerto el que forma las raíces. En su forma natural la copa, el injerto, está compuesta por un tronco y por numerosas ramificaciones. La copa consta de los brotes, las ramas de distintos años, las hojas, las yemas de madera, las yemas florales, las flores y los frutos (Lalatta, 1999).

Raíz

La raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas y una masa de raicillas que, en conjunto forman la cabellera, poseen cofia y pelos absorbentes y alcanzan una longitud vertical de 1.5 a 2.0 m y una longitud horizontal de 3 a 6 m (Ramírez y Cepeda, 1993).

Tallo

El tallo al principio es herbáceo y efectúa cierta acción fotosintética, función que pierde posteriormente al hacerse leñoso y constituirse en el tronco definitivo; presenta corteza cubierta de lenticelas, lisa, unida, de color ceniciento verdoso sobre las ramas, y es escamoso y gris pardo sobre las partes viejas. La altura del

tallo es variable y depende de los sistemas de circulación y del método de cultivo; alcanza a medir de 2.5 a 6.0 m y sus funciones son muy importantes ya que transporta a las hojas los elementos nutritivos disueltos en el agua que han entrado a través de los pelos absorbentes (Ramírez y Cepeda, 1993).

Hojas

Las hojas del manzano son caducas, alternas, acuminadas y son de color verde oscuro por el haz y leñoso y blanquecino por el envés. Son lo doble de largo que el pecíolo, con cuatro a ocho nervios alternados y bien desarrollados.

Flores

Las flores, reunidas en una inflorescencia (corimbo) son hermafroditas, sus pétalos son de color blanco rosáceo intenso, presentan numerosos estambres y un ovario con cinco carpelos y dos óvulos cada uno.

Frutos

Los frutos tienen forma redonda; en algunos cultivos, las manzanas son planas, en otras alargadas y su cáliz tiene grandes nervaciones (Red Delicious). En ocasiones, la epidermis es de un color verde amarillento (Golden Delicious); a veces rosácea, aunque la mayoría, rojo intenso. La carne de forma general es fuerte, más o menos jugosa y crujiente, dulce y ácida al mismo tiempo (Lalatta, 1999).

1.3 Variedades

De acuerdo con información de la Unión Agrícola de Fruticultores del Estado de Chihuahua, A.C. (2010), existen más de mil variedades de manzano en todo el

mundo, las más difundidas por sus características se mencionan a continuación y se pueden observar en la Figura 14:

- Rome Beauty: fruto grueso de forma esferoidal, su cáscara es bastante gruesa, amarilla verdosa, cerca de 40- 60% de la superficie es de un color intenso. La pulpa es blanca o blanca crema, no muy compacta, poco o medianamente succulenta, poco dulce, poco ácida, poco aromática y de mediana a escasa característica gustativa.
- Top Red: es de color rojo con estrías y tiene una piel brillante. La carne es consistente, aunque se puede volver harinosa con el tiempo y tiene un sabor dulce.
- Starking: es una de las más conocidas, procede de Estados Unidos, siendo una mutación de la Red Delicious. Su piel es brillante con estrías rojas y verdosas. Su carne es blanda amarillenta y crujiente, de sabor dulce.
- Royal Gala: de origen neozelandés, tiene la piel con estrías rojas y naranjas sobre un fondo amarillo verdoso. Su forma es muy redondeada y su carne es blanca, crujiente y consistente. Muy aromática y jugosa.
- Granny Smith: procede de Australia y es fácil de reconocer porque tiene la piel de un color verde intenso con algunos puntos blancos. Es muy redonda y de carne blanca, muy crujiente y jugosa con sabor ligeramente ácido.
- Golden Supreme: es de color verde con tonalidades rosadas y de forma globosa. Su carne crujiente y jugosa es algo ácida y poco aromática.
- Reineta gris del Canadá: variedad francesa de gran tamaño y forma achatada. Su piel es gruesa y rugosa, de color amarillo oxidado o grisáceo y

su pulpa tiene aspecto viscoso, es jugosa y con sabor azucarado, con un agradable punto ácido.

- Macintosh: es una fruta de tamaño mediano y forma redonda. El color de su piel está formado por la combinación de dos tonos de rojo, o un rojo y un verde. Su crujiente y jugosa pulpa resulta linealmente ácida (UNIFRUT, 2010).

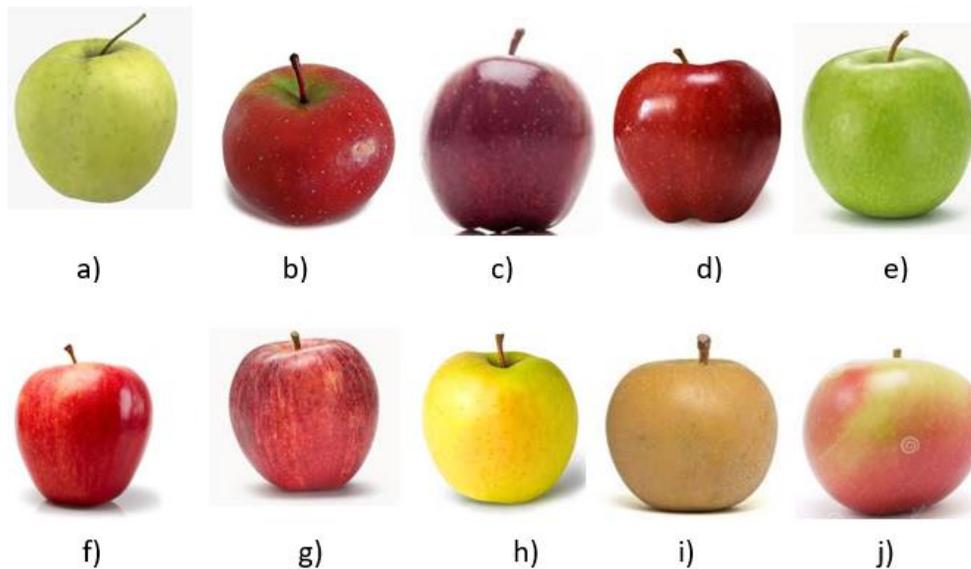


Figura 14. Variedades de manzana: a) Golden Delicious; b) Rome Beauty; c) Top Red; d) Red Delicious; e) Starking; f) Royal Gala; g) Granny Smith; h) Golden Supreme; i) Reineta; j) Macintosh (UNIFRUT, 2010).

1.3.1 Variedades recomendadas por INIFAP para las serranías de Hidalgo y Querétaro

Los trabajos realizados durante las dos últimas décadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en México (Fernández *et al.*, 2010), sobre la producción de manzano en las serranías de Hidalgo y Querétaro, arrojaron un catálogo de alrededor de 20 nuevas variedades para su introducción

en esta zona entre las que se mencionan algunas en la Tabla 8 con sus principales características.

Tabla 8. Variedades recomendadas para las serranías de Hidalgo y Querétaro (Fernández *et al.*, 2010).

Variedad	Altitud (msnm)	Floración	Días de flor a fruto	Horas frío	Características del fruto	Susceptibilidad a enfermedades	Fruto
Agua Nueva	2000-2200	1ra Quincena Febrero.	130	500	Semialargado, tamaño medio (150g), amarillo chapeado, 16°Bx, 4.6g de ácido málico	Medianamente susceptible al paño	
Rayada Temprana	Superior a los 2300	1ra Quincena Marzo.	105	500	Redondo y grande (170 g), rojo estriado, 14°Bx, 2.4g de ácido málico	Susceptible a roña, pudiendo evadirlo por madurez temprana	
Cambray	Superior a los 2300	1ra Quincena Marzo.	110	500	Redondos, tamaño medio (140g), rojo estriado, 13.0°Bx, 2.6g de ácido málico	Susceptible a roña, pudiendo evadirlo por madurez temprana	
King Royal	Superior a los 2300	1ra Quincena Marzo.	110	500	Redondos, tamaño grande (150g), rojo estriado brillante, 12.0°Bx, 5.5g de ácido málico	Susceptible a roña, pudiendo evadirlo por madurez temprana	
Peruana	Superior a los 2300	1ra Quincena Marzo.	120	500	Semialargados, tamaño grande (+160g), rojo estriado opaco, 14.0°Bx, 3.9g de ácido málico	Susceptible a roña	
Golden Brotador	Superior a los 2300	1ra Quincena Marzo.	130	550	Ligeramente alargados, tamaño medio (140g), amarillo chapeado, 13.4°Bx, 5.0g de ácido málico	Medianamente susceptible al paño	
Pacific Gala	Superior a los 2300	1ra Quincena de abril.	120	500	Redondos, tamaño medio (130g), rojo liso, 17.0°Bx, 6.5g de ácido málico	Susceptible a roña	

Variedad	Altitud (msnm)	Floración	Días de flor a fruto	Horas frío	Características del fruto	Susceptibilidad a enfermedades	Fruto
Golden Mario	Superior a los 2300	1ra Quincena de marzo.	130	550	Ligeramente alargados, tamaño medio (140g), amarillo chapeado, 13.8°Bx, 5.4g de ácido málico	Susceptibilidad media al paño	

1.4 Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de manzano

Es importante conocer los requerimientos edafoclimáticos, ya que de estos depende la realización de un cronograma de actividades de manejo agronómico, en las huertas de manzano, para la toma de decisiones. La altitud y clima ideales para este cultivo se encuentran donde las temperaturas mínimas bajan a 7° C. Para huertos comerciales, se han establecido a una altitud de 1,300 a 2,200 msnm, con la condición de que estos lugares tengan una época seca de cuatro meses.

La temperatura nocturna tiene influencia en la forma y color del manzano; noches más frías inciden mejor en la calidad del fruto, expresada en forma alargada y color rojo.

