

17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL.

RESPUESTA DEL ARBOL DE GUAYABA (*Psidium guajava, L*)
A LA FERTIRRIGACION EN EL MUNICIPIO DE JALPA,
ZACATECAS"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

MARTIN HORACIO HERRERA GARCIA

ASESOR: M.C. EDVINO JOSAFAT VEGA ROJAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2000

284280



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 MÉJICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual. Respuesta del Arbol de
Guayaba (*Psidium guajava*, L) a la Fertirrigación en el Municipio de
Jalpa, Zacatecas.

que presenta el pasante: Martín Horacio Herrera García
 con número de cuenta: 8417355-7 para obtener el título de :
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 14 de Agosto de 2000.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>I</u>	<u>M. C. Edvino Josafat Vega Rojas.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Biol. Elena Martínez Uelapán</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIAS.

Dedico esta tesis a mis padres.

Luis Herrera Barrón.

Y

María del Carmen García Razo.

Por su apoyo y consideración en todo momento.

Por ser para mí un motivo más de mi vida

A mis hermanos: Luis, Ezequiel, Adriana, José, Francisco, Gabriel y Mauricio.

Por su apoyo y consideración.

Por la memoria de mi hermano José.

Que estará siempre presente.

A mis cuñadas: Sonia, Lidia, Adriana, Marta y Alma.

Por su apoyo y consideración.

A mi cuñado. Ariel por su apoyo y consideración para la realización del presente trabajo.

A mis sobrinos: Anahí, Ezequiel, Delia Itzel, Luis Tonatiuh, Fabián, Frida, Francisco Ezkhérati, Ariel

Alexis, José Mauricio, José María y Luis Esteban.

A todos gracias.

AGRADECIMIENTOS

- Al departamento de Educación continua de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por su apoyo y consideración para la realización del Seminario de Titulación de Ingeniería Agrícola
- A mi asesor: M en C. Edvino J. Vega Rojas por su apoyo, orientación y paciencia para la conclusión de este trabajo
- Al Ingeniero Manuel Cruz Galindo por su aliento y consejos gracias.
- A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

“... Hay hombres que luchan un día y son buenos.

Hay otros que luchan un año y son mejores.

Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.

Pero hay los que luchan toda la vida, esos son los imprescindibles...”

Bertolt Brecht.

INDICE DE CUADROS.....	i
RESUMEN.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
Descripción Botánica del Guayabo.....	2
El Árbol.....	3
Fisiología y Fenología del Guayabo.....	3
Las Flores.....	5
La Polinización.....	5
Requerimientos Agroclimáticos.....	5
Suelo.....	6
Descripción del Sistema de Producción del Guayabo.....	6
Selección del Terreno.....	6
Variedades.....	7
Época de plantación.....	7
Trazo.....	7
Método y Densidad de Plantación.....	7
Riegos.....	8
Sistemas de riego.....	9
Producción Forzada.....	9
Labores de Cultivo.....	9
Ampliación del cajete.....	9
Pica-cava.....	9
Control de malezas.....	10
Fertilización.....	10
Deficiencia de zinc.....	11

Estercolado.....	11
Poda.....	11
Poda de formación.....	11
Poda de fructificación.....	12
Control Fitosanitario.....	12
Nematodos.....	12
Medidas preventivas de control.....	13
Insectos.....	14
Antecedentes.....	14
Especies presentes en la región.....	15
Daños.....	15
Ciclo biológico.....	15
Métodos de detección.....	16
Muestreo.....	16
Trampeo de adultos.....	16
Época de aparición.....	18
Métodos de control.....	18
Control mecánico-cultural.....	18
Control químico.....	19
Enfermedades.....	20
Bacterias.....	20
Control.....	20
Hongos.....	20
Los que dañan la raíz.....	20
Los que dañan la estructura del árbol.....	22
Control.....	23
Los que dañan a la hoja.....	23
Los que dañan la fruta.....	23
Control.....	24
Cosecha y Manejo Post-Cosecha.....	26

Índice de cosecha.....	26
Clasificación.....	26
Empaque.....	27
Enfermedades del fruto en post-cosecha.....	27
El Comercio Internacional de la Guayaba.....	28
Antecedentes.....	28
Japón.....	29
Unión Europea.....	29
Canadá.....	30
Ubicación de las Regiones Productoras en el Contexto Nacional.....	30
La Comercialización del Producto.....	31
Análisis de Competitividad entre Regiones Productoras en México y otros Países	
Productores.....	33
Propuesta de acciones de Políticas de Desarrollo para el Producto.....	34
Estrategias de Comercialización.....	35
III. EL FERTIRRIEGO.....	35
Antecedentes.....	35
Ventajas.....	36
Desventajas.....	36
Métodos de Riego.....	37
Riego presurizado: Aspersión y microrriego.....	37
El suelo y el fertirriego.....	38
Textura.....	38
Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	38
Salinidad.....	38
pH de la solución del suelo.....	39
Solubilidad de fertilizantes.....	40
Prueba de solubilidad.....	41
Acondicionadores de fertilizantes granulados.....	42
Soluciones frías de mezclas de fertilizantes.....	42

Formas insolubles de precipitados..... 42

Compatibilidad de fertilizantes..... 43

Calidad del agua..... 43

Fertilizantes y fertirriego..... 44

Nitrogenados..... 44

Fósforados..... 46

Potásicos..... 46

Ventajas del KTS..... 47

Fertilizantes con azufre..... 47

Fertilizantes con micronutrientes..... 48

Ventajas de los fertilizantes líquidos..... 48

Programa de fertilización..... 49

Sistemas de inyección..... 50

Inyector con orificio..... 50

Vénturi..... 50

Vénturi de válvula..... 50

Vénturi con bomba..... 51

Bomba inyectora..... 51

Inyección central y unidades móviles de inyección..... 52

Gastos y tiempos de inyección..... 52

Comparación de costos de fertilizantes..... 56

Calidad del Agua de Riego y Características del Agua Subterránea del Valle de
Calvillo..... 58

Composición de las aguas de riego..... 58

Criterios de clasificación..... 58

Peligro por Salinidad..... 60

Peligro por Sodicidad..... 61

Peligro por Bicarbonatos..... 63

Peligro por Cloro..... 63

Peligro por Magnesio..... 63

Obstrucciones en los sistemas de riego.....	64
Localización de los sitios de muestreo.....	64
Metodología para los Análisis físico-químicos.....	65
Índices de clasificación de aguas.....	65
Obstrucción en los sistemas de riego localizado.....	68
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	68
Localización del sitio experimental.....	68
Características climáticas.....	68
Precipitación.....	69
El suelo en el sitio experimental.....	69
Muestreo foliar y de suelo.....	74
Muestreo Foliar.....	74
Muestreo y preparación de muestras.....	74
Diferentes tipos de análisis vegetal.....	76
Análisis de nutrimento solubles.....	76
Análisis de nutrimento totales (cuantitativo).....	77
Muestreo de Suelo.....	78
Diseño experimental y tratamientos.....	79
Variables a medir.....	79
Variable fisiológicas.....	80
Variable de calidad.....	80
Variable de rendimiento.....	80
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	80
Peligro por Sodio.....	81
Peligro por Bicarbonatos.....	82
Peligro por Magnesio.....	82
Obstrucciones en el equipo de riego.....	83
VI. CONCLUSIONES.....	83
VII. REVISIÓN DE LITERATURA.....	85
ANEXOS.....	90

Anexo 1. (Figura, Localización del Sitio Experimental).

Anexo 2. Unidades Cartográficas de Suelos; para el Mapa Mundial de: FAO/UNESCO/DUDAL, 1969.

Anexo 3. Procesos de Formación de Suelos Complejos en Subprocesos y Reacciones.

Anexo 4. Contenidos Nutrimientales de Diferentes Cultivos (valores promedio).

Anexo 5. Recomendaciones Generales sobre el Manejo de Muestras Vegetativas.

Anexo 6. Pruebas Rápidas más Comunes y sus Características.

Anexo 7. Procesos de Digestión Seca y Húmeda.

Anexo 8. Composición Iónica del Agua Subterránea del Valle de Calvillo (Mayo de 1996).

Anexo 9. Valores de RAS y RAS^o (ajustado).

Anexo 10. Valores de Carbonato de Sodio Residual (CSR) y Peligro por Magnesio (PM).

Anexo 11. Características Físico-Químicas del Suelo en la Huerta "Los Halcones". , Jalpa, Zacatecas.

Anexo 12. Gráficas:

Marcha de la Temperatura.

Período de Crecimiento (intermedio).

Periodo Libre de Heladas.

Rendimientos del Guayabo, Huerta "Los Halcones". , Jalpa; Zacatecas.

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1	Temperatura Base y Requerimientos Térmicos para cuatro etapas Fenológicas en el guayabo.....	4
Cuadro 2	Principales Plagas del Guayabo en los Cañones, productos comerciales, dosis y época de aplicación.....	14
Cuadro 3	Fórmulas para la Preparación de atrayente alimenticio para moscas de la fruta.....	17
Cuadro 4	Fórmulas de Insecticidas-Cebo utilizadas para el Control de moscas de la fruta.....	19
Cuadro 5	Composición y Acidez de Algunos Fertilizantes.....	39
Cuadro 6	Fórmulas y Solubilidad de Fertilizantes.....	40
Cuadro 7	Clasificación de aguas por Salinidad propuesto por Ayers y Westcot, (1976).....	43
Cuadro 8	Resumen de Costos de Nutrientes (precios actuales).....	57
Cuadro 9	Descripción de los Sitios de Muestreo.....	64
Cuadro 10	Clasificación de la adaptabilidad del Agua por Salinidad de: Ayers y Westcot (1987).	66
Cuadro 11	Criterios de Clasificación del agua de Riego en Función del Carbonato de Sodio Residual (CSR) Wilcox, citado por Kovda: 1973.....	67

RESUMEN

Este trabajo tiene la finalidad de evaluar la eficiencia de la fertirrigación con el empleo de fertilizantes líquidos con respecto a los fertilizantes granulares tradicionales.

El objetivo planteado es: Evaluar la rentabilidad de la Fertirrigación en el árbol de guayaba (*psidium guajava, L*) en el municipio de Jalpa, Zacatecas.

Con el propósito de evaluar los rendimientos del guayabo se iniciaron muestreos de 5 suelos diferentes con distintas profundidades, el diseño experimental propuesto será en “bloques al azar” donde se tomará como unidad experimental a 2 ranas para cada árbol con 5 repeticiones y 2 tratamientos para cada bloque. Para la interpretación de los datos se utilizará el programa SAS (Statistical Analysis System).

La importancia de este trabajo, se fundamenta en la situación que prevalece en el sector agrícola, caracterizada por su marginación tecnológica, política y económica. Y aunado a ello las condiciones climáticas desfavorables.

Ya que en México, las zonas áridas y semiáridas representan más del 50% de la superficie nacional y en ellas se localiza más del 50% de la población del país.

Esto hace necesaria la implementación de sistemas de riego eficientes que permitan el manejo racional de los recursos naturales.

RESPUESTA DEL ARBOL DE GUAYABA (*Psidium guajava*.) A LA FERTIRRIGACION EN EL MUNICIPIO DE JALPA, ZACATECAS

1. - INTRODUCCION

La región guayabera del Centro de México denominada Calvillo-Cañones, queda comprendida por el municipio de Calvillo en el estado de Aguascalientes y por los municipios de Villanueva, Tabasco, Huanusco, Jalpa, Apozol, Juchipila, Moyahua y Mezquital del Oro en el estado de Zacatecas, cuenta con el clima apropiado para producir guayaba en suelos clasificados como impropios para la agricultura; en donde, se ha logrado establecer el área productora de guayaba de mayor importancia en el país; en el ámbito mundial representa una de las mayores superficies compactas cultivadas con guayaba. Con dos millones setecientos mil árboles, establecidos en 13 mil hectáreas. Desde el punto de vista social, se demandan anualmente 2.2 millones de jornales (INIFAP, 1992).

Sin embargo a pesar de ser una zona prodigiosa para la producción de guayaba y que mundialmente representa una de las áreas de mayor producción con este frutal; se ha observado, a través de numerosos trabajos en este cultivo. (Shigeura y Boullock, 1983; Mata y Rodríguez, 1985; González, 1990; Ruiz, 1991), que no se le está fertilizando adecuadamente por lo que los rendimientos que se han venido obteniendo son bajos y la cantidad de fruta de segunda es muy grande. Es muy común observar huertas mal fertilizadas con árboles raquíticos, lo cual no solamente está afectando el rendimiento del fruto sino también la calidad del mismo.

La fertilización de este cultivo es muy importante ya que se tiene muy buena respuesta al fertilizante, siempre que éste se aplique en forma correcta. A través de la fertilización se pueden lograr buenos rendimientos con mayor calidad de frutos de primera calidad. En cambio si se hacen aplicaciones de fertilizantes incorrectas se pueden tener algunos problemas como son los siguientes: cuando se aplican cantidades muy grandes de nitrógeno, el árbol crece bastante y tiene mucho follaje, su color da la apariencia

de que el árbol está bien fertilizado y hasta aumenta bastante de producción, sin embargo, la fruta producida es de mala calidad aún cuando sea grande pues permanece verde o verde amarillento aún en la madurez, la fruta es floja se cae y es desabrida; y así se aplican formulaciones aún de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; que en todo caso no han sido las adecuadas y los rendimientos son bajos, es por eso que se considera que se deben hacer aplicaciones correctas de fertilizante, o sea lo que el árbol necesita. (Valadez Marín, 1977; Ruiz, 1991)

Por otra parte, es necesario conocer el grado de desarrollo fisiológico en que se encuentra el árbol, ya que de esto depende en gran medida, la disponibilidad de los diversos factores que promueven el crecimiento y desarrollo como: agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2), luz (energía), temperatura (calor) y elementos nutritivos, afectando el desarrollo fisiológico del árbol.