El viento es muy útil durante noviembre y diciembre, ya que ayudan a deshidratar las hojas y a la caída de estas. Aparentemente, el viento baja la temperatura de las yemas y en consecuencia mejora la brotación. Los vientos moderados durante la floración pueden ayudar a la polinización, pero los vientos fuertes impiden el vuelo de abejas polinizadoras y pueden provocar la caída del fruto.

El régimen de lluvias es crítico para la calidad de la fruta y asegura los altos rendimientos. Un verano seco definido, significa disponer de riegos de auxilio en el

huerto, cada árbol debe recibir 50 litros por semana; sin este requisito, no se recomienda el establecimiento de huertos comerciales.

La precipitación pluvial persistente y de baja intensidad en época de floración (febrero a marzo) perjudica la polinización de las flores ya que causa enfermedades, el aglutinamiento del polen, la disminución de la actividad de las abejas y la caída de las flores.

La forma del árbol influye en la luminosidad disponible en las hojas que fotosintetizan carbohidratos que serán traslocados al fruto. Un árbol con formación en "espaldera" disfruta de más iluminación que un árbol formado en "copa", sobre todo por el exceso de ramas, normalmente existentes en este último tipo de poda de formación (Figura 15). Los frutos que no reciben la suficiente cantidad de luz, no toman todo el color y las espuelas, que son las estructuras donde ocurre la floración y fructificación, tienen una vida entre ocho y diez años, en condiciones de sombra viven menos años. Además, los árboles sin iluminación suficiente sufren más de ataques de cochinillas y otras plagas o enfermedades.

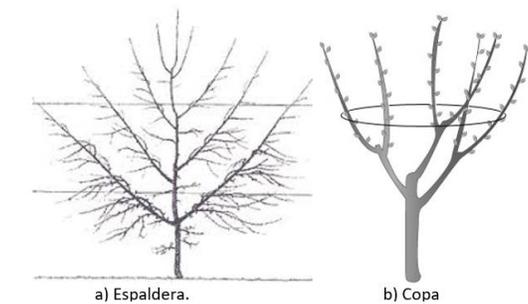


Figura 15. Formación de árboles de manzano en: a) espaldera; y b) copa.

Por otro lado, el suelo ideal para cultivar manzana debe tener textura franco arenosa y un buen drenaje. Valores de pH menores a 5.5 y el aluminio intercambiable mayor de 0.3 meq/100 ml de suelo, requieren de encalado. En la Tabla 9, se pueden observar los elementos y rangos ideales en cuanto a clima, suelo para el cultivo y manejo de manzana. La etapa más sensible a las heladas es el estado de cuaje y fruto pequeño cuando se presentan temperaturas de -2° C, mientras que

temperaturas de -10° C dañan la corteza y se pierden las yemas florales. Los excesos de agua en el suelo, favorecen el ataque de los hongos causantes de las podredumbres en la raíz y también produce la muerte de los arbolitos por asfixia, por lo cual sólo se debe plantar en suelos con excelente drenaje (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería de San José Costa Rica, 1991).

Tabla 9. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de manzano (Leiva, Schmidt, y Gajardo, 2017).

Variable	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	7° C	18°C – 24°C	35°C
Grados día acumulados ^a	900 a 1200 ° día		
Horas frío (T°<7°)	500 – 1700		
Profundidad de Suelo	Subsuelo suelto >80 cm		
pH	4.6	5.5-7	8.9
Salinidad	1.7 dS/m	----	4.8 dS/m
Textura	Franca, sin límite (mediana fina a gruesa)		
Drenaje	Sin Nivel Freático.	Moderado.	Nivel Freático a 110 cm.
Pedregosidad.	15% piedras	----	35% piedras
Pendiente.	2%	Suave	6%

^a Es la suma térmica entre la yema hinchada y cosecha.

1.5 Patrones o portainjertos

El patrón, portainjerto o banco de un frutal, está constituido por el sistema radical y una pequeña parte del tronco; sobre él se injerta el cultivar comercial que producirá fruta.

Se recomienda utilizar portainjertos semivigorosos, que reduzcan el tamaño del árbol y que permitan su establecimiento, en diseños de plantación con distancias reducidas, para contar con la mayor cantidad de árboles posible, por unidad de superficie y por ende con mayores rendimientos. Algunos de estos portainjertos son los MM106 y MM111, que son resistentes al pulgón lanígero que ataca las raíces de los árboles. Si se cuenta con riego durante todo el año, es muy recomendable utilizar portainjertos enanos, para aumentar aún más la densidad de población.

1.6 Manejo del Cultivo

1.6.1 Establecimiento de la plantación

Las zonas de serranías son frecuentemente calientes debido a que, durante las heladas por radiación, pueden drenar el aire frío. Para seleccionar el sitio de la plantación, se deben considerar los requerimientos edafoclimáticos ya mencionados y buscar áreas con cierta pendiente generalmente mayor al 5% y buen flujo de aire frío para reducir los daños por heladas. Las serranías en algunas áreas tienen noches frescas durante el final del periodo de crecimiento, lo cual favorece la coloración de frutos. En cuanto a la exposición del sitio, los que están hacia el sur florecen temprano y se cosechan más tarde que los sitios con exposición hacia el norte, que florecen más tarde y presentan menor probabilidad de heladas.

Sistemas de Plantación. Un sistema de plantación debe considerar lo siguiente:

- Huertos en terrenos planos: deben tomar en cuenta las dimensiones de la maquinaria que se empleará en labores del cultivo.
- Huertos en pendiente: deben establecerse en terrazas continuas que faciliten el manejo, acceso y realización de las labores del cultivo de ahí dependerá el trazo.
- Huertos con cultivos intercalados o asociados: con leguminosas, entre otros cultivos deben considerar el espacio suficiente para el desarrollo del huerto y las especies que se asociarán.

Arreglos y Distancias de la Plantación: en las regiones serranas de Hidalgo y Querétaro, los huertos que se establecieron más de 30 años atrás, tienen densidades bajas de población, es decir, 200 árboles por ha en promedio. Las distancias que se manejan son de 6 x 6 m y 7 x 7 m entre árboles. Las distancias

dadas en metros y las hileras del arreglo de la plantación, son factores importantes a considerar para el diseño de huertos; actualmente se manejan los términos “Alta densidad” y “Huertos intensivos” dónde se recomienda que cuando menos se tengan 1000 plantas por ha.

Es importante tomar en cuenta el aprovechamiento de la superficie, así como los recursos disponibles como el agua para riego, portainjertos, conocer el hábito de crecimiento del cultivar deseado, tamaño final del árbol; el arreglo tradicional recomendado es en hilera sencilla. Es así como dependiendo de todas estas consideraciones, se debe elegir los componentes indispensables para el éxito de la plantación, los cuales deben estar relacionados uno con otro y son el portainjerto, el método o sistema de conducción, técnicas de poda y entrenamiento de ramas.

Para calcular la densidad de plantación se puede usar la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad (árboles / ha)} = 10,000 / A \times B$$

Donde:

A = ancho de la calle de tronco a tronco de los árboles, por donde pasará la maquinaria

B = distancia entre árboles dentro de la hilera

Trazo de la plantación: para trazar la plantación se establece una línea recta base, normalmente se hace de la parte más larga del terreno, después se trazan líneas perpendiculares a la línea base, en ambos extremos y una o dos hacia el centro. Posteriormente, partiendo de las líneas perpendiculares y de la línea base, se sitúan puntos para prolongarlos si el terreno no tiene forma regular. Después de esto, es posible establecer cualquier marco de plantación utilizando cintas marcadas para indicar la distancia y con estacas o puntos de cal, señalar el sitio donde deberá hacerse el hoyo o la cepa.

Época de plantación: en zonas con inviernos húmedos y temperaturas templadas (2-7 °C) se sugiere plantar a raíz desnuda a finales del otoño, ya que se produce

cierto crecimiento de la raíz. En zonas con inviernos fríos y secos es mejor plantar a raíz desnuda a finales del invierno; sin embargo, es necesario proteger las raíces de la sequía y del frío manteniéndolas constantemente húmedas.

Cuando se planta con cepellón o en bolsa, la mejor época de plantación es al inicio de las lluvias, de esta forma la planta continuará desarrollando en campo y se adaptará al nuevo sitio durante el resto del año.

1.6.2 Riego

En cuanto a la cantidad necesaria de agua respecto al tipo de suelo, se recomienda en suelos pesados 360 litros de agua al mes por árbol; 240 litros al mes para un terreno con suelos francos y 120 litros al mes para un terreno con suelos ligeros. Esto debido a la capacidad de retención de agua de cada tipo de suelo.

Para seleccionar el método de riego más apropiado se debe tomar en cuenta las características físicas del suelo, posibilidad de nivelación, condiciones de drenaje y salinidad, disponibilidad y calidad de agua, necesidades del cultivo y factores económicos, a continuación, se mencionan los métodos:

- Por cajetes: se recomienda para terrenos relativamente llanos (la superficie dentro del cajete necesita estar nivelada); no debe emplearse en suelos con tendencia al encharcamiento. Este tipo de riego es adecuado para suelos con rápida infiltración y puede adaptarse a corrientes de diverso caudal. Las desventajas de este método son los altos costos de instalación y la gran cantidad de mano de obra, así como el elevado consumo de agua.
- Por melgas o matas: se recomienda en pendientes menores de 7% para melgas pequeñas, mientras que para melgas grandes no debe pasar de 0.5%. Se recomienda para textura entre media y fina y puede adaptarse a

caudales moderadamente grandes, que crecen dependiendo del tamaño de la melga. Para melgas pequeñas, es necesario que estén orientadas a favor de la pendiente; para melgas grandes, se necesita una nivelación muy exacta del terreno (Ramírez y Cepeda, 1993).

- Por surcos o rodado: para pendientes uniformes que no excedan del 8%, puede usarse en todo tipo de suelos, ajustando la longitud del surco al tipo de suelo. Cuando el riego es por curvas de nivel, hay peligro de que el suelo se erosione y por eso requiere más mano de obra.
- Por aspersión: se aplica agua a través de pequeños orificios o boquillas; generalmente la presión se obtiene por bombeo, aunque puede lograrse por gravedad si la fuente de abastecimiento es bastante elevada con relación al área a regar. Los sistemas de aspersión por arriba de la copa de árboles se están haciendo populares y son especialmente convenientes donde existen los declives fuertes. El riego por aspersión por arriba se aconseja también cuando el volumen de agua de que se dispone es limitado, o cuando el suelo es excesivamente poroso y tiene poca capacidad de retención de agua.
- Por goteo y microaspersión: consisten en llevar el agua hasta las raíces de las plantas a través de un sistema de tubería para que el agua salga en forma de gotas o aspersión, por medio de dispositivos específicos llamados microaspersores y emisores o goteros. Este tipo de riego se puede usar en cualquier tipo de suelos, con cualquier pendiente y clima; evita la nivelación de tierras, incrementa la producción tanto en cantidad como en calidad. Sin embargo, estos sistemas requieren equipo especial que implica altos costos de inversión y se necesita de un adecuado diseño para que todas las plantas reciban la misma humedad; además debe preverse el taponamiento de los goteros, es decir, requiere de supervisión constante. Con el sistema de riego por goteo y dependiendo de la edad del huerto, es recomendable aplicar entre 50 y 200 litros de agua al mes por árbol, en el cajete bajo la zona de

goteo durante los meses secos, es decir, entre el inicio de la brotación y el inicio de la temporada de lluvias (Ramírez y Cepeda, 1993).

La aplicación de riegos se recomienda principalmente durante la primavera cuando no se presentan lluvias y se tiene el mayor desarrollo de las plantas y frutos (Ramírez y Cepeda, 1993).

1.6.3 Podas

La poda se realiza poco después de la caída de las hojas, hasta poco antes de que el árbol brote. La época de poda del manzano deberá realizarse durante la etapa de reposo. La poda puede ser temprana en regiones con inviernos consistentes y establecidos, y tardía donde haya riesgo de heladas tardías. La poda de verano se practica dos o tres semanas antes de la terminación del crecimiento vegetativo, con el propósito de estimular la formación de dardos reproductivos. Existen 4 tipos de podas (Ramírez y Cepeda, 1993):

- Poda de rejuvenecimiento: esta se realiza cuando la huerta tiene muchos años de producción y ya no presenta índices de rentabilidad aceptables, por lo cual es recomendable renovar las ramas de los árboles.
- Poda de formación: tiene por objeto dar una estructura acorde con el sistema con el cual se pretende trabajar una huerta. Se seleccionan uno o varios líderes con el mayor vigor en el centro del árbol y se favorece el desarrollo lo más abierto posible, del resto de las ramas, preferentemente en disposición horizontal. Se seleccionan las ramas permanentes y las cargadoras de fruta, conformando pisos o niveles, con una separación aproximada de 80 cm a 1m, para permitir la entrada de luz y la ventilación al interior de la copa, buscando proporcionar la forma deseada al árbol. Esta poda se realiza

normalmente durante el invierno, aunque también se requiere llevarla a cabo durante todo el año, para facilitar las prácticas culturales.

- Poda de fructificación: consiste en mejorar el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la productividad; se realiza cada año eliminando el exceso de ramas y permitiendo la entrada de luz para que las yemas fructíferas florezcan en cada ciclo.
- Poda sanitaria: tiene como objetivo eliminar ramas enfermas o plagadas y evitar que los agentes de daños se diseminen por toda la huerta. Es importante desinfectar las tijeras y los instrumentos usados en la poda, inmediatamente después de podar una rama o partes de la planta enfermas, ya que se pueden transmitir enfermedades por medio de los instrumentos de poda. En esta poda también se eliminan ramas cruzadas que estén sombreando ramas inferiores.

1.6.4 Entrenamiento de Ramas

En el cultivo del manzano se necesita llevar a cabo la práctica del entrenamiento de ramas, con el objetivo de controlar y dirigir el crecimiento de las ramas que permanecen después de la poda de los árboles. El objetivo de este entrenamiento, es mantener el líder central y eliminar otras ramas verticales que le hagan competencia. Entre las técnicas empleadas se recomiendan las siguientes:

Uso de palillos: seleccionar cuatro ramas en diferentes direcciones, las cuales deben forzarse a abrirse hasta una posición horizontal, utilizando como separadores palillos o carrizo y amarres con rafia hasta la base de los troncos o hasta estacas previamente clavadas en el suelo. Se deben seleccionar otras cuatro ramas para un segundo piso, el cual estará ubicado a 80 cm sobre las cuatro primeras;

posteriormente otras cuatro ramas para conformar el tercer piso, que quedará a 80 cm por arriba del segundo.

Amarres o separadores: se hacen para abrir la copa de la planta y quedaran sujetos al suelo, a estacas o incluso a otras ramas del propio árbol.

Alambres y postes: se utilizan como soporte de las ramas y en general del árbol; también se utilizan para darle forma a este.

Despunte: son los cortes que se realizan a partir de la punta de las ramas. Entre más se corte o ponde un árbol, este reacciona con mayores crecimientos.

Aclareo: consiste en podar ramas desde su punto de origen en los tallos principales. El objetivo es reducir el número de ramas que se estorban y sombrean. Normalmente son cortes gruesos, que se realizan con serrote o tijerón, y que requieren sellarse posteriormente.

1.6.5 Aclareo de frutos

El aclareo de frutos, raleo o desahije de frutos tiene como objetivo reducir el número de frutos amarrados, con el fin de que el árbol produzca en forma regular y permanente, así como lograr mayor tamaño de frutos por cada racimo, además de beneficiar la madurez uniforme y promover el vigor del árbol, equilibrando el crecimiento vegetativo y productivo. Se recomienda dejar dos frutos por cada racimo. Al raleo se eliminan los frutos más pequeños, dañados o deformes y se mantienen los mejor desarrollados. La mejor etapa para realizar esta actividad es un mes después de la floración, cuando los frutos tienen de 1 a 2 cm de diámetro.

En condiciones óptimas la mayoría de los frutales de clima templado producen más frutos de los que necesitan para una cosecha comercial y de buena calidad; de aquí

se deriva la práctica de aclareo de fruto, la cual consiste en eliminar algunos frutos del racimo, ya sea en forma manual, química o mecánica.

Aclareo manual: consiste en eliminar flores y/o frutos manualmente, considerando la distancia entre frutos de 20 cm aproximadamente entre ellos, así como la relación hojas-fruto y el diámetro de ellos. Este método es el más empleado por los productores, pero el más costoso y lento; tiene la desventaja de que las personas no tienen la capacidad de diferenciar a simple vista, los frutos más débiles, que contienen un menor número de semillas y que por lo tanto serán de menor calidad al madurar.

Aclareo mecánico: consiste en eliminar racimos y frutos utilizando una cuerda de plástico que gira sobre un soporte y golpea las ramas del árbol, provocando que algunos frutos caigan al instante y otros caigan más tarde por los daños sufridos. Este método no se emplea normalmente debido a los daños que causa a la madera y a los frutos remanentes, además de que puede provocar la proliferación de enfermedades.

Aclareo químico: este método cada vez es más aceptado por los fruticultores ya que es el más económico. Sin embargo, tiene como desventaja que las respuestas pueden variar de un huerto a otro, así como de un año a otro dependiendo de los siguientes factores: intensidad y distribución de la floración, porcentaje de fecundación, cultivar, vigor del árbol, humedad relativa, ubicación de las flores en el árbol, presencia de lluvia y agentes humectantes. En algunos países productores de manzana, optan por el aclareo químico pulverizando dinocrecilato sódico en plena floración, que al destruir los órganos sexuales de la flor reduce la producción. También se practica el aclareo químico con ácido naftalenacético después de la caída de los pétalos florales, con el propósito de provocar el abortamiento floral e intensificar la caída del fruto recién formado (Ramírez y Hoad, 1981). Las dosis para el raleo químico sugeridas son utilizar Sevin 80 PH, en dosis de 40 g de producto comercial en 100 L de agua, aplicados 20 días después de plena floración, o cuando

el fruto alcance entre 10 y 15 mm de diámetro. También se puede utilizar Fruitone N en dosis de 18.6 mg/l de agua, aplicado cuando el fruto de la flor rey tenga 1 cm de diámetro. Otro producto que también se puede utilizar es benciladenina (MaxCel), en dosis de 95 mg/l de agua, aplicado cuando el fruto tenga entre 10 y 12 mm de diámetro (Fernández, 2012).

1.6.6 Prácticas y productos alternativos para la fertilización

El auge que ha tenido en la última década, la producción de alimentos de manera amigable con el ambiente y la utilización de productos que son de origen orgánico, como son llamados actualmente, obedece a la creciente demanda de un mercado, que busca consumir alimentos que provengan de sistemas productivos, que sean sanos tanto para el consumidor, como para el medio donde se producen.

A esta creciente demanda y en respuesta a los agroecosistemas degradados, se han rescatado prácticas que se llevaban a cabo en la antigüedad, para mayor aprovechamiento de los recursos disponibles y bien para generar nuevos, es así que en conjunto, prácticas de regeneración y conservación de suelos, manejo integrado de plagas y enfermedades, así como el uso de tecnologías sustentables en la captación de los diversos recursos naturales (agua, suelo, viento, sol), permiten obtener productos inocuos y con menor dependencia a productos tóxicos de alta residualidad en el ambiente y en los alimentos, principalmente insumos derivados del petróleo.