De los elementos anteriores el agua es uno de los factores limitantes de mayor importancia para el desarrollo vegetal, por lo tanto, debe ser utilizado con la máxima eficiencia posible.

Por ello, la fertirrigación tiene por objetivo aprovechar el flujo de agua en los sistemas de riego, utilizando el agua como vehículo, transportador de nutrientes. Ofreciendo al mismo tiempo la oportunidad de aprovechar en forma óptima el agua y los nutrientes. (Alonso, D. V; 1996).

OBJETIVO.

Evaluar la rentabilidad de la fertirrigación en el árbol de guayaba (*Psidium guajava*, L), en el municipio de Jalpa, Zacatecas

HIPÓTESIS:

Los árboles de guayaba (*Psidium guajava*, L), responderán satisfactoriamente a una dosis balanceada de nutrientes.

II. REVISION DE LITERATURA.

Descripción Botánica del Guayabo (*Psidium guajava*, L).

de que el árbol está bien fertilizado y hasta aumenta bastante de producción, sin embargo, la fruta producida es de mala calidad aún cuando sea grande pues permanece verde o verde amarillento aún en la madurez, la fruta es floja se cae y es desabrida; y así se aplican formulaciones aún de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; que en todo caso no han sido las adecuadas y los rendimientos son bajos, es por eso que se considera que se, deben hacer aplicaciones correctas de fertilizante, o sea lo que el árbol necesita. (Valadez Marín, 1977; Ruiz, 1991)

Por otra parte, es necesario conocer el grado de desarrollo fisiológico en que se encuentra el árbol, ya que de esto depende en gran medida, la disponibilidad de los diversos factores que promueven el crecimiento y desarrollo como: agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2), luz (energía), temperatura (calor) y elementos nutritivos, afectando el desarrollo fisiológico del árbol.

De los elementos anteriores el agua es uno de los factores limitantes de mayor importancia para el desarrollo vegetal, por lo tanto, debe ser utilizado con la máxima eficiencia posible.

Por ello, la fertirrigación tiene por objetivo aprovechar el flujo de agua en los sistemas de riego, utilizando el agua como vehículo, transportador de nutrientes. Ofreciendo al mismo tiempo la oportunidad de aprovechar en forma óptima el agua y los nutrientes. (Alonso, D. V; 1996).

OBJETIVO.

Evaluar la rentabilidad de la fertirrigación en el árbol de guayaba (*Psidium guajava*, L), en el municipio de Jalpa, Zacatecas

HIPÓTESIS:

Los árboles de guayaba (*Psidium guajava*, L), responderán satisfactoriamente a una dosis balanceada de nutrientes.

II. REVISION DE LITERATURA.

Descripción Botánica del Guayabo (*Psidium guajava*, L).

El guayabo (*Psidium guajava*), es un árbol perenne que pertenece a la familia de las Mirtaceas del género *Psidium*. Cuenta con mas o menos 111 especies, siendo la más común la *guajava*; aunque su nombre técnico es *Psidium guajava, L.*

Algunos autores consideran a la guayaba nativa del Brasil, otros de la región tropical de la América que comprende desde México al Perú, siendo actualmente un cultivo importante en el huerto de las tierras bajas de los trópicos y sub trópicos del mundo (Chandler, 1962). Este árbol se ha naturalizado a lo largo de las corrientes de agua y en las áreas abiertas, prácticamente en todos los países en que se les ha introducido. Los frutos se utilizan para preparar jaleas, pastas y conservas; actualmente se le ha dado mas importancia por su contenido de vitamina C en la pulpa fresca (INIFAP, 1992)

El Árbol.

Es un arbusto arborescente o árbol bajo de 3 a 10 mts de altura, con el tronco corto, torcido y de ramas bajas de 10 a 30 cm de grueso, la corteza tiende a ser brillante y lisa. Los brotes jóvenes son cuadrangulares y las hojas de 7.5 a 10 cm de longitud, son de color verde claro pero también las hay de color verde oscuro y con las nervaduras visibles.

Fisiología y Fenología del Guayabo.

Fisiología. El guayabo presenta dos tipos de yemas, vegetativas y florales. Las yemas vegetativas se forman en las axilas de las hojas, así como en las partes terminales de una rama. (Rathore & Sing, 1974).

Cuando estas yemas salen de su condición de letargo, brotan para dar lugar al desarrollo de nuevas ramas o brotes, que se caracterizan por ser suculentos y vigorosos. Se clasifican en brotes vegetativos y brotes reproductivos (Ruiz, 1991).

Las yemas florales se forman el mismo año y generalmente se encuentran en las axilas de las hojas del tercerro, y/o cuarto nudo de los brotes reproductivos. Al mismo tiempo, que se da el crecimiento del nuevo brote, las yemas florales se desarrollan para dar lugar a inflorescencias que se presentan de una a tres flores. Debido a este hábito, el guayabo puede florecer en cualquier época y puede producir mas de una cosecha por

año. Este fenómeno provee al productor la posibilidad de programar cosechas escalonadas aún dentro de un mismo sistema de producción. (Seghal & Sing, 1967).

Fenología. La fenología del guayabo como la de los demás cultivos, está influenciada por una serie de factores, entre los cuales están la fecha en que inicia un nuevo ciclo vegetativo, la temperatura, el fotoperíodo, la humedad del suelo, la disponibilidad de nutrimentos y el componente genético de la planta.

La fenología del guayabo, bajo el sistema "riego-calmeo-riego", está gobernada básicamente por la fecha de aplicación del riego post-letargo y la temperatura, sobre todo cuando se ejerce control sobre los factores de manejo del cultivo.

La tasa de desarrollo del guayabo responde lineal y positivamente, a la temperatura promedio, a lo largo de sus diferentes etapas fenológicas, lo que ha simplificado la estimación de las necesidades térmicas de esta especie. En base a este principio las etapas fenológicas son: riego post-letargo-brotación (RPL-B), brotación-aparición del botón floral (B-ABF), aparición del botón floral-inicio de floración (ABF-IF) e inicio de floración-inicio de cosecha (IF-IC). En el Cuadro No 1 se muestra la temperatura base (TB) y el requerimiento térmico (RT) así como las diferentes etapas fenológicas del guayabo. (Ruíz; 1991).

**CUADRO 1. TEMPERATURA BASE Y REQUERIMIENTOS
TÉRMICOS PARA CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS EN
GUAYABO.**

ETAPA	Tb (°C)	RT UNIDADES CALOR
RPL-B	9.2	193
B-ABF	13.8	244
ABF-IF	10	428
IF-IC	8.4	2076

Donde:

RPL-B riego post-letargo-brotación

B-ABF aparición del botón floral-inicio de floración

ABF-IF aparición del botón floral-inicio de cosecha

IF-IC inicio de floración-inicio de cosecha.

Las Flores.

Son hermafroditas, con un diámetro de 3.8 cm. Nacen solitarias o en grupos de 2 a 3 en las axilas de las hojas de los brotes jóvenes, de modo intermitente empezando a formarse a principios de abril en algunos lugares, influyendo a la iniciación de la floración las condiciones climatológicas de la región correspondiente, retrasándose a veces hasta mediados del verano, si la primavera es parcialmente fría. Un período muy seco hace que la floración se retrase hasta el inicio de las lluvias.

Si el tiempo es suficientemente caluroso, el fruto puede madurar en tres meses, a partir de la apertura de la flor. La forma de los frutos es variable, desde redonda, oblongos o piriformes; la corteza o pericarpio puede ser liso y cerca o muy surcada y cerca; la pulpa se presenta de diferentes coloraciones, entre ellas el blanco, amarillo, rosa o rojo; el tamaño es muy irregular pudiendo ser de 2.5 a 10 cm de diámetro. La textura y el sabor también son variables, los mejores tienen un color rosado y un sabor ligeramente dulce, mezclado aceptablemente con aroma almizclado y una acidez moderada, debida principalmente al ácido cítrico, con una textura lisa.

La Polinización.

Es autogámica, algunos árboles no son capaces de fecundar por sí solos, es decir, necesitan la polinización cruzada.

Requerimientos Agroclimáticos.

El guayabo es una planta que no tiene exigencias agroclimáticas definidas. Su intervalo altitudinal se ubica entre los 0 y 1600 msnm, aunque de hecho en la región Calvillo-Sur de Zacatecas las plantaciones se encuentran entre los 1200-1800 msnm, con rendimientos promedio de 40 toneladas por hectárea, nivel considerado por los productores como redituable (González, 1990)

En cuanto a climas, el guayabo, aunque es de origen tropical, prospera desde el tipo mediterráneo hasta el ecuatorial. Sin embargo, en climas mediterráneos los árboles jóvenes pueden ser destruidos por el frío a -2°C. Los árboles viejos pueden resistir temperaturas de hasta -3.3°C por periodos cortos. El intervalo de

temperatura para el guayabo es de 10 a 35°C, con un óptimo para la fotosíntesis de 25-30°C. La temperatura promedio anual para obtener los más altos rendimientos va de 23 a 28°C y la temperatura máxima letal es de 45°C (Benaccio, 1982). Respecto a requerimientos hídricos, el guayabo es menos exigente que la mayoría de los frutales tropicales. Para una buena producción el guayabo necesita de 600 a 1000 mm de precipitación. Las lluvias excesivas y prolongadas en la época de maduración causan reventamientos en los frutos y disminuyen su calidad (González, 1990).

Suelo.

Este frutal prospera en casi todos los tipos de suelos (desde arenosos hasta arcillosos compactos), especialmente si las raíces tienen acceso a un abastecimiento constante de humedad. Sin embargo aunque el guayabo puede desarrollarse en una amplia gama de suelos delgados, considerados como no agrícolas por sus condiciones edáficas prospera mejor en suelos limosos profundos, fértiles y bien drenados con pH entre 4.5 y 8.2. En los Estados de Zacatecas y Aguascalientes las plantaciones de guayabo han prosperado en terrenos de ladera, con suelos delgados, calichosos y pH entre 7 y 8.4, lo cual permite representar una opción de cultivo redituable aun para las áreas consideradas como no agrícolas por sus condiciones edafológicas. (González, 1990).

Descripción del Sistema de Producción del Guayabo.

Selección del terreno.

El cultivo del guayabo responde a una amplia gama de suelos, desde arcillosos y orgánicos de buen drenaje, hasta los arenosos y calcáreos, aunque no sean profundos.

La topografía es determinante en el sistema de riego que se va a usar. Se recomienda establecer los árboles en las partes altas con orientación hacia el sur y no en los bajos, para evitar daños por heladas. (Rumayor R.F; Felipe S.J y Galindo G. G., INIFAP 1992).

Variedades.

En México no se cuenta con variedades, solo se dispone del material criollo que han seleccionado los productores y en la región se distinguen los siguientes tres tipos: "Media China" cuyo fruto es ovoide, de pulpa color crema, sabor agradable y se tiene en el 90% de las huertas. "China", su fruto es redondo, de pulpa color crema, abundante semilla y buena consistencia, de poca aceptación para consumo en fresco ya que es para la industria. "Criolla", donde se ubican varios tipos de guayaba, de tamaño y forma variables, con pulpa blanca, rosada y salmón. (INIFAP-CEPAB, 1998).

Epoca de plantación.

La época de plantación más adecuada, es al inicio de la temporada de lluvias (junio a julio), para evitar fallas por la falta de humedad. En las regiones donde no hiela y se dispone de agua suficiente, se tiene la opción de realizar las plantaciones durante todo el año. (INIFAP-CEPAB, 1998).

Trazo.

Para la elección de un sistema de plantación y definir un número de plantas por unidad de superficie, se debe considerar la topografía del terreno, su fertilidad y la facilidad para el movimiento de la maquinaria y los trabajadores. El tipo de plantación más aconsejable para la región es el "marco real".

Método y Densidad de Plantación.

Para la plantación, se sugiere abrir cepas de aproximadamente un metro cúbico (1 x 1 x 1 m) y en los siguientes años ampliar el cajete conforme crezca el árbol, para suministrarle agua necesaria para su desarrollo.

La densidad de plantación más común en huertos de guayabo es de 204 árboles/ha, la que se obtiene con distancias entre árboles de 7 x 7 m. en marco real, sin embargo, estas distancias pueden variar de acuerdo con el grado de fertilidad del suelo, disponibilidad de agua y manejo que el productor decida darle a su

plantación. En explotaciones intensivas, las distancias se reducen hasta 3 x 5 metros, es decir 666 plantas por hectárea.

Los árboles se plantan en cepas; cuando el suelo es pobre y poco profundo deben hacerse cepas grandes. En general se recomienda hacer las cepas de 80 a 100 centímetros por lado, aproximadamente. (INIFAP, 1992; INIFAP-CEPAB, 1998).

Riegos.

Al momento no existe una indicación específica para el número y frecuencia de riegos, sin embargo, se recomienda aplicar de 12 a 18 riegos durante el ciclo vegetativo (9 meses) hasta inundar el cajete con láminas de 10 a 15 cm; es importante mantener la humedad desde brotación hasta finalizar la cosecha, regando cada 15 días en la temporada cálida y cada 20 días en la temporada fresca.

Una práctica utilizada por los productores con la finalidad de programar la época de cosecha es el "calmeo". El "calmeo" es una práctica de riego que consiste en la suspensión del mismo una vez terminada la cosecha, lo cuál permite a los productores de la región, provocar la defoliación de los árboles y su entrada a un periodo de letargo, después se observa la aparición de nuevos brotes con la reanudación del riego, el cual es denominado riego post-letargo (INIFAP, CIFAP, 1992).