También en estas prácticas se ve reflejada una disminución en los costos de producción, lo cual también es una opción viable para el productor de manzana, sin embargo, cabe mencionar que el trabajo se ve duplicado en el manejo de los huertos de manzana.

Según Lalatta (1999), también se le llama cultivo biológico y exige como principio un tratamiento particular del suelo y una profunda motivación por parte de los agricultores y una transformación de las técnicas de cultivo porque está basado en:

- La eliminación de los productos químicos de síntesis;
- La regeneración de un ecosistema;
- El abandono de la explotación intensiva del suelo;
- El retorno a la rotación de los cultivos;
- El reciclaje de las materias orgánicas naturales.

Abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; con la descomposición de estos abonos, el suelo se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad, 2009).

Entre los abonos orgánicos se incluyen deshechos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, estiércoles, compostas en sus diversos tipos como pueden ser de lombriz, bocashi; abonos verdes, sedimentos orgánicos, aguas grises. Estos abonos son muy variables en sus características físicas y composición química, existe una diferenciación del contenido de nutrimentos en cada uno de ellos. Sin embargo, su uso constante y permanente permite mejorar las características del suelo, que a su vez hará disponibles los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas, mejorando la estructura física, química, biológica y sanitaria del suelo.

Los abonos orgánicos, modifican las propiedades de un suelo como el pH, la capacidad de intercambio catiónico, la quelatación de elementos, las cargas variables, la disponibilidad de macroelementos esenciales, como lo son el fósforo, calcio, potasio y magnesio. Mantienen un equilibrio en los recursos disponibles, disminuyen la acidez intercambiable, que imposibilita la asimilación de otros elementos indispensables para el desarrollo de las plantas.

En cuanto al efecto de los abonos orgánicos, en las características físicas, se han reportado que influyen de manera positiva en la estructura, infiltración, capacidad

de retención de agua, porosidad, estabilidad de agregados, conductividad hidráulica. Según Trinidad (1987) reporta aumento en la porosidad del suelo, la capacidad de retención de agua, la velocidad de infiltración (de 8 a 9.6 cm/h), cuando se aplicaron 66 t/ha de estiércol al suelo. Este efecto es de mayor importancia en terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no se aprovecha eficientemente. También dice que una mayor porosidad se relaciona inversamente con la densidad del suelo y con aspectos de compactación de suelos. En cuanto a la aportación y contenido de nutrimentos de distintos abonos orgánicos se presenta en la tabla 10.

Por otro lado, los abonos orgánicos respecto a las características microbiológicas, activan biológicamente el suelo y existe una correlación entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica, que beneficia el desarrollo de ambos. Los microorganismos también actúan como inhibidores de patógenos del suelo, tiene un efecto de amortiguamiento, ya que actúan sobre la competencia entre microorganismos benéficos vs patógenos, esto se da con base, al alimento disponible y las características para desarrollarse que ponen en desventaja el ambiente para la reproducción de patógenos, de igual manera ejerciendo un control biológico constante.

Tabla 10. Composición química de algunos abonos orgánicos (adaptación de varias fuentes, presentada por Trinidad (1987).

Característica	Tipo de abono orgánico					
	Vacuno	Gallinaza	Vermicomposta	Composta	Pulpa de café	Paja de arroz
Humedad (%)	36.0	30.0				
pH	8.0	7.6	7.6	7.7	5.80	7.20
Materia orgánica (%)	70.0	70.0			89.60	7.70
N total (%)	1.5	3.7	1.1	2.1	1.68	0.50
P (%)	0.6	1.8	0.3	1.1	0.35	0.05
K (%)	2.5	1.9	1.1	1.6	0.36	1.38
Ca (%)	3.2	5.6	1.6	6.5	0.50	0.22
Mg (%)	0.8	0.7	0.5	0.6	0.64	0.11
Zn (ppm)	130	575	100	235		
Mn (ppm)	264	500	403	265		
Fe (ppm)	6354	1125	10625	3000		
Relación C/N	16	15	19	15	30.90	9.49
Tasa de mineralización (%/Año)	35	90				

Abonos orgánicos fermentados.

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados, se puede entender como un proceso de semidescomposición aeróbica (en presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, quimiorganótrofos, que existen en los propios residuos, bajo condiciones controladas y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables, los cuales son capaces de fertilizar las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Restrepo y Hensel, 2007). Por lo tanto, a continuación, se mencionan algunos tipos

de abonos orgánicos fermentados, su proceso de elaboración, los cuales pueden ser foliares y sólidos.

- Abono orgánico fermentado tipo Bocashi

La palabra bocashi es del idioma japonés y para el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa precocer al vapor los materiales orgánicos del abono, aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos. También puede ser entendido como una predigestión de la materia orgánica a través del calor generado por la descomposición, los ingredientes se pueden observar en la tabla 11 (Restrepo y Hensel, 2007).

Tabla 11. Ingredientes para la elaboración de un costal de Bocashi (Restrepo y Hensel, 2007).

Ingrediente	Cantidad	Función
Carbón vegetal.	1.7 kg	Mejora las características físicas del suelo, como su estructura y textura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Tiene la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas disminuyendo la pérdida por lavado, también las partículas del carbón permiten una adecuada oxigenación del abono se recomienda que las partículas sean de 1- 2 cm lo más uniformes posibles.
Estiércol.	½ costal de 50 kg	Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de abonos orgánicos fermentados. Su principal aporte consiste en mejorar las características vitales y nutricionales de la tierra y fertilidad de los cultivos con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro entre otros elementos, Dependiendo de su origen puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplican los abonos. El estiércol puede ser de cualquier animal siempre y cuando este maduro, es decir, que tenga por lo menos 6 meses en descomposición.
Salvado de trigo, maíz, cascarilla de arroz o cebada.	0.850 kg	Es uno de los ingredientes que favorecen en alto grado, la fermentación de los abonos y actividades enzimáticas, las cuales se incrementan por la presencia de vitaminas complejas en los salvados o semolinas. Aporta nitrógeno y es muy rica en otros nutrientes muy complejos cuando sus carbohidratos se fermentan; los minerales tales como; fósforo, potasio, calcio, zinc y magnesio, entre otros elementos trazas, importantes para el suelo y los cultivos, también están presentes.

Ingrediente	Cantidad	Función
Rastrojos molidos de arroz, leguminosas, maíz, trigo, avena, cebada.	¼ paca	Estos ingredientes facilitan la aireación, la absorción de humedad, la dosificación y el filtrado de nutrientes; es una fuente rica de silicio, lo que beneficia a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades. En la forma de cascarillas, semicalcinadas o carbonizadas, aportan principalmente silicio, fósforo, potasio y otros minerales trazas en menor cantidad y ayudan a corregir la acidez de los suelos.
Melaza de caña o piloncillo o panela.	350 ml de melaza, en caso de ser piloncillo o panela 500g diluidos en ½ l de agua	Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos. Favorece la multiplicación de la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso, hierro y cobre, entre otros elementos trazas. En ella también está presente en gran parte el grupo vitamínico del complejo B.
Levadura en barra, granulada o pulque.	30 g de levadura en polvo o en barra o bien 350 ml de pulque	Estos ingredientes constituyen la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Es el arranque de la fermentación.
Tierra de monte.	½ costal de 50 kg	Es también una fuente de inóculo al igual que la levadura y el pulque, sirve también para dar más estructura y aireación al abono.
Agua.	10-20 l	Tiene la finalidad de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono. Propicia las condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica aeróbica, durante todo el proceso de la fermentación cuando se están elaborando los abonos orgánicos. Se requiere aproximadamente de 10-20 litros de agua dependiendo de la prueba del puño, para que no se humedezca de más, la mezcla de todos los ingredientes.

La preparación debe realizarse en un lugar que esté protegido del sol, el viento y la lluvia, ya que estos interfieren en el proceso de la fermentación, paralizándola o afectando la calidad final del abono preparado. El piso preferentemente debe estar cubierto con ladrillo o revestido de cemento, o en último caso debe ser de tierra bien firme.

Se incorporan en capas cada uno de los ingredientes a manera de pastel posteriormente se mezclan de abajo hacia arriba hasta que quede una mezcla más o menos homogénea, vertiendo la melaza junto con agua hasta obtener, por medio de la prueba del puño, una masa uniforme y húmeda sin escurrir. Posteriormente, los primeros tres días se revuelve dos veces al día, en la mañana y en la tarde,

después solo se revuelve una vez al día, dependiendo de la temperatura del lugar el tiempo que tarda en estar listo va de 15 a 25 días.

- Supermagro (Biofertilizante foliar sencillo)

Los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol de bovino muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con suero o leche, ceniza o fosfitos y melaza, que se ha puesto a fermentar por varios días en tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y muchas veces enriquecido con harina de rocas molidas o algunas sales minerales o sulfato, como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre etc. Los materiales se pueden observar en la Tabla 12 (Restrepo y Hensel, 2007).

Tabla 12. Materiales e Ingredientes para la elaboración de Supermagro (Restrepo y Hensel, 2007).

Material	Cantidad	Función
Tambo.	1 de 200 l con tapa roscada y aro metálico, con la finalidad de que cierre herméticamente.	Aquí se realizará la mezcla y la fermentación del biofertilizante.
Válvula metálica o un pedazo de niple roscado de PVC.	1 de más o menos 7 cm de largo y de 3/8 a 1/2 " de diámetro.	Va adaptado a la tapa del tambo, para permitir la salida de los gases (principalmente metano y sulfhídrico) que se forman en el tanque durante la fermentación del estiércol de bovino.
Manguera de preferencia transparente.	1 de más o menos 1 m de largo y de 3/8 a 1/2 " de diámetro.	Va acoplada al niple con una abrazadera metálica, la cual se encargará de evacuar los gases que se formen durante el proceso de la fermentación en el tambo de plástico.
Botella de plástico desechable.	1 de 1 l de capacidad.	Aquí ira un extremo de la manguera sumergido en agua para evacuar los gases.
Palo de Madera.	1 de por lo menos 1 m	Mover o mezclar los ingredientes.
Leche Bronca.	2 l de leche bronca o bien 4 l de suero de leche.	Tiene la función de reavivar el biopreparado, de la misma forma que lo hace la melaza; aporta proteínas, vitaminas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generen durante el periodo de la fermentación del biofertilizante, al mismo tiempo permite el medio propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación.

Material	Cantidad	Función
Melaza.	2 l de melaza o bien 4 l de jugo de caña, o 2 kg de piloncillo o panela disueltos.	La principal función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, de modo tal que el proceso de fermentación se potencialice, además de aportar otros componentes en menor escala como son algunos minerales, entre ellos; calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc y magnesio.
Ceniza o fosfitos.	4 kg.	Su principal función es proporcionar minerales y elementos trazas al biofertilizante para activar y enriquecer la fermentación.
Estiércol de bovino.	50 kg de estiércol de bovino fresco.	Tienen principalmente la función de aportar los ingredientes vivos (microorganismos) para que la fermentación del biofertilizante ocurra. Aporta principalmente inóculo o semillas de levaduras, hongos, protozoos y bacterias, los cuales son directamente los responsables de digerir, metabolizar y colocar de forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentran en el caldo vivo que se está fermentando en el tanque. Entre los microorganismos que destacan están <i>Bacillus subtilis</i> .
Agua.	180 l	Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es muy importante resaltar que muchos microorganismos presentes en la fermentación, tales como las levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida, donde al mismo tiempo los productos sintetizados como: enzimas, vitaminas, péptidos, promotores de crecimiento, se transfieren más fácilmente.

El proceso de elaboración consiste en verter todos los ingredientes en el tambo moviendo de manera constante con el palo de madera para que se mezclen lo más homogéneamente posible. Una vez realizado esto, se tapa perfectamente el tambo, con la respectiva manguera y niple bien conectados, se pone la punta de la manguera en la botella de 500 ml con agua, se asegura perfectamente a modo de que no se salga ni se vierta el agua dentro del tambo, amarrando la botella con agua alrededor del tambo.

El biofertilizante estará listo después de 20 a 30 días como mínimo y se podrá saber; ya que en un inicio se observará la formación de burbujas en la botella con agua. Una vez que éstas dejen de formarse, como indicador de que la fermentación se ha completado, es momento de revisar el biofertilizante; el cual debe tener un olor a

fermentado como tipo vino y una coloración café – ámbar, en caso de que esta coloración sea azul o violeta, no utilizar el preparado.

Se recomienda hacer de 10 a 12 aplicaciones durante el ciclo del manzano, a una concentración de 5 a 10% del preparado en agua. La aplicación puede ser foliar o directamente al suelo. Si se aplica con bombas de 20 L se recomienda diluir 1 ½ L del concentrado de biofertilizante para completar con agua. Aplicar antes de las 10:00 am y después de las 5:00 pm. La mejor época de aplicación de biofertilizantes foliares se puede observar en la Figura 16.

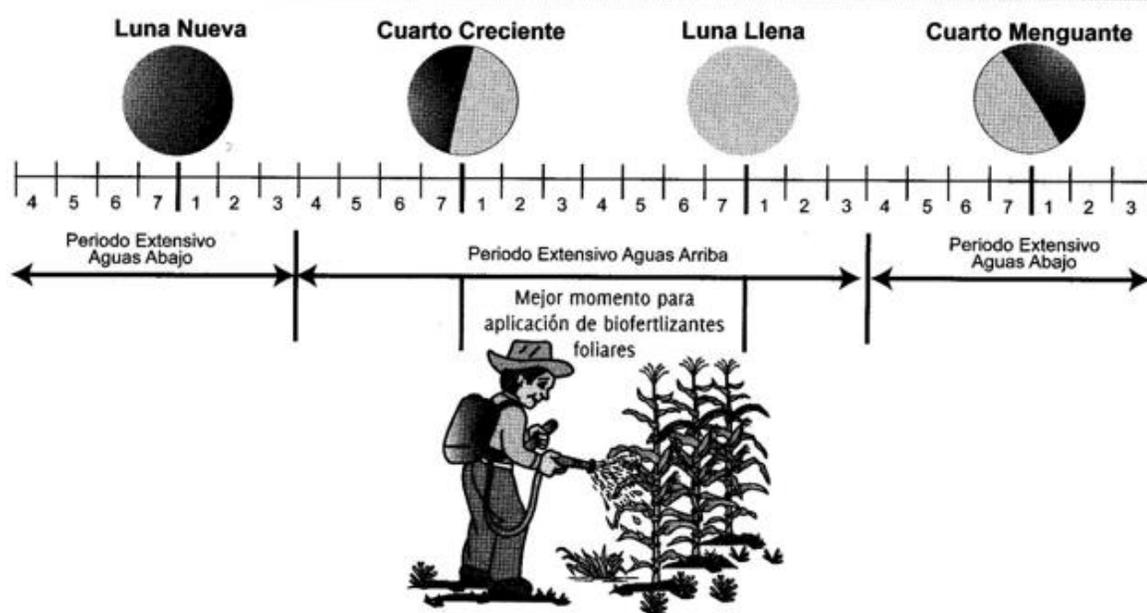


Figura 16. Aplicación de Biofertilizantes (Restrepo y Hensel, 2007).

1.6.7 Tratamientos de invierno

En cuanto al efecto de la temperatura invernal, en zonas altas se recurre a diversos tratamientos que modifican o activan los procesos diferenciales en los órganos productivos del manzano, por lo tanto, para amortiguar estos efectos se llevan a cabo diversas prácticas como lo son el encalado, la aspersión de aceites minerales y la defoliación en los árboles.

La defoliación está encaminada a interrumpir la actividad vegetativa cuando esta se prolonga y a la vez es un estímulo para inducir la entrada al letargo e indirectamente a la brotación. Se ha reportado, que el uso de productos químicos como sulfato de cobre al 10% o urea al 10% puede inducir la caída de las hojas en áreas, cuando no ocurre en otoño (Ramírez y Cepeda, 1993).

1.6.8 Control convencional de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades en las plantaciones, requieren de diversos procedimientos disponibles, para reducir la incidencia de las mismas, las cuales a su vez provocan pérdidas anuales cuantiosas en las plantaciones de manzanos, que elevan los costos y disminuyen la producción. Sin embargo, para evitarlo es indispensable conocer las principales plagas y enfermedades que se presentan en las huertas de manzano, así como los daños que provocan y su control para minimizarlos. En las Tablas 13 y 14 se mencionan algunas de las principales plagas y enfermedades presentes en la región de San Joaquín, Querétaro.

Tabla 13. Principales insectos plaga del manzano en la región de la Sierra Gorda Queretana.

Insecto Plaga	Pulgón lanífero (<i>Eriosoma lanigerum</i>)
Descripción	Estos áfidos están cubiertos por una secreción cerosa blanca, que tienen un aspecto de pequeñas bolitas de algodón. El cuerpo es de color café-rojizo o morado y mide 3 mm de largo. El áfido lanífero puede colonizar la raíz, el tronco y las ramas de manzano. Esta especie generalmente se localiza en heridas de poda de años anteriores, cicatrices y en las axilas de hojas.
Daños	Formación de hipertrofias de los tejidos, que degeneran en tumores y nudosidades. Afectan la calidad de los frutos, producen cambios en su coloración y causan manchas oscuras. Se produce una menor emisión de brotes. En el cuajado de los frutos, se produce la caída de frutos pequeños.
Control	Efectuar podas adecuadas cuando las infestaciones se realizan en ramas. Cuando se presentan altas infestaciones recurrir al empleo de insecticidas-áfidas. Realizar las aplicaciones al inicio de la campaña.
Insecto Plaga	Chicharrita (<i>Typhlocyba pomaria</i>)
Descripción	Los adultos son elongados, blancos amarillentos, de 3 a 4 mm de largo. Las alas están en forma de techo sobre el cuerpo. Las ninfas son de color blanco translúcido o amarillo brillante. En los primeros instares tiene los ojos rojos (Simone, 2004).
Daños	Dañan las hojas de los árboles al alimentarse del contenido de las células. El daño se manifiesta como un punteado blanquecino o amarillento en las hojas, a diferencia del daño por ácaros que es bronceado.
Control	Se puede aplicar el control biológico con la avispa <i>Anagrus</i> puede parasitar hasta el 90% de los huevos de chicharrita en la huerta. La chinche damisela y arañas son depredadores importantes.
Insecto Plaga	Escama de San José (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)
Descripción	La mayoría de los estadios están protegidos bajo una escama que es producida por el insecto. Adultos: la hembra no tiene alas, patas, ni ojos. Es de cuerpo suave, amarillo y en forma globular. Está cubierta por una escama circular de color gris con una protuberancia en el centro. El macho es pequeño (1 mm de largo), alado, de color amarillo bronceado con una banda rojiza cruzando el tórax. La ninfa del primer instar es ovalada, amarilla, tiene seis patas y un par de antenas. Sólo la ninfa del primer instar es móvil ("caminadores").
Daños	Se crean manchas rojas alrededor de los sitios de alimentación en la fruta. Además de que los frutos pierden su valor comercial, los brotes y ramas atacados pueden morir con infestaciones severas. Las escamas tienden a concentrarse en árboles viejos donde las aspersiones no cubren bien al árbol.
Control	Control biológico con depredadores naturales distintas avispias parasíticas y depredadores pequeños.