Por otra parte de acuerdo con estudios realizados por el CEPAB, en la región de Calvillo, para plantaciones en producción, se sugiere aplicar un total de nueve o diez riegos dentro del periodo comprendido entre el rompimiento del calmeo y el final de la cosecha, con intervalos de 20 a 25 días, en suelos de textura arcillosa.

En temporada de lluvias hay posibilidad de ahorrar un riego, o por lo menos dar los riegos más espaciados; se sugiere aplicar en cada riego una lámina de 9 a 10 cm; lo que en un cajete de 3 x 3 m, corresponde a un volumen de 810 litros por riego.

En suelos con textura media, se sugiere aplicar de 11 a 12 riegos con intervalos de 15 a 20 días, con una lámina de 8 a 10 cm cada uno, lo que en un cajete de 3 x 3 m, da un volumen de 720 a 900 litros por riego.

Sistemas de riego.

Su selección depende del costo, eficiencia y topografía del terreno, así en terrenos inclinados, los árboles necesitan ser regados por gravedad o por gotco (Shigeura, 1975). Aunque en la región de los Cañones-Huanusco cuentan con sistemas de riego presurizados, es decir, de microaspersión .

Según el Ing. Rafael Arriaga en 1995 recomienda que se debe considerar lo siguiente: Del costo, de la eficiencia, la topografía y estructura del suelo, a saber; en suelos arcillosos se recomienda frecuentemente riego por goteo y en suelos arenosos con alta capacidad de drenaje, riego por microaspersión. El riego por canales abiertos es el mas utilizado, y en la medida que se eviten derrames éste es más eficiente.

Producción Forzada.

A través de estas prácticas, el árbol se ve forzado a emitir nuevos brotes con flores (Ruiz, C. J, 1993). En la región productora Zacatecas, Aguascalientes, las defoliaciones por sequía y mediante productos químicos como la urea, son los métodos más utilizados para modificar la época de floración y cosecha. Al año se observa la aparición de nuevos brotes. Estos brotes traen consigo un nuevo periodo de floración (González, 1990). El manejo descrito anteriormente, es el que utiliza el fruticultor de la región para programar la cosecha. Para la zona de Calvillo el riego post-letargo inicia el día 15 de febrero; el inicio de brotación el 13 de marzo; la aparición del botón floral el 21 de abril; el inicio de floración el 24 de mayo para iniciar cosecha el 26 de octubre.

Sin embargo en áreas subtropicales, con una temporada de lluvias definida y corta, las épocas de floración y cosecha de guayabo son controladas con el manejo del riego (humedad o sequía), con prácticas culturales como podas, defoliaciones con productos químicos y el uso de reguladores del crecimiento.

Labores de Cultivo.

Ampliación del cajete. Consiste en ir aumentando las dimensiones del cajete de la plantación hasta llegar a 6 x 4 metros; se realiza durante los 3 o 4 años posteriores a la plantación.

Pica/Cava. Esta práctica consiste en aflojar y voltear la capa de tierra del cajete, con el propósito de airear la zona radicular. Esta práctica se aprovecha para incorporar abonos o fertilizantes (Mata y Rodríguez, 1985)

Control de malezas. El control de malezas es generalmente realizado en forma manual mediante una "cazanga", aunque también es posible utilizar métodos mecánicos como la desmalezadora conocida como "guira". Con ambos métodos se eliminan las hierbas que se desarrollan en el área del cajete o en las calles. Se sugiere dar dos deshierbes para el control de la maleza dentro de la huerta; el primero al iniciar agosto, cuando la maleza se desarrolla debido a las lluvias y el segundo antes de iniciar el periodo de cosecha. El control químico de maleza se realiza con Paraquat SA 20 Y Glifosato SA: el primero es un herbicida, se utiliza a dosis de 2 l/ha y se aplica con boquilla TJ8004 procurando no tocar ninguna parte del guayabo por que lo quema; el segundo es un herbicida sistémico no selectivo que se utiliza a dosis de 1 o 2 l/ha, dependiendo del tipo de maleza que se desee controlar (anual o perenne, respectivamente) y se aplica con boquilla TJ8001. En ambos casos es necesario realizar dos aplicaciones ya sea en junio y julio o julio y agosto.

Fertilización. A través de trabajos en este cultivo (Shigeura & Bullock, 1983; Mata y Rodríguez, 1985; González, 1990; Ruiz, 1991); se ha observado que no se le está fertilizando adecuadamente por lo cual los rendimientos que se han venido obteniendo son bajos y la cantidad de fruta de segunda es muy grande.

A través de la fertilización se puede lograr buenos rendimientos con mayor cantidad de frutos de primera calidad (Montoya, 1990); es conveniente aplicar la fórmula 60-50-60 para 204 árboles por hectárea, fraccionada en dos dosis, la primera un mes antes de la floración y la segunda después del amarre del fruto (INIFAP, 1992).

El guayabo ha mostrado respuesta a los tres elementos mayores N-P-K, las necesidades del frutal señalan una tendencia a mantener una relación aproximada de 1:1:1 en los tres elementos; para árboles en producción en plantaciones donde se acostumbra aplicar estiércol de bovino, se sugiere utilizar el tratamiento 50-40-50, distribuido en dos aplicaciones; la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y el potasio al aplicar el primer riego y el resto del nitrógeno se sugiere aplicarlo al amarre del fruto. En las plantaciones donde no se aplique estiércol, se pueden obtener buenos resultados con la aplicación del tratamiento 90-80-90.

Es necesario tomar en cuenta las aplicaciones de abonos orgánicos ya que si se sobre fertiliza, los frutos son grandes pero sin dulzura y se caen del árbol aún sin madurar.

Existe variación en la fertilidad de los suelos, ocasionada principalmente por el manejo de la huerta, por lo cual, es conveniente que cada productor tome como referencia de fertilización las sugerencias que aquí se hacen; sin embargo, es necesario que realice los ajustes convenientes de acuerdo al estado actual de su huerta, aumentando o disminuyendo estas cantidades, pero manteniendo siempre la relación aproximada de 1:1:1. (INIFAP-CEPAB, 1998)

Deficiencia de zinc. En la región guayabera de Zacatecas se llegan a observar deficiencias de zinc, por el aspecto que se presentan en las hojas de los árboles afectados, en la región se le conoce como roseta u oreja de ratón. Esta deficiencia nutricional se caracteriza por la formación de entrenudos cortos, aparición de hojas pequeñas y clorosis leve. Para la prevención y control de esta y otras deficiencias de microelementos se sugieren aplicaciones foliares de zinc, manganeso, fierro y boro (INIFAP, 1992).

Estercolado. Para esta práctica se recomienda utilizar el estiércol de ganado bovino, agregándose al cajete, en cantidades que van de 20 a 100 Kg por árbol; la cantidad depende del tipo de suelo y la fertilización química que se utilice (Mata y Rodríguez, 1985; González, 1990; INIFAP, 1992).

Poda. La poda es tal vez la práctica que más relación tiene con el proceso de flujo de energía, ya que son las hojas las responsables de la conversión básica de la energía que viene del sol a formas aprovechables (a frutos). El aprovechar mas eficientemente la energía dependerá de la peor o mejor posición de las ramas y hojas en el árbol. La guayaba es uno de los frutales mas adaptados a las prácticas de poda, puede adecuarse a las distintas exigencias del fruticultor (FUNEP, 1995) pero su forma más adecuada debe ser la que mejor capte la energía.

Poda de formación.

La mejor forma es aquella que se conduce a un solo tronco, para evitar sombreado en la parte basal, por lo que desde plántula debe guiarse perpendicular al suelo, con el apoyo de un tutor, si es necesario, eliminar todos los brotes laterales hasta una altura de 30 cm del suelo, a partir de aquí, dejar cuatro o cinco brotes bien distribuidos a lo largo de unos 60 cm, altura a la cual se despuntará la planta. los brotes que se dejan

originarse de diferentes puntos del tronco. Estos brotes serán las ramas principales que formarán una copa abierta del árbol con una inclinación de dicha ramas en su parte basal de unos 45 grados respecto al tronco.

De las ramas principales se originarán ramas secundarias separadas entre sí unos 15 0 40 cm, de las ramas secundarias brotarán las ramas de producción.

Poda de fructificación. Consiste en hacer una poda basándose en despuntes ligeros más o menos un tercio de crecimiento anual, y un raleo de las ramas que tiendan a la vertical. Además de quitar ramas rotas y enfermas; no dejar ramas alternas en cuanto a posición y evitar el crecimiento de tocones con pocas yemas, ya que éstos tienden a convertirse en chupones vegetativos y no en ramas de fructificación (Ruiz, 1991; INIFAP, 1992). Como la fructificación solamente se lleva a cabo en brotes anuales, y la mayor cantidad de fruta se origina de ramas no mayores a 50 cm y de menos de 1 cm de diámetro, este tamaño de ramas debe tomarse como base para realizar la poda de fructificación (INIFAP, 1992).

El guayabo, comparado con otras especies frutícolas es una planta mucho más vigorosa, por lo que las podas de fructificación se deben iniciar por la reducción adecuada de la copa y así permitir una buena aireación y penetración de luminosidad. La altura de la planta no debe exceder los tres metros y a través de la poda evitar que la producción se tenga solo en la periferia, toda vez que los brotes de un año estén distribuidos en la periferia, en las partes medias e inferiores del árbol, para mantener un número adecuado de yemas que permita buena producción y frutos de calidad.

Una práctica aconsejable para algunas variedades con brotes de baja diferenciación floral y de buen vigor es despuntar a 2 o 3 pares de hojas, lo que provocará la emisión de nuevos brotes, de los cuales serán seleccionados en promedio dos, en diferente posición. Una vez que estos últimos brotes tengan frutos de 2 a 3 cm de diámetro, solamente se dejarán 2 frutos por brote, eliminando el resto.

Control Fitosanitario.

Nematodos. Entre las plagas y enfermedades que inciden en este cultivo, los nemátodos juegan un papel importante. Puesto que el árbol es perenne y los nemátodos tienen la facilidad de multiplicarse en un mismo sitio y aumentar sus poblaciones hasta niveles en que el cultivo se daña (Rodríguez y Bolaños, 1977). Si los nemátodos existentes en el suelo disponen de un hospedero favorable y de raíces como fuente alimenticia la

población aumenta y disminuye hasta que queda destruido o en mal estado el sistema radical, sin embargo, por mecanismos especiales pueden sobrevivir largo tiempo en el suelo y tan pronto como tienen el hospedero decaído, se reactivan y multiplican nuevamente. Sus ataques a la especie *Psidium guajava*, se reportan en varias regiones productoras como Cuba (Rodríguez, Bolaños; 1977; Añorga Morales y Rodríguez; 1978).

Los géneros más importantes son: *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. Los dos primeros producen fuertes necrosis en las raíces pues llegan a dañar todo el sistema radical; el último es un formador de agallas (Rodríguez y Bolaños; 1977).

La importancia del género *Meloidogyne* radica en sus daños y en la distribución, pues se encuentra en todo el mundo y sus especies disminuyen los rendimientos, especialmente en regiones tropicales y subtropicales.

Medidas preventivas de control.

La fumigación se considera, todavía, el mejor control, pero por ser muy caro el tratamiento, se han buscado algunas alternativas que dan resultado sin alto costo. Una buena medida es examinar el material a plantar, para prevenir cualquier irregularidad antes de su introducción a las áreas donde se establecerán las huertas (Martínez; 1973).

Para *Meloidogyne* un nivel de 50 a 100 agallas en las raíces de las plantas en almácigo; es una cantidad que todavía ofrece buenos resultados cuando su posterior plantación se hace en un terreno sano. Evidentemente, el mejor resultado se obtiene en suelos libres de infestación tanto en el almácigo como en la plantación definitiva (Añorga Morales y Rodríguez Fuentes; 1978).

Según el M en C. Ernesto González Gaona y el M en C. Cuauhtemoc Valadez Marin, investigadores de los Programas de Entomología y Productividad del CEPAB publicaron en 1998, que para combatir con eficiencia las enfermedades de la raíz es necesario determinar los agentes causales que agravan el daño a la raíz. Ya que los encharcamientos, nematodos y pudriciones son los más comunes.

Por otra parte el Dr. J. Saúl Padilla Ramírez (investigador del programa de Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del CEPAB), recomienda que para evitar encharcamientos se hacen zanjas o se introducen en el cajete varios pedazos de tubo de PVC de 10 cm de diámetro a una profundidad de 50 cm para drenar el exceso de agua. El tubo se perfora en la parte media y superior.

Insectos.

Antecedentes. La mosca de la fruta, es una plaga que afecta a todos los cultivos frutícolas del mundo; específicamente, en México reviste especial importancia, debido a las pérdidas económicas que ocasiona al dañar a la mayoría de los frutales (Huerta y Siller, 1987). De este tipo de moscas, las especies del género *Anastrepha* son los más importantes y afectan principalmente el ciruelo, mango, naranja y toronja (Huerta P., Siller G y Sedeño R., 1987). La región productora de guayabo más importante, se localiza en la región suroeste del Estado de Aguascalientes y sureste del Estado de Zacatecas; en ésta se cultivan 13 mil 100 hectáreas además ocupa el 70% de la superficie de riego de esta región.

La producción de guayaba se ve afectada por diversos organismos, entre los que destacan: el picudo de la guayaba (*Conotrachelus spp*), nematodos del género *Meloidogyne* y moscas de la fruta del género *Anastrepha*; estas moscas han cobrado especial importancia en los últimos años, ya que han ocasionado alarma entre los productores, debido a su desconocimiento, a su forma de control y al temor de la imposición de las medidas de cuarentena (González, G; 1987).

Por lo tanto las principales plagas que atacan a este frutal son: Picudo de la Guayaba, Mosca de la fruta y Temolillo (Cuadro No. 2 INIFAP, 1992).

CUADRO 2
PRINCIPALES PLAGAS DEL GUAYABO
EN LOS CAÑONES, HUANUSCO;
PRODUCTOS, DOSIS Y APLICACIÓN
(INIFAP, 1992)

PLAGA	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS lt/ha	EPOCA DE APLICACIÓN
PICUDO <i>Conotrachelus dimidiatus</i>	Fustión 60 CE	0.75 lt	Al detectar los Primeros Adultos
	Gusación M-20	0.75lt	
	Sevín 80 PH	0.75lt	
MOSCA DE LA FRUTA <i>Anastrepha Striata</i>	Malatión 1000 CE	0.5 lt.	Al capturar moscas en la trampa McPhail y se tenga fruto sazón en huerta.
TEMOLILLO <i>Cyclocephalanuta C. otinis mukulabais</i>	Malatión 1000 CE	1.0 lt	

Especies presentes en la región.

En el Estado de Aguascalientes, se han detectado las siguientes especies: *Anastrepha striata*, *A. ludens* y *A. obliqua* en Zacatecas se han encontrado: *A. ludens* y *A. fraterculus* (Huerta y Siller, 1987); Sin embargo, en la región guayabera denominada Calvillo-Cañones, sólo se han detectado *A. ludens*, *A. striata* y otra especie no identificada (Velázquez, V., 1987). Específicamente para el Cañón del Juchipila, solamente se han detectado *A. ludens*, *A. striata*, predominando la primera con un 75% de la incidencia total (González, G; 1987).

Daños. El daño que provoca la mosca de la fruta en el guayabo, es ocasionado por las larvas; éstas se alimentan y se desarrollan en el interior del fruto, destruyen la pulpa y provocan fermentaciones que hacen inaceptables los frutos para el consumo humano. Actualmente no se cuenta con información precisa sobre las pérdidas anuales ocasionadas por esta plaga. En el Cañón de Juchipila por ejemplo, los frutales afectados por la mosca son: guayaba atacado por *A. striata*, zapote blanco atacado por *A. ludens* y mango atacado por una especie aún no determinada. (González, G; 1988).

Ciclo biológico.

El ciclo biológico de *Anastrepha* se inicia cuando una hembra fecundada inserta su ovipositor en un fruto y deposita de cinco a 15 huevecillos (puede ovipositar hasta 800 durante su vida); Estos tardan en eclosionar entre uno y siete días. Los frutos escogidos por las moscas para ovipositar, son los que presentan un 70% de madurez. El daño externo en los frutos se observa como una pequeña punción y el tejido alrededor de la misma se siente bofo al presionarlo.

Las larvas permanecen dentro del fruto de 15 a 60 días pasan por tres estadios larvarios y alcanzan una longitud final de 1 a 2 cm. El fruto afectado acelera su proceso de maduración y cae finalmente al suelo. Las larvas salen del fruto a través de una pequeña perforación de forma circular y se entierran en el suelo a una profundidad menor de 10 cm, para entrar a su siguiente etapa de vida.

La pupa es una pequeña cápsula cilíndrica de color café oscuro, que la larva forma para protegerse y transformarse en adulto. Si el clima es cálido y existe humedad en el suelo, las pupas se abren para liberar al adulto en ocho días; si la temperatura es baja y el suelo se reseca, pueden permanecer en estado de pupa por meses y solo emergen hasta que las condiciones les sean favorables (Nuñez, E y Velázquez, V; 1987).

Los adultos recién emergidos son blandos y húmedos, con las alas como pequeños muñones y permanecen estáticos secándose en hojas secas o troncos. Una vez seca, buscan alimento en secreciones mielosas de pulgones, frutos maduros con heridas, etcétera. Alcanzan su madurez sexual de cinco a 20 días después de nacidos. La cópula se realiza cuando un grupo de machos atrae a las hembras mediante un atrayente sexual, la hembra atraída escoge al macho más exitoso, copula con él y queda apta para reiniciar el ciclo biológico. Los adultos pueden vivir entre 30 y 45 días en zonas tropicales y varios meses en climas templados, además, pueden tener varias generaciones por año.

Métodos de detección.

Existen dos métodos para detectar la presencia de las plagas, estos son: por medio del muestreo de frutos (en los que se detectan estadios de larvas y pupas) y por el trapeo de adultos; a continuación se describen cada uno de los métodos (González, G; 1991)

Muestreo. Debido a que los frutos afectados maduran prematuramente y caen al suelo, al muestrear el 25% de los frutos caídos, se podrá detectar la presencia de larvas; Simultáneamente, se deben muestrear como frutos por orientación cardinal, a una altura entre media y elevada, de cada 10 árboles (Aluja, S; 1984). Este sistema de muestreo es flexible y sirve como un ejemplo para ilustrarlo.

Trapeo de adultos. Para el trapeo de moscas adultas del género *Anastrepha*, las trampas McPhail han resultado eficientes (Acosta et al; 1986).

Este tipo de trampas son botellas de cristal transparente cuyo fondo esta abierto y dirigido hacia el interior de la trampa; la parte superior de este asemeja un cuello de botella (que debe taparse al instalar la trampa en el árbol). Las trampas se ceban con un atrayente alimenticio y se colocan en la parte superior de los árboles, orientados hacia el oriente sin obstáculos (hojas o ramas) en la entrada (Velázquez, V; 1987). Las moscas atraídas penetran por la parte inferior de la trampa y al intentar volar dentro de esta, o salir, caen al atrayente y mueren. En el Cuadro No 3 se presentan diferentes fórmulas para la preparación del atrayente.

CUADRO. 3
FÓRMULAS PARA LA PREPARACIÓN DE
ATRAYENTE ALIMENTICIO PARA MOSCAS
DE LA FRUTA

FÓRMULA ATRAYENTE*
1) 10 cc. DE PROTEINA HIDROLIZADA BAYER 20 gr. DE BORAX COMERCIAL 1 lt. DE AGUA
2) 10 cc. DE PROTEINA HIDROLIZADA BAYER 1 lt. DE AGUA
3) 3 PASTILLAS DE PROTEINA DE SEMILLA DE ALGODÓN 200 ml. DE AGUA
4) 3 ml. DE ATRAYENTE ALIMENTICIO BAYER 6 gr. DE BORAX COMERCIAL 250 ml. DE AGUA
5) 10 kg. de CASCARA DE PIÑA* 10 lts. DE AGUA 1/2 lt DE VINAGRE DE PILONCILLO 1/2 lt de MELAZA
6) 1 PIÑA MEDIANA** 20 LTS. DE AGUA 1 LT. DE VINAGRE CASERO 1 KG. DE AZÚCAR

* Se aplican 250 ml de fórmula atrayente por trampa

** Se requieren 15 días para su fermentación

Se sugiere instalar una trampa por hectárea, ubicándola en el centro de la misma; si se utilizan dos trampas, se deben colocar a una distancia de 30 metros una de otra. La revisión de las trampas se debe realizar cada siete días, sin embargo, cuando el tiempo es caluroso, se debe acortar el intervalo de revisión, ya que el líquido se evapora rápidamente.

Cabe señalar que los métodos de muestreo y trapeo son complementarios e indicadores para la aplicación de medidas de control.

Época de aparición.

La época de mayor incidencia de mosca de la fruta en la región guayabera de Calvillo (Los Cañones), ocurre durante los meses de otoño e invierno y la menor durante los meses de primavera y verano. Por lo anterior, se considera que las cosechas de guayaba normal y tardía, son las que presentan el mayor riesgo de ser atacadas. Cuando la precipitación acumulada de cuatro días es superior a 10 cm; ésta puede actuar como un factor regulador, aunque el mayor efecto de las lluvias es lavar los nutrientes (fertilizantes foliares) del follaje y ramas; así como disminuir su calidad, lo cual, aunado a la falta de sustrato de oviposición, constituyen la principal limitante de los adultos (Aluja, S; 1984 y González, G; 1987).

Métodos de control.

Para el control de moscas de la fruta, se pueden utilizar los siguientes métodos: legal, mecánico-cultural, químico, biológico y la técnica del insecto estéril (Aluja, S; 1984). Para la región guayabera, se considera que a nivel práctico la mejor opción es utilizar en forma conjunta los métodos mecánico-cultural y químicos. Aunque se describirán por separado cada uno de los métodos mencionados.

Control mecánico-cultural.

En este, se incluyen las prácticas realizadas por el productor, que constituyen un factor de mortalidad para la mosca, en cualquiera de sus cuatro estadios (Acosta et al; 1986). Y que en ocasiones controla de un 60 al 80% de las poblaciones de la plaga (Acosta et al; 1986). Las prácticas más comunes son:

- 1- Recolección y quema de los frutos caídos. Nunca se debe permitir que la cosecha permanezca sobre el árbol, madure y se descomponga en la huerta
2. La cosecha se debe realizar en la época en que la incidencia de moscas de la fruta sea baja o nula.
- 3 Eliminación de hospederas alternantes dentro de la huerta. Debe controlarse la maleza dentro del huerto, con la finalidad de evitar la presencia de fruta infestada y de mosca escondida entre la maleza.
- 4 Movimiento del suelo del cajete, con lo que las pupas enterradas se exponen al exterior y mueren por desecación y depredación.

Control químico

El control de esta plaga se realiza con insecticidas cebos, los cuales se elaboran con cuatro partes de proteína hidrolizada, una parte de Malatión y 95 partes de agua. Este tipo de control se utiliza debido a la movilidad de la plaga y al hecho de que los frutos están próximos a madurar. Algunas variantes en la forma de aplicar este método son:

1. Aplicación sobre cuadros trampa. Se colocan cuadros trampa de cartón, lámina o madera (de 30 por 15 cm), en la porción oriente del árbol, en cada cuadro se aplica con una brocha una mezcla de cuatro litros de atrayente mas un litro de insecticida Malation.
2. Aspersión dirigida a una área de la copa del árbol. Se aplican 30 cm cúbicos de la mezcla empleada para los cuadros trampa, a cada 3 o 5 árboles, en el lado oriente, concentrando la aspersión en una pequeña área de la copa. Esta aplicación se puede realizar con mochila aspersora (González, G; et al; 1983).
3. Aspersión en líneas alternas. Se recomienda aplicar 150 cm cúbicos por árbol de cualquiera de las fórmulas que se muestran en el Cuadro No 4, cubriendo la parte superior de los árboles. La aplicación se debe realizar en los árboles internos del huerto, en forma alterna (una hilera si otra no), así como en los que estén ubicados en las orillas del huerto (Aluja, S; 1984)
4. Bolsas matadoras. Se recomienda esta forma de control cuando se tienen árboles dispersos y hospederos silvestres. Consiste en una bolsa de yute, rellena de olote u otro material absorbente, el cual se impregna con el cebo tóxico y se colocan en diferentes puntos del árbol.

El inicio de las aplicaciones debe estar fundamentado en los resultados del trampeo y muestreo de frutos así como en la fenología del árbol.

CUADRO 4
FÓRMULAS DE INSECTICIDAS-CEBO
UTILIZADAS PARA EL CONTROL DE
MOSCAS DE LA FRUTA.

F Ó R M U L A S	
1)	2 Lt. DE ATRAYENTE BAYER 1 Lt. DE MALATION 1000 1000 Lt. DE AGUA
2)	300 cm. CÚBICOS DE ATRAYENTE BAYER 200 cm. CÚBICOS DE MALATION 1000 100 Lt. DE AGUA.

Cuadro 4 (continuación)

3)	300 cm. CÚBICOS DE PROTEÍNA HIDROLIZADA 300 cm. CÚBICOS DE MALATION 50% CE 100 LI. DE AGUA
4)	1 LI. DE PROTEÍNA HIDROLIZADA 500 cm. CÚBICOS DE MALATION 57% CE 9 LI. DE AGUA MÁS EMULSIFICANTE
5)	1 LI. DE VINAGRE NATURAL DE PIÑA 1 LI. DE MELAZA O JARABE DE PILONCILLO 250 cm. CÚBICOS DE PROTEÍNA HIDROLIZADA 500 cm. CÚBICOS DE MALATION 50 CE 9 LI. DE AGUA MAS EMULSIFICANTE

LAS APLICACIONES DEBERAN REPETIRSE CADA 8 O 10 DÍAS, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS Y DE LA RESIDUALIDAD DEL PRODUCTO QUÍMICO UTILIZADO (ALUJA, 1984)

Enfermedades.

Bacterias. No es común encontrarse daños por bacterias, pero en la India existe una enfermedad conocida como cáncer, la cual se ha visto solo en los árboles de zonas húmedas y sobre frutos maduros, en la época de lluvias. Los frutos verdes desarrollan manchas "corchosas" negras, sobre toda la piel. Aunque la infección es poco profunda; la fruta da una apariencia desagradable para la venta.

Control. Sólo se logra mediante aspersión de productos químicos, en este caso, algunos que tengan efectos bactericidas.

Hongos.

Son los patógenos que más afectan a la especie y sus daños se presentan desde las raíces hasta la fruta. Se sabe que su presencia es común en nuestro país, pero se desconoce el número de especies que dañan al guayabo, pues existen muy pocos estudios al respecto.