Insecto Plaga	Mosca mexicana de la Fruta (<i>Anaestrephe ludens</i>)
Descripción	Puede tener de 4 a 8 generaciones durante un año, dependiendo del clima y hospederos presentes. Mide aproximadamente 1 cm de largo, presenta color café amarillento. En las alas presenta bandas de color café amarillento pálido.
Daños	El daño lo causa en el estado larval al alimentarse de la pulpa de los frutos afectados. La larva se alimenta mientras penetra al interior de las frutas infestadas. Bacterias y hongos invaden las áreas dañadas causando pudrición interna de la pulpa de la fruta.
Control	De manera natural se ejerce control sobre esta plaga por los géneros <i>Biosteres</i> , <i>Syntomosphyrum</i> , <i>Pachycrepoideus</i> y algunas avispas. El control químico se ha venido utilizando mediante la aspersión de cebo selectivo a base de insecticida, proteína hidrolizada como atrayente alimenticio y agua. Cuando se capture más de una mosca se debe asperjar todo el predio (Gallardo y Bravo, 2017).
Insecto Plaga	Frailecillo (<i>Macroductylus spp.</i>)
Descripción	Este insecto está presente todos los años en el manzano, pero solo ocasionalmente alcanza los niveles de plaga que ameriten una medida de control. Es un mayate de color gris, de cuerpo alargado que mide aproximadamente 1.5 cm de longitud, tiene patas largas de color rojo con espinas; se desplaza con movimientos lentos. Los adultos emergen del suelo al inicio de la temporada de lluvias, en los meses de junio o julio.
Daños	Los adultos también se alimentan de otras variedades de frutales y de plantas ornamentales además de manzanos; sus estados inmaduros generalmente no se desarrollan en las plantaciones de manzano, sino que se presentan en forma adulta en las huertas, inmigrando por medio de movimientos lentos. Se alimentan de las hojas y deja únicamente las nervaduras, el ataque más peligroso es cuando daña los brotes y hojas tiernas. Cuando la infestación es fuerte provoca defoliaciones y puede atacar los frutos causando una baja en la calidad comercial y favorece la entrada de enfermedades.
Control	La aplicación de insecticidas para su control se recomienda cuando las poblaciones de frailecillo no sean mayores a 10 insectos por árbol. Las dosis según productos son de Sevín 80 PH 2 kg por mil litros de agua, Paratión Metílico 50% 1.5 l en mil litros de agua y Malatión 1000 E un l en mil l de agua (Samuel, 2001).

Tabla 14. Principales enfermedades del manzano en la región Sierra Gorda Queretana.

Enfermedad	Roña (<i>Venturia inaequalis</i>)
Descripción	Es la enfermedad más extendida. El hongo que ocasiona la roña del manzano inverna en las hojas infectadas que caen al suelo. En la primavera, la lluvia libera las esporas, lo que puede ocurrir muy temprano en la temporada (etapa de punta verde). La infección primaria de la enfermedad dura hasta que todas las esporas invernantes provenientes de hojas del año anterior se han liberado (Simone, 2004).
Daño	El hongo aparece primero en la parte de abajo de hojas pequeñas como manchas de color verde olivo, las que luego cambian a color café y adquieren una apariencia vellosa o aterciopelada. La fruta puede ser infectada en cualquier etapa de su desarrollo; aunque, a medida que la fruta desarrolla cera en su superficie, se requieren periodos más largos de humedad para que la infección se lleve a cabo. El daño en la fruta se manifiesta como manchas verde olivo casi circulares que más tarde cambian a color café o negro. La piel de la fruta se rompe alrededor de la lesión, dejando al descubierto una capa oscura de esporas de apariencia aterciopelada. Las lesiones viejas son de aspecto corchoso (Simone, 2004).
Control	El control es difícil ya que depende de un número alto de intervenciones y esta enfermedad está directamente influenciada por el clima, por lo tanto, habrá años de muchos ataques y otros de ninguno. Conocer el ciclo biológico del hongo permite realizar cuatro tipos de tratamientos: preventivo, antigerminativo, curativo y de erradicación. Una práctica común para su control es mojando las hojas y el suelo poco después de la caída total de éstas con una solución de urea al 0.5% esto de manera preventiva, esto acelera la descomposición de la materia orgánica e interrumpe el desarrollo de las esporas de <i>Venturia inaequalis</i> y crisálidas de los <i>Lythocolletos</i> . En cuanto a control químico lo más utilizado son los productos: mancozeb, captan, thiram, doguadin, fenarimol, bitertanol (Lalatta, 1999).
Enfermedad	Cenicilla (<i>Podosphaera leucotricha</i>)
Descripción	Esta enfermedad afecta brotes y fruta inmadura. A excepción de la variedad Red Delicious, la mayoría de las variedades de manzano son muy susceptibles a esta enfermedad (las variedades Rome, Jonagold y Ginger Gold están entre las más susceptibles) (Simone, 2004).
Daño	En la fruta, el hongo produce roña o sarna en forma de red; afectando el crecimiento de los espolones de fruto y brotes. El hongo inverna en el manzano como micelio (pequeños hilos o hebras de células blancas) en yemas infectadas el verano anterior. Cuando estas yemas empiezan a crecer en primavera producen esporas. Las esporas son transportadas por el viento a hojas y otros tejidos jóvenes. Las esporas germinan y penetran la capa exterior de los tejidos vegetales para iniciar una nueva colonia. En la superficie de la hoja el hongo produce cadenas de esporas, dándole un aspecto polvoriento (Simone, 2004).

Control	<p>Para detectar nuevas colonias de cenicilla, es recomendable voltear los brotes para observar hojas tiernas por la parte de abajo (Simone, 2004).</p> <p>La eliminación durante la poda de invierno de las pequeñas ramas que presentan los síntomas de la enfermedad es una operación esencial. El micelio es superficial y puede tocarse después de la contaminación. El azufre, líquido o en polvo es el que se usa desde siempre para controlar este criptógamo, sin embargo hay que cuidar las temperaturas para su aplicación ya que a altas temperaturas es tóxico para la planta y a bajas temperaturas se inactiva su eficacia; también de esto depende la concentración y el tipo de azufre. Se recomienda que con bajas temperaturas sea más fina la partícula y aplicar entre 600 y 700 g por hectolitro, contrario a esto para altas temperaturas un azufre ordinario y en menor cantidad es preferible entre 150 y 200 g por hectolitro (Lalatta, 1999).</p>
Enfermedad	Tizón de fuego (<i>Erwinia Amylovora</i>)
Descripción	Es una enfermedad extremadamente importante en manzano y peral. Las variedades de manzana Fuji, Gala, Braeburn, Cameo y Pink Lady se encuentran entre las más susceptibles. Así mismo, algunos portainjertos enanizantes de manzano como M26 y M9 son muy susceptibles (Simone, 2004).
Daño	La bacteria inverna en cánceres o en infecciones no visibles en ramas o troncos de árboles hospedantes. En primavera, cuando el clima es suficientemente cálido y húmedo la bacteria empieza a multiplicarse. En esta etapa, los tejidos enfermos o cánceres se caracterizan por la presencia de exudaciones líquidas de color café. Las gotas de lluvia al salpicar, el granizo, los insectos o el viento, pueden llevar las bacterias a flores o brotes suculentos e infectarlos. Las bacterias colonizan el estigma de las flores y se multiplican rápidamente bajo condiciones favorables; la lluvia conduce las bacterias hacia la parte más interna de las flores en donde pueden invadir los tejidos y de esa manera empieza la infección de la planta. Una o dos semanas después de que ocurre la infección, las flores, brotes o frutos infectados se marchitan y se ponen de color negro. La madera recién infectada por el tizón de fuego presenta líneas de color rojizo, lo cual puede ser detectado mediante un corte de la corteza. A medida que la infección se extiende, la madera muere. En huertas con portainjertos o patrones susceptibles, algunas veces no se detecta la infección sino hasta el siguiente año, cuando los árboles se debilitan o mueren (Simone, 2004).
Control	<p>Es muy importante la detección de infecciones causadas por tizón de fuego en la huerta, debido a que medidas fitosanitarias, tales como la poda y destrucción de partes infectadas ayudan al control de esta enfermedad. Las aplicaciones de aspersiones de control de la enfermedad se deben hacer antes de que ocurra la infección y, aun así, raramente se le controla por completo (Simone, 2004).</p> <p>Se recomiendan aspersiones de caldo bordelés (1:1:100) o con cuproso, Cuproside, Gycop, Trioxil, a dosis de 300g por 100 L de agua. Estos tratamientos deben aplicarse sobre todo en primavera (Ramírez y Cepeda, 1993).</p>

1.6.9 Prevención, Manejo y Control Orgánico de Plagas y Enfermedades

Partiendo que el manejo biológico, agroecológico u orgánico de los cultivos se da a través de una serie de técnicas, mediante la aplicación de bioinsumos que protegen los cultivos del ataque de plagas y enfermedades, en conjunto con la aplicación de biopreparados que ahuyentan patógenos, se aborda de la idea de que un cultivo bien nutrido y que cuenta con el medio idóneo para desarrollarse tendrá mayor capacidad de respuesta ante los ataques de cualquier fitopatógeno, dado que en la gran mayoría de los casos los ataques por plagas o bien enfermedades son por un desequilibrio principalmente nutricional en las plantas, que genera daños diversos en el desarrollo de estas, la prevención es la principal herramienta para evitar los daños ocasionados por agentes fitopatógenos; esto consiste en suministrar a la planta lo que necesita, pero también al medio en el que se desarrolla.