Los que dañan la raíz

1). **Seta de pudrición radical.** Sus daños se reportan en Hawaii y Florida; el causante es *Clitocybe tabascens* (Scop) Bres. El árbol puede ser destruido rápidamente, puede vivir como saprófito en la madera de tocones y raíces de árboles muertos, especialmente en robles. La única manera de evitar dificultades con esta enfermedad es arrancando las raíces y troncos de árboles, cuando el campo se está preparando para la plantación de guayaba.

enfermedad es arrancando las raíces y troncos de árboles, cuando el campo se está preparando para la plantación de guayaba.

El síntoma de los árboles afectados es una declinación general y una lenta marchitez. Una estera blanca verdosa de micelio puede encontrarse en las raíces y en las estructuras de setas que ocasionalmente se forman en la base de las plantas. El hongo no ataca en suelos alcalinos y en áreas donde no existan robles. (Ruehle, 1964; Martínez, 1973).

2). **Marchitez.** Se reportan varios géneros y especies que atacan el sistema radical: se menciona a *Fusarium solani*; así como *Macrophomina phaseoli* infectando severamente plantaciones viejas y se diferencian por la zona donde atacan, por ejemplo *Macrophomina phaseoli* ataca el sistema radical, mientras que *Fusarium solani* infecta la vegetación sobre el suelo y la región superior del sistema radical.

Otro organismo causante de esta enfermedad es *Fusarium oxysporum*. Hoy en día se le reporta como una de las enfermedades más graves, dado que no se ha podido controlar.

Los síntomas son el marchitamiento de las ramas de los árboles afectados, que mueren unas después de otras. El árbol que se ve sano, en pocas semanas estará completamente muerto. Es mejor renovar los árboles tan pronto como los síntomas sean descubiertos, para prevenir que no se extienda la enfermedad.

Una forma de control eficiente, es desarrollar patrones con resistencia (Prased and S. B. Lal, 1952; Indian Institute of Horticultural Research; 1974).

3). **Pudrición radical** En el área de Hawai, se señalan como causante de la enfermedad a *Phymatotrichum omnivorum*. Este hongo origina marchitez de las plantas afectadas. El hongo se reconoce generalmente por decoloración y porque la corteza y el tejido cambia, las raíces adquieren una coloración café y se pueden observar micelios en las raíces podridas (Martínez, A. P; 1978).

4). **Enrojecimiento del follaje.** Es un síntoma que se presenta en algunas huertas de Calvillo, Aguascalientes y Tabasco, Zacatecas; se caracteriza por el cambio de las hojas de color verde a rojo fuerte. Se desconoce al agente causal, aunque se piensa en hongos o nematodos. Los productores lo atribuyen al mal drenaje, por observar recuperaciones de la planta cuando se suspende el riego, sin embargo, por repetirse el síntoma en plantas de Tabasco que provienen de Calvillo (por propagación asexual), se describe que la causa

es otra. Esto hace pensar en algún patógeno que se está propagando con material vegetativo infectado, pero es necesario estudiar más al respecto para encontrar la causa verdadera.

Los que dañan la estructura del árbol.

1). **Gangrena de la rama.** Aparece como quebraduras en la corteza, semejante a un parche de tejido rugoso muerto. Pueden observarse estructuras de hongos negros sobre las áreas afectadas. El patógeno es *Botrysphaeria ribis*.

2). **Tizón del hilo.** Lo origina *Pellicularia koleroga* que produce una especie de cuerdas café sobre las hojas y ramas.

3). **Pudrición de la madera.** *Trametes corrugata*. Causa daños al corazón de la madera. Los semidiscos son gruesos y engrosados de color grisáceo o negro grisáceo, con muchos surcos.

4). **Pudrición por herida** La provoca el *Polyporus versicolor*. Los esporofos se encuentran, generalmente en la base del tallo en heridas hechas por implementos de limpieza. Al igual que el anterior, es un hongo macroscópico con semidiscos carnosos.

5). **Marchitez por *Myxosporium*.** Es una enfermedad muy destructora registrada en Taiwan. La origina el hongo *Myxosporium psidii*, Sawada y Kurosawa. El nombre local de la enfermedad es Li-Ku-Bin y el cultivar es Laia-pa, que presenta alta susceptibilidad. Los primeros síntomas aparecen en la punta de los árboles y en infección aguda, las hojas de las puntas decaen y las puntas se arrugan en una o pocas ramas; simultáneamente. Después de 3 o 4 semanas, la planta se marchita y muere; algunas hojas y frutos modificados permanecen pegados a las ramas.

Cuando la infección es crónica, los brotes dejan de crecer y algunas hojas de estos parecen anormales y asimétricas; aparecen manchas café, rojizas en 1 o 2 hojas anormales de la punta, luego, las hojas gradualmente se tornan pálidas y entonces caen una por una, a partir de la base, hacia arriba. Le sigue el decaimiento de la fruta, marchitez de ramas o ramillas y muerte final de todo el árbol. También se ha observado que el hongo invade el xilema, el tallo y raíces.

Control

Aparte de resistencia genética, se puede separar los árboles enfermos y asperjar con fungicidas para proteger las heridas provocadas por la poda, porque es el lugar por donde penetra. Como el hongo no puede sobrevivir en el suelo, la plantación debe hacerse tan pronto como se pueda (Lew, L. S et al; 1979).

Los que dañan a la hoja.

Solo existen algunos reportes de Hawaii (Martínez, A. P; 1973).

- 1). **Moho oscuro.** El causante es *Asterina psidii* o *Meliola psidii*. Se presenta como un oscurecimiento superficial que cubre las hojas. Estos hongos crecen sobre las excreciones azucaradas de insectos, áfidos escamas, etcétera. No obstante no acostumbran parasitar la planta. El control de los insectos elimina el hongo.
- 2). **Moteado de la hoja.** Se origina por *Cercospora psidii*; se presenta como manchas circulares con el centro gris. Produce cuerpos fructíferos y cuando se propaga es problemático, por lo que se debe mantener bajo control con el uso de fungicidas basándose en cobre.
- 3)- **Tizón.** Se ha encontrado como agente causal a *Puccinia psidii*; se presenta en la superficie de la hoja como una mancha café; amarillenta que parece un volcán en miniatura. Las esporas del hongo son como polvo y se pegan a la punta del dedo, cuando se frota sobre las manchas.

Los que dañan la fruta.

Se presentan primeramente en el campo y su daño llega a ser muy severo después de la cosecha.

- 1). **Clavo.** El síntoma característico es el desarrollo de manchas o costras y la malformación, formación de frutos jóvenes. Las manchas se manifiestan de color café o como pústulas negras, producidas en gran número, que en casos muy severos provocan la apertura de la fruta y exhibición de semillas. Si la infección ocurre durante la evolución de la fruta, esta no se desarrolla, se momifica y cae. Si se hacen aplicaciones de fungicidas esporádicamente la infección se detiene; la fruta puede alcanzar su ciclo de desarrollo y madurez completa, pero con manchas de la enfermedad, por lo que, tales frutos en fresco deben eliminarse del mercado. El organismo causal puede ser *Pestalotia sp.* pero una infección múltiple puede ocasionarse por *Cytosporina sp.* cuando la fruta madura ya fue infectada con *Pestalotia sp* (Lakshminarayana y Moreno R: 1978).

Control.

Es una enfermedad común para la zona productora de Calvillo, Aguascalientes para prevenirla, se recomienda Zineb 300 g/100 l de agua, caldo de Bordelés 1-1-100, Agrimicin-500 g/100 l de agua. Las aplicaciones se hacen al follaje, cuando se tienen síntomas, como pequeñas manchas oscuras, a veces rodeadas de coloración rojiza o cuando en el fruto se observan costras circulares, que se notan o acentúan por los meses de julio a septiembre (SARH; 1980).

La mayor incidencia de esta enfermedad es de julio a octubre en que se debe proteger al guayabo. Los daños a los frutos ocasionan mermas en el precio de venta, debido a la apariencia externa del fruto afectado. Dicha enfermedad se puede prevenir con aspersiones foliares de productos basados en cobre en dosis de 300 a 400 gramos por 100 litros de agua. Las aplicaciones se realizan de julio a octubre. (INIFAP-CEPAB; 1998).

2). **Antracnosis.** Es muy cosmopolita y se reportan otros géneros, además del *Colletotricum*. Se menciona como la enfermedad más común del guayabo; la ocasiona el *C. psidii*; su máximo desarrollo lo efectúa a 35°C y con 96% de humedad relativa (Pantastico, E. R.R; 1979).

En México este microorganismo se le menciona como *Colletotricum sp*. Los síntomas se inician con la aparición de pequeñas manchas de color café, claro y áreas circulares decoloradas de la superficie, las que se agregan rápidamente, cambian su color a café oscuro o negro y se extienden hacia el centro de la fruta. Cuando la fruta esta sobre madura, muestra una degradación rápida del tejido que se ennegrece y con frecuencia exuda un líquido rosado de las rupturas, el cual cambia rápidamente a color negro.

El hongo causante es un parásito que ataca a los frutos y penetra por las lesiones causadas debido a daños mecánicos y permanece como infección latente. Ocasionalmente puede interferir *Colletotricum sp* y *Phomopsis sp* que origina una infección múltiple (Lakshminarayana y Moreno R; 1978).

Control.

Como el hongo penetra por heridas, se recomienda evitarlas al máximo, además de hacer 3 a 5 aplicaciones de caldo Bordelés o con algunos otros fungicidas durante el desarrollo de la fruta. Aquí es importante señalar que los insectos ocasionan picaduras y el exceso de agua ocasiona rajaduras, por lo cual se debe tener un buen control.

3). **Glomerella.** Parece ser que solo se encuentra en Puerto Rico y áreas circunvecinas, pero se ha encontrado que puede llegar a atacar severamente la fruta al grado que, en Puerto Rico se considera como la enfermedad que más daño ocasiona, pues se reporta hasta el 50% de pérdidas en la cosecha, para algunas de sus localidades. El agente causal es *Glomerella cingulata* (Stom); Su parasitismo origina la modificación y ennegrecimiento de los frutos en vías de desarrollo y la pudrición de las frutas ya maduras. Causa los mayores daños en aquellas regiones donde la precipitación es fuerte durante la época de crecimiento y desarrollo de la fruta.

Su sintomatología se caracteriza por el cambio de color de la fruta, amarillo al principio, después a un amarillo oscuro y, finalmente, a oscuro total. Su ataque es favorecido en aquellos frutos perforados por insectos o pájaros o por resquebraduras aparecidas después de lluvias fuertes (Le-Bourdelles, J. Et P. Estanove, 1967; Soto, T, 1967; Singh D and J. L. Serapion; 1981).

Control.

En Puerto Rico se han hecho esfuerzos para controlar mediante aspersiones de diversos productos químicos al follaje, pero no se ha encontrado un método o substancia que logre, el control; quizá porque todas sus variedades son susceptibles. Sin embargo, para el año 1979 se reportaron ya los avances de un proceso de selección de 25 materiales con tolerancia a la enfermedad y con altos rendimientos. Parece que ésta será una alternativa de solución al problema (Singh D. T. & J. L. Serapion, 1981).

4). **Pudrición final del pedúnculo.** El agente casual es *Phoma sp* y se encuentra usualmente, en la fruta producida en regiones de alta precipitación. El área alrededor del pedúnculo de la fruta se colorea de café ligero hasta negro y sobre los tejidos descoloridos se localizan estructuras negras fructificando.

Un fungicida basándose en cobre parece ser el mejor control (Martínez; 1973).

5). **Pudrición del pedúnculo.** El hongo *Botrydipodia sp* es responsable de grandes daños a la fruta cosechada, pero la infección se inicia en el campo. La pudrición se inicia por el pedúnculo y se extiende uniformemente, al principio como un pequeño círculo café que se vuelve más oscuro a medida que la enfermedad progresa, hasta ablandar por completo el tejido. La pulpa en descomposición presenta un olor rancio y desagradable (Lakshminarayana y Moreno R; 1978).

Control

Puede realizarse mediante aspersiones periódicas con caldo Bordelés o algunos otros fungicidas como Benlate o Thiabendazole. En la pós cosecha se utilizan los mismos productos.

6). **Putridión de la corona.** El causante es el hongo *Dothiorella sp* y al igual que *Botrydiplochia sp*, origina grandes daños a la fruta cosechada, su infección también se inicia con el avance de la enfermedad. El tejido se pone blando y la pulpa presenta un olor rancio y desagradable (Lakshminarayana y Morcro R; 1978).

Control

Su control, es el mismo que para el hongo *Botrydiplochia sp*

7). **Baqueteado.** Es el nombre más común que se le da a una enfermedad que se presenta en el Estado de México. Se caracteriza por la formación de pequeños puntos rojos en la piel de los frutos, apariencia que merma la calidad.

Es muy importante mencionar, que no se conoce el agente causal, por ello no existe un método de control fitosanitario, pero dado que la bacteria no son comunes se ha colocado en este grupo.

Cosecha y Manejo Post-Cosecha.

Cuando la fruta es para consumo en fresco, se recomienda se recolecte con mucho cuidado de no golpear la fruta, pues los traumas mecánicos provocan activación de metanol, lo cual acelera maduración, lo que repercute de inmediato en la calidad y menor duración en el anaquel.

También es necesario conocer el índice de cosecha, a continuación mencionamos los criterios de selección que se considera para dichos índices:

- a) Químico. Para industria 6 grados Brix; para consumo en fresco 12 grados Brix. Estos datos varían con el cultivar, el manejo y estación del año.
- b) Físico. Se mide la fuerza necesaria para desprender el fruto y su crecimiento y composición. De 2 a 4 Kg de fuerza.
- c) Color. Cuando el fruto se encuentra al cambio de color verde a amarillo y cuando estén muy firmes.