Respecto al suelo, debe estar bien alimentado y concebirse de forma equilibrada entre todos los medios que lo conforman, hablando física, química y biológicamente. Un biopreparado es una mezcla de dos o más elementos que pueden ser plantas, jabones, vinagres, etc. que se maceran, licuan, hierven para realizar un extracto. El principio general para esta forma de control radica en cambiar de sabor y olor los cultivos con el fin de desorientar a los insectos.

Entre los biopreparados más utilizados se mencionan en la Tabla 15, así como la plaga o enfermedad que ayudan a prevenir y controlar.

Tabla 15. Control de plagas y enfermedades por medio de biopreparados y caldos minerales

Plaga / enfermedad	Pulgón lanígero (<i>Eriosoma lanigerum</i>)
Prevención	Utilizar variedades resistentes al ataque de este pulgón principalmente en cuanto a la elección de patrón se refiere. Cuidar la nutrición de la planta.
Control	Extracto de Neem. La azadiractina, el principal compuesto insecticida del neem, posee capacidad penetrante y actúa fundamentalmente por ingestión. Esa acción translaminar permite, al contrario que otros bioinsecticidas de contacto, que el producto llegue a los pulgones que están protegidos en las hojas enrolladas (Dapena et al, 2008). También la liberación de <i>Chrysoperla carnea</i> se recomienda para control biológico, liberando 10,000 ejemplares por ha (Fernández, 2012).

Plaga / enfermedad	Escama de San José (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)
Prevención	Monitoreo. Cuidar la nutrición de la planta.
Control	Varias avispidas parasíticas y depredadores pequeños (Simone, 2004). Aplicación de Caldo Bordelés y Sulfocálcico durante el invierno.
Plaga / enfermedad	Mosca mexicana de la Fruta (<i>Anastrepha ludens</i>)
Prevención	Retirar frutos momificados, toda la fruta de la huerta y uso de trampas para monitoreo. Manejar un abonado adecuado.
Control	Aplicación de organismos parasitoides. El uso de trampas con atrayente y bórax, el atrayente es proteína hidrolizada y agua según la cantidad de atrayente y agua son 2 partes de bórax (Fernández, 2012).
Plaga / enfermedad	Roña (<i>Venturia inaequalis</i>)
Prevención	Se recomienda elegir variedades resistentes a esta enfermedad y que se adapten a las condiciones agroclimáticas del sitio. Cuidar la nutrición de la planta. Retirar partes afectadas, aplicar composta.
Control	Aplicación de Caldo Bordelés y Sulfocálcico durante el invierno hasta antes del amarre de fruto.
Plaga / enfermedad	Cenicilla (<i>Podosphaera leucotricha</i>)
Prevención	Retirar partes afectadas, aplicar composta.
Control	Aplicación de Caldo Bordelés y Sulfocálcico durante el invierno hasta antes del amarre de fruto.
Plaga / enfermedad	Tizón de fuego (<i>Erwinia amylovora</i>)
Prevención	Retirar partes afectadas, aplicar composta.
Control	Aplicación de Caldo Bordelés y Sulfocálcico durante el invierno hasta antes del amarre de fruto.

Caldo sulfocálcico: existen algunos ingredientes como el azufre y la cal, que combinados y cocidos nos permiten contar con un insumo útil para la prevención y control de algunas enfermedades y plagas que se presentan en los cultivos, los ingredientes se pueden observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Ingredientes del caldo sulfocálcico (Restrepo y Hensel, 2007).

Material	Cantidad
Azufre	10 kg
Cal	5 kg
Agua	100 l
Cazo o recipiente de metal	1 de 150 l de capacidad.
Palo de madera	1 unidad
Hornilla o leña.	1 fogata u hornilla para calentar.

Se calienta el agua hasta que hierva y se incorpora en el agua el azufre y la cal. Se mueve durante todo el tiempo de cocción hasta que cambie de color a un tono rojo ladrillo, lo cual sucede en 60-80 minutos. Es importante que el preparado siempre tenga una flama fuerte para una cocción adecuada.

Se aplica como preventivo en casos de enfermedades producidas por hongos, como acaricida e insecticida, contra cenicilla, botrytis, mildiu y plagas como trips, araña roja.

Para frutales aplicado foliar en ramas para prevenir enfermedades se preparan 2 l de caldo sulfocálcico colado en 18 l de agua, se sugiere iniciar aplicando 1 y ½ l del caldo y aumentar según las observaciones del fruticultor.

Se aplica por la mañana antes de que haga mucho calor, de preferencia antes de las 10 de la mañana. No se aplica el caldo sulfocálcico durante la floración del cultivo, aplicar antes o después. El azufre y sus preparados, son considerados por la OMS, Organización Mundial de la Salud como ligeramente tóxicos (Restrepo y Hensel, 2007).

1.7 Fenología

El ciclo vegetativo anual del manzano empieza con la caída de las hojas a mediados de octubre hasta el 15 de noviembre. La fenología del manzano inicia con el período de reposo invernal del árbol, que se prolonga hasta febrero; continua después del desborre de las yemas en marzo, cuando se manifiesta la renovación de la actividad vegetativa, al principio de abril y la floración y aparición de las primeras hojas además del cuajado o amarre del fruto a finales del mismo mes; posteriormente, de mayo a septiembre, empieza el periodo de máxima vegetación en el que tiene lugar el desarrollo de las hojas y los frutos, así como la acumulación de reservas nutritivas para el siguiente ciclo; la cosecha se inicia a finales de agosto y se alarga, en algunas regiones, hasta finales de septiembre. Después el árbol se prepara para la caída de las hojas (Ramírez y Cepeda, 1993).

ANEXO 2

2. Encuesta-guía de observación para trabajo y recorrido en campo

Nombre del Observador: _____

Fecha: _____

Lugar: _____

Hora de inicio y término de la observación: _____

Nombre del Productor: _____

Número y nombre de huerta: _____

1. Ubicación con respecto a la cabecera municipal y tiempo de traslado.
2. Superficie total del huerto.
3. Descripción orográfica del huerto.
4. Descripción de factores agrometeorológicos específicos del lugar en el que se encuentra el huerto.
5. Dimensiones aproximadas de los árboles (altura, sombreado, diámetro).
6. Fuente de abasto de agua.
7. Labores culturales

MES	ACTIVIDADES
Enero	
Febrero	
Marzo	
Abril	
Mayo	
Junio	
Julio	
Agosto	
Septiembre	
Octubre	
Noviembre	
Diciembre	

8. Marco de Plantación.

9. Variedades.

10. Número de frutos promedio por árbol.

11. Apariencia de diferentes órganos del árbol.

Órgano	Apariencia
Hojas	
Ramas (corteza)	
Flores	
Frutos	

12. Descripción del lugar para almacenamiento de cosecha.

13. Tiempo y distancia hacia caminos o carreteras.

14. Máquinas y mecanismos empleados en la huerta (vehículos, herramienta)

15. Problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades)

ANEXO 3

3. Entrevista semiestructurada para productores

Nombre del entrevistador: _____

Fecha: _____

Lugar: _____

Hora de inicio y término de la observación: _____

Nombre del Productor: _____

Número y nombre de huerta: _____

1. ¿Qué actividades de manejo agronómico realiza en las huertas?
2. ¿En qué fecha realiza las podas de los árboles?
3. ¿Ha realizado alguna poda para el rejuvenecimiento de los árboles?
4. ¿Realiza alguna actividad en las huertas para captación de agua?
5. ¿Realiza aplicaciones preventivas de fungicidas en las huertas?
6. ¿Lleva a cabo la colocación de trampas para el control de alguna plaga?
7. ¿Cómo califica la sanidad de los árboles?
8. ¿Cómo califica el estado de su huerta? (Rangos con descripción)
9. ¿Cuáles son las características que ha observado actualmente en las variedades de manzana (tamaño, color, sabor, jugosidad, crujencia y acidez)?
10. ¿De qué calidad considera que es su manzana?
11. ¿Debido a las condiciones ambientales, el árbol florece más temprano y por lo tanto la maduración de los frutos es también temprana?
12. ¿Ha notado que los frutos maduran en plena época de lluvias?
13. ¿Cuál es la época de maduración de la manzana en cuanto a la variedad?
14. ¿En qué mes del año aparecen los primeros brotes florales?
15. ¿Conoce para que sirve un inductor de brotación?
16. ¿Han aplicado o aplican inductores de brotación en las huertas?
17. ¿En qué mes del año aparecen los primeros frutos?
18. ¿En qué fecha empiezan a madurar los frutos?
19. ¿En qué fecha empieza a tirar follaje el árbol?
20. ¿En qué mes se presenta la mayor incidencia de follaje?
21. ¿Qué variedades de manzana se encuentran en las huertas?
22. ¿Cuál es el rendimiento de cada una de las variedades de manzana?
23. ¿Ha introducido nuevas variedades de manzana para aumentar el rendimiento?
24. ¿Conoce cuáles son los requerimientos de frío que se debe cumplir para cada variedad?
25. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación?

26. ¿Conoce los programas de apoyo gubernamentales?
27. ¿Qué tipo de apoyo recibe?
28. ¿Está integrado en algún tipo de organización?
29. ¿Pertenece al Consejo Nacional de Productores de Manzana?
30. ¿Cuáles son las principales limitantes que se presentan o consideran para la comercialización de la manzana?
31. ¿Lleva a cabo algún almacenamiento para la manzana?
32. ¿Cuál es el principal punto de venta o distribución del producto?