Clasificación de la cosecha: para la clasificación mencionaremos los siguientes:

- a) Extra maduro (X M)
- b) Extra verde (X V)

- c) Primera maduro (P M)
- d) Primera verde (P V)
- e) Segunda maduro (S M)
- f) Segunda verde (S V)
- g) Tercera (111)
- h) Desecho (---)

Empaques:

- a) De madera tipo guacal del 16, 17 y 18
- b) De cartón de 10
- c) De unicel 4, 6 y 8
- d) De plástico. De 18 para manejo a granel; de 4 para mercado en fresco, para supermercado.

Enfermedades del fruto postcosecha

Una vez que el fruto fue desprendido del árbol, existe una deshidratación natural que afloja los tejidos de la fruta. La tasa de respiración aumenta, provoca maduración y es entonces cuando se facilita la infección por hongos y bacterias.

Pestalotia psidii Pat., y *Colletotricum gloesporoides* penz, son los microorganismos mas frecuentes en almacenamiento, pero con algunos fungicidas se obtiene buen control. (Benomilo .01%).

Las mismas características genóticas determinan el tiempo de duración del fruto en buenas condiciones en el anaquel. Sin embargo, se puede alargar este periodo considerablemente de la siguiente forma:

Evitar la sobre fertilización nitrogenada en la etapa fenológica 2 y 3, y desde luego en vísperas de cosecha. Procurar riegos ligeros pero frecuentes. Evitar golpear la fruta, seleccionarla y transportarla con extremo cuidado. Una vez cosechado el fruto, es necesario bajar el calor de campo, es decir, bajar la temperatura a 7°C, con ducha de agua fría, y de ser posible desde la huerta a los centros de consumo en refrigeración (8.3 a 10°C), con una humedad relativa del 85%. (Rafael A. Z; 1995).

El Comercio Internacional de la Guayaba

Antecedentes.

El comercio de venta de la guayaba tiene importantes variaciones en los centros de distribución y consumo, de acuerdo a la época de producción y la calidad de fruta. Los precios más altos se obtienen en las calidades Extra y Primera, así como de la cosecha obtenida fuera de la época "normal" de producción que es de septiembre a diciembre, aunque cerca del 60% del total regional se obtiene en esa época.

A nivel nacional, la guayaba se produce de manera comercial en 16 estados de la República, pero existe producción silvestre no comercializada por lo menos en otros 11 estados del país. La superficie destinada al cultivo de la guayaba en México es de 20,975 ha (1997).

En 1997 el 91.45% de la producción se concentró en los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán. La producción total estimada en 1993 fue de 193 mil 199 toneladas y de 179 mil 820 toneladas en 1997, con un rendimiento promedio de 13.5 y 9.75 toneladas por hectárea, respectivamente.

Regionalmente, sólo tiene importancia económica significativa para el estado de Aguascalientes, 1997 representó para dicho estado el 49.1% de la producción nacional de guayaba, mientras los estados de Zacatecas y Michoacán participaron con el 25.31 y 17.13% (respectivamente) (Juan R. V, SAGARASERCA; 1999). Por otra parte, se estima que año con año, se establecen más de 1000 hectáreas. De este cultivo, así cada vez más huertos contribuyen para la producción del frutal. Los productores por otra parte se capacitan en el manejo de las huertas.

Por lo anterior se puede suponer que en unos cuantos años más, el mercado se saturará y el precio tenderá a la baja, y de no lograr exportar o industrializar, este cultivo se hará poco rentable.

Sólo los productores que produzcan con calidad total, que se agrupen bajo alguna figura jurídica, y abran mercados no tradicionales, serán los que persistan en la producción de guayaba con excelentes dividendos (Rafael A.Z; 1995).

La producción y explotación comercial de la guayaba esta extendida en numerosos países de América, Asia y Africa. No obstante, el mercado mundial de la guayaba es aun restringido sobre todo en comparación con el de otros productos con producciones menos dispersas como el mango. Esta circunstancia se refleja en una generalizada carencia de información estadística para la guayaba; las fuentes internacionales,

incluyendo la FAO, la consignan (cuando lo hacen) en forma agregada con mango y mangostanes. Por lo tanto el mercado mundial de guayaba en fresco es muy pequeño.

En términos agregados, se estima que el volumen exportado por algunos de los países identificados fue en 1993 de alrededor de 3,260 toneladas, lo cual apenas significaría un 1.8% de la producción de guayaba de Egipto o México.

Con todo, Egipto es el mayor exportador, en 1993 vendió al exterior 2,518 ton y su único mercado fue el Reino Unido. En particular, México ha realizado una exportación importante de productos procesados de fruta. La información disponible, que incluye mango y mangostanes, muestra que en los últimos años ha sido abastecedora de Estados Unidos y Canadá aunque en productos distintos. Las ventas a los Estados Unidos incluyeron pulpas y ates. A partir de 1993, el mercado canadiense ha absorbido exportaciones de procesados en seco y en almíbar.

Cabe señalar que Estados Unidos y Canadá conceden ambos países a México un trato preferente a las exportaciones mexicanas de frutas frescas e industrializadas (dentro del TLC). Aunque Estados Unidos es particularmente exigente en los aspectos de sanidad, lo que ha vuelto una verdadera limitante para la exportación de algunos productos frescos, como es el caso de la guayaba.

Japón. Para este mercado el punto fundamental es la calidad, entendida en todas las dimensiones del producto: presentación, empaque, disponibilidad y regularidad del abasto, etc. Condición de etiquetado y sanitarios son estrictas, además del uso de símbolos de estándares de calidad.

Unión Europea. Los países de la Unión Europea, como signatarios de la convención de Lomé, aplican derechos preferenciales y en muchos casos conceden la entrada libre a productos importados de los países en desarrollo que no son signatarios de la convención de Lomé, reciben trato preferencial con arreglo al Sistema Generalizado de Preferencias. No hay restricciones cuantitativas ni una legislación fitosanitaria especial para los productos exóticos.

En materia de Regulaciones Arancelarias y no arancelarias para la guayaba quedó en el capítulo de desgravación inmediata si entra durante el periodo que va del 1° de septiembre de un año al 31 de mayo del año siguiente se desgravará en 10 años a partir de un arancel base de 8.27%. Libre a partir del 2003.

Productos procesados. La importación de ate, pasta y purés quedaron negociados para desgravación inmediata. Las "preparaciones homogeneizadas", que pagan un arancel base del 15% serán desgravadas a cinco años. Libre a partir de 1998.

Canadá

Fruta fresca. La importación de guayaba en fresco esta libre de arancel. Productos procesados. La guayaba preservada con azúcar (drenados, confitados o cristalizados) está libre de arancel. En cambio las preparaciones homogeneizadas quedaron negociadas para desgravación a cinco años. Libre a partir de 1998. (Juan R. V, SAGAR-ASERCA; 1999)..

Ubicación de las Regiones Productoras en el Contexto Nacional.

La superficie destinada al cultivo de la guayaba alcanzó su tope máximo en 1980 con más de 23 mil hectáreas a partir del cual se redujo drásticamente en 1981 e inició un prolongado periodo de recuperación que llega hasta la actualidad, pero que aún esta lejos de los niveles registrados en 1980. En 1994 la superficie cultivada nacional fue de 16,110 hectáreas y de 20,975 en 1997. En términos de tendencias, la evolución de los rendimientos por entidad federativa muestra variaciones poco significativas, lo cual parece indicar la presencia de una inercia de producción dominada por un margen aceptable de rentabilidad y la existencia de un mercado interno relativamente estable y poco exigente. Entre 1982 y 1994 los rendimientos promedio por hectárea a nivel nacional se mantuvieron alrededor de las 13.5 toneladas.

En cuanto a las variedades cultivadas. En México, predomina la "Media China" en los principales estados productores. Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán. En otras regiones productoras se cuenta con variedades criollas identificadas con nombres regionales y locales como: Regional de "Calvillo", "China", la "Labor", "Acafoneta", "Coyame" y otras.

Las variedades producidas en el país se ven afectadas por algunas plagas y enfermedades. Por su extensión, la plaga más importante es la Peca, que afecta más o menos al 20% de la producción y que se manifiesta como pequeñas manchas que, sin alterar el sabor, textura o color del producto, hace que se le considere de inferior calidad.

Existen otras plagas como la mosca de la fruta, que aunque solo afecta al 2% de la producción, su existencia en las principales zonas de producción nacional se considera en los Estados Unidos un factor más que suficiente para restringir su importación.

Al respecto, las autoridades y los productores mexicanos, han iniciado una Campaña contra la Mosca de la Fruta para concluir y lograr una declaratoria de "zona libre" en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, que es donde más avanzada está la campaña.

Respecto a la organización de productores, existe una Asociación Rural de Interés Colectivo (ARIC) en Calvillo, Aguascalientes; una Unión Regional de Guayaberos del Estado de Zacatecas (URGEZ); y varias asociaciones agrícolas de Productores de Guayaba en el estado de Michoacán. La mayoría de los productores está incorporada en las organizaciones mencionadas. No obstante, estas no tienen capacidad para negociar, en representación de sus agremiados, las condiciones de venta del producto, ni tienen capacidad financiera para proporcionar apoyos y servicios a sus afiliados.

La Comercialización del Producto.

La producción de guayaba durante los últimos 8 años (1990-1997) ha sido del orden de 191,578 toneladas anuales en promedio. No existen importaciones y las exportaciones no son significativas. Además, tanto productores como expertos estiman que la merma física del producto en la cosecha y la comercialización debe ser del orden del 20%. Así, se estima que el consumo nacional aparente es de alrededor de 153 mil toneladas.

La demanda nacional de guayaba se caracteriza por:

- a) La inmensa mayoría de la producción se comercializa y se consume en fresco (alrededor del 87% de la producción).
- b) Existe una marcada concentración del consumo en las grandes áreas urbanas. Las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla consumen alrededor de 75% de la producción nacional disponible en fresco.
- c) No hay evidencias de que existan preferencias regionales por la fruta. La distribución se concentra en la Ciudad de México y su zona metropolitana (65%), en Guadalajara (20%) y en Monterrey (10%), lo cual

se explica por las facilidades de infraestructura y la necesidad de que la producción adquiera precio como por ser los lugares de mayor consumo per cápita.

En lo que se refiere al esquema de comercialización de la fruta, se identifican los siguientes tipos de agentes o participantes, que son otros tantos niveles o eslabones de la cadena de comercialización:

El intermediario, que por cuenta o por encargo de los mayoristas de las centrales de abasto, compra la fruta a pié de huerto o en los centros de acopio o venta locales.

Las centrales de abasto (mayoristas) Por la ausencia de un mercado regional efectivo, es hasta que la fruta llega a la central de abastos cuando toma precio real; este precio se establece tomando en cuenta las condiciones de oferta y demanda del momento.

Los mayoristas distribuyen a tiendas de autoservicio, otros mercados regionales de menor alcance, como Jalapa, Torreón, etc y a los mercados minoristas (municipales, sobre ruedas, etc.)

Las tiendas de autoservicio juegan un papel cada vez más importante en virtud de la penetración creciente que tiene en el mercado de menudeo.

Los minoristas del producto en fresco, eslabón final, tienen una cobertura geográfica y de estratos sociales más amplia y, por su cercanía con los consumidores, reciben y conocen sus actitudes y preferencias.

Empresas agroindustriales de tamaño pequeño acuden a mayoristas para surtirse de la fruta y dependiendo de la ubicación, pueden también acudir a productores.

En la línea del producto procesado, es el mayorista, quien puede ser abarrotero o dulcerero y surte y refacciona a las tiendas detallistas, que directamente hacen llegar a los productos a las manos del consumidor final.

Es de destacar que en la práctica las operaciones de comercialización pueden darse y se dan en forma combinada. Algunos de los esquemas que funcionan específicamente en esta fruta, son los siguientes:

1. Productores integrados como comercializadores, son organizaciones o productores individuales que venden directamente a las centrales de abasto, agroindustriales y, ocasionalmente, a autoservicios. Tienen o buscan contar con selección, empaque y transporte tratando de retener una mayor porción del valor agregado entre ellos.
2. Comerciantes mayoristas que compran a productores, representan un caso de integración en sentido inverso. En esta fruta se ha encontrado con cierta frecuencia que mayoristas de centrales de abasto de

México y Guadalajara compran directamente en Calvillo, Aguascalientes, a productores, algunos tienen huertos y otros compran a parientes que los tienen.

3. Productores que acuden directamente a centrales de abasto a vender su producción, no es usual en este producto pero se da ocasionalmente. Si no se tienen una bodega o una conexión con un bodeguero, el productor se encuentra en desventaja pues tiene que vender a pie de bodega al precio existente en el momento, ya que no se puede almacenar o mover a otro mercado por su corta duración.
4. Participación de un intermediario local y otro regional, sucede sobre todo cuando el producto se redistribuye de las centrales de abasto mayores, una vez que tiene precio, a centrales menores de otras regiones a través de comerciantes representantes de los mayoristas. Este proceso encarece la fruta al agregar transporte, maniobras y utilidades adicionales.

Análisis de Competitividad entre Regiones Productoras en México y otros Países Productores.

En el ámbito nacional, las ventajas competitivas se distribuyen entre regiones productoras con arreglo a las condiciones naturales, geográficas, productivas y de mercado de cada una de ellas.

La zona de Aguascalientes-Zacatecas tiene una indudable ventaja locacional respecto a los mercados del norte del país y de la costa este de los Estados Unidos. Además de su mayor cercanía geográfica, cuenta con acceso fácil a la principal red de carreteras hacia la costa este de los Estados Unidos. La zona de Michoacán, por su parte, parece tener ventajas hacia los mercados del centro y sur del país. En relación a la costa oeste de Estados Unidos, las tres principales zonas productoras del país están aparentemente en condiciones similares.

El análisis de la competitividad a nivel internacional se concentró en los casos de Brasil y Estados Unidos. Brasil es el principal productor de guayaba en el continente americano y cuenta con una extensa red de comercio exterior, básicamente hacia el mercado europeo (Alemania, Francia e Inglaterra). Estados Unidos es el mercado natural de la producción nacional por su ubicación geográfica, las relaciones comerciales y por la numerosa población de habla hispana en su territorio y sus hábitos de consumo.

Los tres países (México, Estados Unidos y Brasil) producen variedades diferentes entre sí, sobre todo en términos de tamaño, color, olor y consistencia. En razón de que acuden a mercados distintos no es posible hacer actualmente una identificación precisa de las ventajas competitivas de una u otra variedad.

En términos de la estacionalidad de la oferta, los productores de México tendrían una ventaja mayor tanto en los meses de octubre-diciembre, en donde se concentra el grueso de la producción nacional. En Brasil, los meses de mayor oferta son febrero, marzo y abril, debido al cambio estacional asociado a su ubicación hemisférica.

En términos de productividad, los productores de México tienen una desventaja absoluta, atendiendo a las diferencias en los rendimientos por hectárea obtenidos en los otros dos países. En efecto el nivel promedio de rendimiento de México (13.5 toneladas por hectárea) equivalente al 51% del obtenido en Hawaii (26.5 ton/ha) y al 46% del observado en Brasil (29.5 tons).

La importancia relativa y la posible ventaja competitiva de cada uno de los principales países productores, depende del tipo de producto y el mercado de destino a los que se haga referencia. Para México, las ventajas se derivan, sobre todo para los países de América del Norte, de la ubicación geográfica, el Acuerdo de Libre Comercio, los vínculos comerciales directos y la presencia étnica.

En el caso de los mercados de Japón, Australia, Nueva Zelanda, Taiwan y Corea las ventajas descansan en la posición geográfica, la existencia o no de canales de distribución establecidos para otras frutas, eventuales preferencias comerciales en el mercado de la APEC, ventaja estacional (para Australia y Nueva Zelanda). En el mercado de Europa Occidental es relativamente también la buena posición geográfica.

Para el mercado de Chile se cuenta con ventajas asociadas a la buena ubicación geográfica, el cambio estacional, preferencias en el mercado del Acuerdo de Libre Comercio México-Chile, y la existencia de vínculos familiares y de amistad fortalecidos en las últimas décadas.

Propuesta de Acciones de Políticas de Desarrollo para el Producto.

En términos generales, se considera que la fruta fresca producida en el país es de buena calidad y competitiva. Sin embargo, se puede mejorar la productividad y la calidad en el sentido de lograr mejores

rendimientos por hectárea y de contar fruta limpia y sana, que no pueda ser objetada en su comercio por las autoridades sanitarias de otros países.

Estrategias de Comercialización

Del análisis anterior se desprende la necesidad de implementar una estrategia integral de comercialización que englobe a grandes rasgos las posibles acciones para lograr un mejor funcionamiento de la cadena productiva.

Lo cuál se puede concluir que hace falta una gran diversidad de acciones para lograr un posicionamiento adecuado de la guayaba en fresco y procesada, en los mercados internacionales y ampliar su cobertura en el mercado nacional.

III. EL FERTIRRIEGO

Antecedentes.

La fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes y/o de los elementos nutritivos, junto con el agua de riego. Para ello se utiliza el agua como vehículo, al estar los elementos nutritivos disueltos en la misma, ya sea de forma continua o intermitente.

La fertirrigación se asocia básicamente con los riegos localizados de alta frecuencia (riego por goteo, exudación, microaspersión, etc).

Esta práctica es reciente, a pesar de haberse iniciado en California en 1930. Así en el año de 1974 sólo existían en todo el mundo unas 85,000 has. De este tipo de riego.

Los países con mayor tradición y experiencia son Estados Unidos (principalmente California), Australia, Sudáfrica, México, Israel y España.

La introducción de este tipo de práctica combinada de riego y fertilización tiene una gran importancia tanto desde el punto de vista técnico como económico. (Alonso, D. V; 1996).

Definición

Fertirriego o fertirrigación es la aplicación de fertilizantes a los cultivos por medio del agua de riego.

A la aplicación de los agroquímicos al suelo o a los cultivos por este medio, se le denomina quimigación (Peña, 1997).

rendimientos por hectárea y de contar fruta limpia y sana, que no pueda ser objetada en su comercio por las autoridades sanitarias de otros países.

Estrategias de Comercialización

Del análisis anterior se desprende la necesidad de implementar una estrategia integral de comercialización que englobe a grandes rasgos las posibles acciones para lograr un mejor funcionamiento de la cadena productiva.

Lo cuál se puede concluir que hace falta una gran diversidad de acciones para lograr un posicionamiento adecuado de la guayaba en fresco y procesada, en los mercados internacionales y ampliar su cobertura en el mercado nacional.

III. EL FERTIRRIEGO

Antecedentes.

La fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes y/o de los elementos nutritivos, junto con el agua de riego. Para ello se utiliza el agua como vehículo, al estar los elementos nutritivos disueltos en la misma, ya sea de forma continua o intermitente.

La fertirrigación se asocia básicamente con los riegos localizados de alta frecuencia (riego por goteo, exudación, microaspersión, etc).

Esta práctica es reciente, a pesar de haberse iniciado en California en 1930. Así en el año de 1974 sólo existían en todo el mundo unas 85,000 has. De este tipo de riego.

Los países con mayor tradición y experiencia son Estados Unidos (principalmente California), Australia, Sudáfrica, México, Israel y España.

La introducción de este tipo de práctica combinada de riego y fertilización tiene una gran importancia tanto desde el punto de vista técnico como económico. (Alonso, D. V: 1996).

Definición

Fertirriego o fertirrigación es la aplicación de fertilizantes a los cultivos por medio del agua de riego.

A la aplicación de los agroquímicos al suelo o a los cultivos por este medio, se le denomina quimigación (Peña, 1997).

Ventajas

- 1). Incrementa rendimientos y mejora la calidad de los productos debido a que:
 - a) Las cantidades y concentraciones de nutrientes en este método pueden dosificarse de acuerdo con los requerimientos del cultivo y sus etapas de desarrollo.
 - b) Al aplicar los fertilizantes en formas solubles, se asimilan más rápidamente porque se distribuyen en las zonas de las raíces. Algunos fertilizantes son asimilables directamente, otros requieren transformación química en el suelo.
 - c) Las raíces del cultivo no se dañan con el fertirriego, como sucede con las técnicas convencionales, y el suelo se compacta menos.
- 2). Ahorro en los costos de fertilizantes, debido a que:
 - a) Cuando se riega con eficiencia y con alta uniformidad de distribución del agua, se requieren menos fertilizantes que en los métodos tradicionales.
 - b) Se usa menos equipo y menos energía para aplicar los fertilizantes.
 - c) Se reducen las labores agrícolas
 - d) Se necesita menos personal para supervisar la fertilización.
- 3) Facilita las labores agrícolas.
 - a) Se puede fertilizar cuando el suelo o el cultivo impiden la entrada de la maquinaria de fertilización convencional.
- 4) Reduce la contaminación.
 - a) Si el agua se aplica uniformemente y con alta eficiencia, los excedentes de riego son mínimos y la percolación y el escurrimiento de agua con fertilizante disminuyen.

Desventajas

- 1) Se requiere inversión inicial.
 - a) Se necesita personal calificado
 - b) Deben adquirirse el equipo de fertirriego y accesorios de seguridad.
 - c) Los fertilizantes solubles son caros.

- 2) Defectos de fertilizantes en sistemas mal diseñados, mal operados o con fugas.
 - a) Desperdicios de fertilizantes.
 - b) Contaminación de acuíferos o corrientes superficiales
- 3) Necesidad de capacitar personal para:

Seleccionar, manejar, y dosificar fertilizantes y operar el sistema de riego.
- 4) Peligros al usar mezclas y fertilizantes:
 - a) Los fertilizantes no compatibles con otros o con el agua de riego, precipitan.
 - b) Se necesita conocer la compatibilidad química de los fertilizantes, con el agua de riego.
 - c) Puede haber reacciones violentas

Métodos de Riego.

Riego presurizado: Aspersión y microrriego.

Con todos los métodos de riego bien diseñados e instalados o contruidos, se pueden obtener altas eficiencias de aplicación del agua y uniformidad en su distribución. El fertirriego debe usarse solo con sistemas de riego bien diseñados y operados, para evitar desperdicios de fertilizantes, que a su vez representan pérdidas de dinero y problemas de contaminación.

Aspersión: En sistemas de aspersión estándar bien diseñados, la diferencia de gastos entre el último y primer aspersor de la tubería regante es igual o menor al 10%. La diferencia máxima de láminas también corresponde al 10% de la lámina del, último aspersor. En estos casos, la dosificación de agroquímicos se realiza con las condiciones apropiadas de alta uniformidad sin embargo, deben cuidarse la eficiencia de la aplicación y la lámina de riego total, debido a que puede haber percolación de fertilizantes con las consecuencias lógicas que eso implica.

Microrriego. Este caso es similar al de riego por aspersor estándar, sólo que la comparación de las láminas se hace a nivel de sección de riego. Cuando hay goteros o microaspersores con regulador de presión o las tuberías regantes tienen regulador de presión, la uniformidad de distribución del agua aumenta. (Peña, E; 1997).

El suelo y el fertirriego.

Los principales factores del suelo que influyen al fertirriego son: la textura, la capacidad de intercambio catiónico, la salinidad y el pH de la solución del suelo.

Textura.

El fertirriego es más ventajoso en los suelos arenosos que en los suelos arcillosos, específicamente en la aplicación del nitrógeno. En el caso del fósforo, se mueve a mayor distancia en los suelos arenosos que en los arcillosos. Los suelos ligeros o arenosos retienen menor humedad aprovechable y gradualmente son menos fértiles que los arcillosos a menos que tengan materia orgánica, por lo que el riego frecuente con láminas pequeñas y fertirriego, favorece especialmente el desarrollo de los cultivos.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), se considera muy baja cuando es menor de 5 meq/l, baja de 5 a 15, media de 15 a 20, alta de 20 a 40 y muy alta mayor de 40 meq/l.

En los suelos con alta CIC (arcillosos, franco arcillosos o con alto contenido de materia orgánica descompuesta) los nutrientes, micronutrientes, herbicidas, fungicidas y nematicidas, pueden perder su efectividad, por la acción de este intercambio. En los suelos arenosos, la fertilización tiene efecto directo sobre el desarrollo de los cultivos, porque tiene baja capacidad de intercambio catiónico, y no inhibe la acción benéfica de los nutrientes. En los suelos arcillosos la capacidad de intercambio catiónico, puede inhibir el efecto de los nutrientes. Deben estar en buen nivel de fertilidad al momento de iniciar el fertirriego para evitar problemas de inhibiciones de nutrientes.

Salinidad.

Los fertilizantes son sales que agregadas al agua de riego forman una solución salina que se aplica al suelo. Cuando las sales son fertilizantes y se dosifican sin exceder los límites de calidad del agua y además se prevé el sobre riego, los efectos son benéficos. Sin embargo, los efectos que producen las sales a las plantas cuando se sobrepasan los límites permisibles son: el efecto osmótico y el efecto tóxico (cloro, sodio y boro principalmente). Para evitar problemas con el efecto osmótico se aconsejan dos acciones, primero no sobrepasar una conductividad eléctrica de 3 dS/cm y segundo, no aplicar soluciones con iones tóxicos para cultivos.

Cuando hay problemas de salinidad puede ser útil usar nitrato de potasio y fosfato de potasio en lugar de cloruro de potasio y por otra parte el nitrato de amonio y la urea deben ser seleccionados en lugar del sulfato de amonio. Los fertilizantes que contienen sodio como el nitrato de sodio son fuentes no recomendables por los efectos del sodio sobre suelos arcillosos o por la toxicidad sobre las plantas.

pH de la solución del suelo.

El pH del suelo influye en la capacidad de las plantas de absorber nutrientes; en general puede considerarse de 6.5 a 7.5 como valores normales. Sin embargo cada cultivo tiene un rango específico para su desarrollo. El pH del suelo depende de la cantidad y tipo de cationes presentes; mientras que en un suelo con pH bajo tiene pocos iones intercambiables, los suelos alcalinos están cercanos a la saturación de bases. El pH del suelo puede originar desbalances nutritivos, debido a que la concentración de los iones nutritivos puede aumentar o disminuir bajo condiciones ácidas.

Los pH altos en el suelo pueden disminuir la disponibilidad de zinc, hierro y fósforo para las plantas.

No se recomienda el uso de amonio en el fertirriego, porque puede elevar el pH cuando se inyecta en el agua de riego. Los ácidos nítrico ortofosfórico y sulfúrico pueden reducir el pH del agua de riego.

En el Cuadro No 5 se presenta la composición y acidez de algunos fertilizantes. (Peña, Peña, E; 1997)

CUADRO 5 COMPOSICIÓN Y ACIDEZ DE ALGUNOS FERTILIZANTES						
FERTILIZANTES	%N	%K	%P	%Ca	%S	EQUIVALENTE DE ACIDEZ *
NITRATO DE AMONIO	33.5					62
SULFATO DE AMONIO	21				24	110
AQUAMONIA	20					36
NITRATO DE CALCIO	15.5			21		-20
U R E A	45					71
CLORURO DE POTASIO		60				NEUTRO
NITRATO DE POTASIO	30	44				23
SULFATO DE POTASIO		60				NEUTRO
FOSFATO DIAMONICO	18		46			70
FOSFATO AMONICO		11	48			
ACIDO FOSFORICO			52			110

* Kg de CaCO₃ que son requeridas para neutralizar 100 Kg de fertilizante

Solubilidad de fertilizantes y fertirriego.