ANEXO 4

Tabla de diagnóstico de los productores y de los huertos de manzano visitados en el municipio de San Joaquín del Estado de Querétaro.

DATOS GENERALES DEL HUERTO				
NOMBRE DEL PRODUCTOR	LOCALIDAD	SUPERFICIE (ha)	NUMERO DE ÁRBOLES	VARIEDAD
Marino Hernández Aguilar	El Deconí	0.05 ha	120 arboles	Golden y Red Delicious.
Juan Casas	Los Hernández	10 ha	1800 arboles	Golden y Red Delicious.
María Paz	San Cristóbal	2 ha	350 arboles	Golden y Red Delicious.
Ángel Franco	Santa Ana	0.25 ha	70 arboles	Golden y Red Delicious.
Serafín	La Esperanza	0.75 ha	175 arboles	Golden y Red Delicious, Golden Española.
Javier	La Veracruz	2 ha	600 arboles	Golden y Red Delicious.
Mario González	Nuevo San Joaquín	0.75 ha	1200 arboles	Golden y Red Delicious, y tempraneras.
Mauro Arreguín	Nuevo San Joaquín	1 ha	1600 arboles	Golden y Red Delicious.
José Arteaga	Nuevo San Joaquín	0.35 ha	565 arboles	Golden Mario, Golden Delicious, Red Delicious y roja tempranera
Andrés Ledesma Bautista	San Cristóbal	1 ha	230 arboles	Golden Delicious, Red Delicious, Agua Nueva y Rayada
Sergio	San Cristóbal	1 ha	300 arboles	Golden Delicious, Red Delicious y Agua Nueva
Beatriz	San Cristóbal	3 ha	400 arboles	Golden Delicious, Red Delicious y Rayada
Natalia González	San Antonio	3 ha	400 arboles	Golden y Red Delicious.
Arón Ledesma Mariño	Agua de Venado			Más de 70 variedades
Raúl		1 ha	100 arboles	Golden y Red Delicious.
Samuel Ledesma	San Cristóbal	2 ha	884 arboles	Golden Delicious, Red Delicious, blanca, y doble rojo.
Jacinto	Loma de Guadalupe	1 ha	330 arboles	Golden y Red Delicious.
Miguel	Loma de Guadalupe	2 ha	700 arboles	Golden Delicious, Red Delicious y Starkin.
Melitón	Loma de Guadalupe	0.72 ha	120 arboles	Golden Delicious, Red Delicious y rayada.
Salvador	Loma de Guadalupe	0.5 ha	120 arboles	Golden y Red Delicious.

ANEXO 5

Tabla de datos sobre manejo agronómico realizado por productores en los huertos de manzano del
municipio de San Joaquín.

MANEJO AGRONÓMICO REALIZADO POR LOS PRODUCTORES ENCUESTADOS EN SUS HUERTAS.								
PRODUCTOR	LIMPIEZA DE HUERTA	PODA	FERTILIZACION	FUMIGACIÓN	USO DE MALLA ANTIGRANIZO	PLAGAS	ENFERMEDADES	COSECHA
Marino Hernández Aguilar	Mayo – julio	Todo el año.	Agosto – septiembre. Abono de Borrego, seco ya en polvo, cada año.	Bioinsecticidas (Ajo, extractos vegetales) Caldo Bordelés.	Individual	Libre de mosca de la fruta. (anteriormente) Pulgón lanígero.	Roña.	Rayada – Finales de junio. julio- agosto.
Juan Casas	Julio y después de la cosecha.	Enero-febrero	Abono de chivo o borrego cada dos años.	15 días antes de la cosecha. Químicos (Malathión, Atrayente), Caldo bordelés.	Individual	Mancebado. Mosca. (anteriormente) Pulgón.	Roña.	2 meses mediados julio – agosto.
María Paz	Limpieza después de la cosecha y mayo-junio.	Medias de Enero-termina en febrero	Abono – Lombricomposta 4kg/planta julio, cada año.	Caldo bordelés	Individual	-Frailecillo. -Pulgón.	Roña.	Julio – agosto.
Ángel Franco	Mayo-julio.	Enero-febrero	Abono de chivo con 12 kg cada tercer año.	Sulfato de Cobre.	Individual	-Pulgón -Frailecillo -Musgo	Roña	Agosto
Serafín	Mayo- julio	Diciembre-febrero	Abono de chivo 19 lts cada año.	Sulfato de cobre con cal. Malathión con atrayente.	Individual	Mosca de la Fruta. (anteriormente) Pulgón.	Roña.	Julio- septiembre
Javier	----	----	----	Trampas Malathión - Atrayente	----	Pulgón Mosca controlada.	Roña	Julio- septiembre

PRODUCTOR	LIMPIEZA DE HUERTA	PODA	FERTILIZACION	FUMIGACIÓN	USO DE MALLA ANTIGR ANIZO	PLAGAS	ENFERM EADADES	COSECHA
Mario González	Mayo- julio	Enero - febrero	Abono de borrego, 4 paladas cada año.	Trampas con Malathión y atrayernte. Caldo bordelés.	Estructu ras en líneas.	Pulgón. Mosca de la Fruta. (anteriormente)	Roña.	Julio – agosto.
Mauro Arreguín	----	----	----	----	----	Pulgón. Mosca de la Fruta (anteriormente)	Roña	Julio – agosto.
José Arteaga	2 veces al año después de la cosecha y antes.	Enero- febrero	Humus de Lombriz 2 toneladas en septiembre. Supermagro junio- julio.	Captan mayo Trampas con Malathión y atrayernte. Caldo Bordelés diciembre. Cercobin.	Estructur as en líneas.	Mosca de la Fruta. (anteriormente)	Roña	Agosto
Andrés Ledesma Bautista	Mayo – Julio Octubre	Enero - febrero	Abono estiércol descompuesto 4 paladas y tierra de encinos.	Trampas malathión y atrayernte.	Individual es a veces.	Mosca de la fruta (anteriormente) Pulgón	Roña	Agosto – octubre.
Sergio	Una vez al año o dos años	Febrer o	----	Caldo Bordelés con nopal. Encalado Febrero	----	Pulgón	Cenicilla Roña	Agosto
Beatriz	Rehabilitaci ón de terrazas, control de hierba con el ganado.	Diciem bre - enero	Abono de vaca y tierra de monte un costal cada año por árbol.	Caldo Bordelés Diciembre	Individual	Pulgón Mosca (anteriormente)	Cenicilla Roña	Julio – septiembre
Natalia González	Rehabilitaci ón de terrazas	Marzo	Abono por medio de pastoreo en el huerto	Sulfato de cobre en Enero	Individual	Frailecillo Pulgón	Roña	Agosto
Aarón Ledesma Mariño	Rehabilitaci ón de terrazas y control de maleza.	Enero- febrero	Solución nutritiva		Estructur as en líneas	Pulgón	Roña	Julio- Septiembre

PRODUCTOR	LIMPIEZA DE HUERTA	PODA	FERTILIZACION	FUMIGACIÓN	USO DE MALLA ANTIGRANIZO	PLAGAS	ENFERMEDADES	COSECHA
Raúl	Rehabilitación de terrazas, chaponeo.	Enero	Abono estiércol de chivo compuesto de 18 lt/árbol/año	----	-----	Mosca mexicana de la fruta	Roña	Julio-septiembre
Samuel Ledesma		Enero y mitad de febrero	4 paladas de humus de lombriz por mata cada año	Dos veces al año con caldo bordelés, la primera en mayo y la segunda en julio antes de la cosecha.	Individual	Pulgón	Roña	Agosto-septiembre
Jacinto	Rehabilitación de terrazas y aplicación de urea para quemar hojas secas	Enero y febrero	18 litros de estiércol de borrego y 2 kg bocashi por mata cada año en abril y mayo.	Aspersión con torula, aplicación de Cercobin, y uso de trampas con malathión y atrayente. En diciembre aplicación de caldo bordelés	Individual	Pulgón Mosca (Controlada)	Roña	Agosto y septiembre
Miguel	-----	Enero	-----	-----	-----	Mosca mexicana Pulgón	Roña	Agosto
Melitón	Rehabilitación de terrazas y aplicación de urea en diciembre	Enero y febrero	20 litros de estiércol de borrego por mata	Sulfato de cobre con cal, uso de trampas con malathión	-----	Mosca mexicana (Control) Musgo Pulgón lanífero	Roña cenicilla	Julio-agosto
Salvador	Noviembre-diciembre limpieza de terrazas	Enero-febrero	9 litros de estiércol de borregos una vez al año de diciembre-febrero	Trampas con malathión y atrayente colocadas en mayo y julio, aplicación de cal con sábila y sal en diciembre-enero	-----	Mosca mexicana (Controlada)	Roña	Finales de agosto a septiembre

ANEXO 6

6. MEDIAS FINALES PARA LAS VARIABLES EVALUADAS

Variables finales	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	
pH	7.0	7.1	7.3	7.8	
CE ($\mu\text{s/m}$)	91.9	125.7	100.2	213.5	
%MO	6.7	6.8	8.9	7.5	
%N Golden Delicious.	1.4	1.2	0.9	0.8	
%N Red Delicious.	0.1	0.7*	0.1	0.6*	Dunnet T1 y T3 son diferentes al testigo.
%P Golden Delicious.	0.1	0.1	0.1	0.1	
%P Red Delicious.	0.03	0.10	0.03	0.03	
%K Golden Delicious.	1.0	1.9	1.7	1.9	
%K Red Delicious.	1.4	1.9*	1.3	1.2	Dunnet T1 es diferente al testigo.