Los fertilizantes ideales no corren o tapan los componentes del sistema de riego, son solubles en el agua de riego. No forman precipitados, grumos o natas y no cambian el pH de la solución del suelo a condiciones problemáticas (Peña, E; 1997).

Es importante que se conozca la solubilidad de los fertilizantes en el agua, para evitar problemas de taponamientos por inyectar soluciones saturadas que puedan generar precipitados fácilmente.

El Cuadro No 6 muestra algunos fertilizantes comunes y su solubilidad aproximada en agua. La fórmula química y la temperatura empleada para la medida de la solubilidad, se incluyen en los renglones correspondientes.

CUADRO 6. FÓRMULAS Y SOLUBILIDAD DE FERTILIZANTES				
FERTILIZANTES NITROGENADOS	CONTENIDO	FÓRMULA	TEMPERATURA	SOLUBILIDAD
NITRATO DE AMONIO	34-00-00	NH ₄ NO ₃	0	1182
POLISULFURO DE AMONIO	20-00-00	NH ₄ S _x		ALTA
SULFATO DE AMONIO	21-00-00	(NH ₄) ₂ SO ₄	0	706
Cuadro 6 (Continuación)				
TIOSULFATO DE AMONIO	12-00-00	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₃		MUY ALTA
AMONIACO ANHIDRO	82-00-00	NH ₃	15	380
AQUAMONIA	20-00-00	NH ₃ H ₂ O/NH ₄ OH		ALTA
NITRATO DE CALCIO	15.5-00-00	Ca(NO ₃) ₂	17.77	1212
U R E A	46-00-00	CO(NH ₂) ₂		1000
ACIDO SULFURICO UREA	28-00-00	CO(NH ₂) ₂ H ₂ SO ₄		ALTA
NITRATO DE AMONIO UREA	32-00-00	CO(NH ₂) ₂ NH ₄ NO ₃		ALTA
FERTILIZANTES FOSFORADOS				
FOSFATO DE AMONIO	08-24-00	NH ₄ H ₂ PO ₄		MODERADO
POLIFOSFATO DE AMONIO	10-30-00	(NH ₄) ₆ P ₃ O ₁₀		ALTA
POLIFOSFATO DE AMONIO	11-37-00	(NH ₄) ₆ P ₃ O ₁₆		ALTA
ACIDO FOSFORICO VERDE	00-52-00	H ₃ PO ₄		457
ACIDO FOSFORICO BLANCO	00-54-00	H ₃ PO ₄		457
FERTILIZANTES POTASICOS				
CLORURO DE POTASIO	00-00-60	KCL	20	346
NITRATO DE POTASIO	13-00-44	KNO ₃	0	132
SULFATO DE POTASIO	00-00-50	K ₂ SO ₄	25	120
FOSFATO DE POTASIO MONOBASICO	00-52-34	KH ₂ PO ₄		330

Prueba de solubilidad.

La prueba de solubilidad de fertilizantes, individual o mezclas, se realiza de la manera siguiente:

- 1) Con la dosis de fertilizantes que se desean inyectar en el sistema de riego, con los gastos del sistema de riego y de inyección, se definen los volúmenes de agua y de solución fertilizadora para realizar la prueba.
- 2) Se toma agua de la fuente de abastecimiento que sea representativa de la calidad del agua para riego, y se pone en el recipiente.
- 3) Se agregan los fertilizantes en la cantidad proporcional que les corresponde para preparar la solución fertilizadora, que debe inyectarse al sistema de riego.
- 4) Se agrega la solución fertilizadora al recipiente, en la proporción que corresponde a la relación de gastos que hay entre el gasto del sistema.
- 5) Se mezcla, agitando la solución y se deja reposar por 24 horas, luego se observa si se generan precipitados, grumos y natas.
- 6) Los precipitados indican que la solución fertilizadora, los puede generar dentro del sistema de riego. Los grumos y las natas también pueden obstruir los sistemas, adheridos a las paredes de los conductos y de los dispositivos del sistema de riego.
- 7) Cuando se presentan precipitados, grumos o natas, se requieren realizar la mezcla 24 horas antes de la aplicación y decantarla o poner la toma arriba del fondo para evitar succionar los precipitados; y eliminar las natas de la superficie de la solución fertilizadora y los grupos deben eliminarse en el sistema de filtración.
- 8) Se recomienda probar otras mezclas que no originen estos problemas y también aplicar un fertilizante cada día, para evitar la presencia de mezclas y concentraciones altas de fertilizantes en la solución.

Al hacer la prueba de solubilidad de los fertilizantes, se recomienda tener las precauciones siguientes:

- 1) Siempre adicionar ácido al agua, para evitar peligro de explosión y salpicaduras de ácido. Nunca el agua en el ácido.
- 2) Nunca mezcle un ácido o producto acidificado directamente con cloro. Se puede generar gas tóxico.
- 3) No debe mezclar amoníaco anhidro o aquamonía directamente con cualquier ácido. La reacción es inmediata y violenta.

Acondicionadores de fertilizantes granulados.

La mayoría de los fertilizantes sólidos secos se fabrican con una cubierta que los protege de la humedad. Para evitar que esos materiales originen problemas de taponamiento en mallas y emisores, se recomienda hacer la prueba de solubilidad de los fertilizantes para definir su manejo.

Soluciones frías de mezclas de fertilizantes.

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados sólidos absorben calor del agua cuando son mezclados. Se enfría mucho el líquido y puede llegar a congelarse el agua afuera del tanque de la mezcla. Para evitar estos problemas, debe diluirse parte del fertilizante a mezclar, dejar reposar hasta que se caliente la mezcla y luego volver a agregar fertilizante y mezclar, de esta manera se disolverá el fertilizante mas fácilmente.

Formas insolubles de precipitados.

Deben considerarse las reacciones químicas que se realizarán entre los fertilizantes y el agua de riego, debido a que pueden generarse precipitados insolubles que obstruirán el sistema de riego. Cuando el pH del agua de riego es alto, puede causar que iones de calcio y magnesio en el agua, formen precipitados con los aniones, como son: hidróxidos y carbonatos de calcio y magnesio.

Compatibilidad de fertilizantes.

En general no se recomienda combinar o mezclar químicos para aplicarlos por medio de los sistemas de riego.

Los fertilizantes con calcio no deben usarse con fertilizantes de azufre en el fertirriego. Por ejemplo, mezclar nitrato de calcio y sulfato de amonio en la misma agua de riego, originará formación de sulfato de calcio, que puede precipitar. Si bien cada uno de ellos es bastante soluble, el yeso o sulfato de calcio es de baja solubilidad, esto puede causar taponamiento de los emisores de los sistemas de riego.

Cuando se requiere mezclar fertilizantes para bajar costos de fertilización, se recomienda hacer la prueba de solubilidad.

Calidad del agua.

Clasificación de aguas por salinidad. Cuadro No. 7 propuesto por Ayers y Wescot (1976) para la interpretación de análisis de aguas de riego:

**CUADRO .7 CLASIFICACIÓN DE AGUAS POR SALINIDAD.
PROPUESTO POR AYERS Y WESCOT (1976).**

PROBLEMA	GRADO DEL PROBLEMA		
	Sin problema	Problema creciente	Problema agudo
SALINIDAD. (afecta la disponibilidad de Agua para las plantas) Ecw (mmho/cm)*	<0.75	0.75	>3.00
PERMEABILIDAD (afecta la velocidad De infiltración en el suelo). Ecw (mmho/cm)	>0.50	0.50-0.20	<0.20
RAS ajustado (tipo de arcilla dominante)			
Montmorillonita	<6.00	6.00-9.00	>9.00
Illita-Vermiculita	<8.00	8.00-16.00	>16.00
Coalinita-sesquióxidos	<16.00	16	>24.00
TOXICIDAD IONICA ESPECIFICA (afecta a cultivos semisensibles)			
Sodio (RAS ajustado)	<3.00	3.00-9.00	>9.00
Cloruros (meq/l)	<4.00	4.00-10.00	>10.00

Cuadro 7 (Continuación)

Boro (g/l)	<0.75	0.75-2.00	>2.00
EFECTOS VARIOS (afecta a cultivos Susceptibles)			
Nitrógeno, NH o NO (meg/l)			
Bicarbonatos (meg/l) en riego por Aspersión	<5.00 <1.5	5.00-30.00 1.50-8.50	>30.00 >8.50
PH		(rango normal 6.5-8.4)	(rango normal 6.5-8.4)

EC w conductividad eléctrica.

Fertilizantes y fertirriego.

Nitrogenados. Los fertilizantes nitrogenados que con mayor frecuencia se usan para inyectar en los sistemas de riego son: urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio y nitrato de calcio.

Los fertilizantes nitrogenados como el amoniaco anhidro, el agua amoniacal y el fosfato de amonio, pueden formar precipitados insolubles al inyectarse en aguas con pH alto o con contenidos elevados de calcio y magnesio, por ello se usan en aguas neutras o ácidas.

El uso efectivo de los fertilizantes nitrogenados requiere del conocimiento de las interacciones con el agua de riego, y sus transformaciones y movimientos en el suelo.

Amoniaco anhidro. El amoniaco anhidro es un gas licuado y debe manejarse con equipo especial para mantener la alta presión requerida para almacenarlo. Cuando el amoniaco anhidro se inyecta en el agua de riego se forma agua amoniacal o hidróxido de amonio. El amonio anhidro agregado, al agua puede formar agua amoniacal, está a su vez puede formar amonio e hidróxido en forma iónica y esto es reversible hasta su forma inicial. El agua amoniacal se vende como fertilizante 20-00-00

Al usar amoniaco libre en los fertilizantes se corre el riesgo de que se volatilice en la atmósfera. Al disolver amoniaco en el agua se libera calor. También se transforma el amoniaco en el ion amonio y en el ion hidróxido; este ion es la causa de pH elevado. El pH del agua o del suelo tratados con suministro rápido de

amoníaco puede llegar de 10.5 a 12; la reacción puede invertirse y formar amoníaco en forma de gas y volatilizarse.

Esto indica que se puede volatilar el amoníaco en aguas con pH de 8 o mayor y considerando que la reacción del amoníaco con el agua de riego eleva el pH, el problema se agudiza. Inyectando agua amoniacal en el agua de riego normal elevará el pH arriba de 9.4, donde las pérdidas de amoníaco pueden ser de 30 a 50% del nitrógeno aplicado. Las pérdidas de nitrógeno son mayores si el aire es muy seco y hay viento.

Para evitar pérdidas de amoníaco por volatilización, es mejor fertirrigar con amoníaco o fertilizantes de amonio en días frescos, húmedos y con poco viento, reduciendo también la turbulencia en el flujo del agua en canales y surcos. La mejor manera de evitar las pérdidas del amoníaco es acidificar el agua de riego antes de inyectar el fertilizante y conservar la forma amonio (Peña, P, E; 1997)

Los fertilizantes amoniacales no deben aplicarse por aspersión, debido a que el amoníaco se desprende de las gotas de agua y el gas amoníaco puede dañar severamente las hojas de las plantas.

La molécula de amoníaco puede entrar libremente por las células de las plantas, lo que puede perjudicar a las plantas hasta matarlas. El amonio se usa como defoliante en el cultivo algodónero.

Orgánicos. Los fertilizantes nitrogenados orgánicos no son rápidamente solubles en el agua por esta razón no se usan en fertirriego.

Urea. No es corrosivo para la mayoría de los metales. Se vende como 46-00-00 sólido y 23-00-00 líquido. La urea es muy soluble en el agua (1 g de urea en 1 c.c.). La alta solubilidad de la urea y el hecho de que no ioniza en solución, permite su aplicación directa a las hojas de los cultivos en soluciones de 0.5 a 1.0% sin riesgos para las plantas, pero debe usarse urea recristalizada. Como la urea no tiene carga eléctrica tiene gran movilidad en el suelo, hasta que es transformada por microorganismos. Las plantas y microorganismos producen la enzima ureasa, la cual transforma la urea en amonio y carbonato.

Una molécula de urea con dos de agua forma dos iones de amonio y uno de carbonato.

Como el amonio tiene carga eléctrica (+) es retenido por las arcillas y partículas de materia orgánica; esta transformación puede ocurrir en horas, después de su aplicación. Cuando la urea se aplica en seco sobre la superficie del suelo puede llegar a volatilizarse a menos que se riegue o se cubra con suelo.

UAN 32 Es un producto con alta concentración de N(32%) proviene de una mezcla de 3 fuentes: amoniacal 7.75%, nítrica 7.75% y orgánica 16.5%; lo que le da la propiedad de respuesta muy superior a la de otras fuentes de Nitrógeno. Con una densidad de 1.34 y el pH nunca superior a 7.5. El UAN 32 es de la generación de fertilizantes ácidos líquidos lo cual tiene mayores ventajas que sus precursores líquidos neutros, siendo una fuente de mayor concentración de nitrógeno disponible (32% de nitrógeno asimilable), ya que además permite el aprovechamiento más eficiente de los nutrientes por las plantas, fundamentalmente en suelos calcareos o de reacción alcalina y en aquellos denominados salino-sódicos, donde existe un exceso de sales solubles y de carbonatos en los que la disponibilidad del fósforo y de los microelementos es muy reducida. Por otra parte en suelos arenosos, permite la eficiencia del nitrógeno, ya que retrasan la nitrificación, lixiviación y evitan el alto grado de volatilización.

Fósforados. Los fertilizantes fosfóricos, como el ácido fosfórico, fosfato diamónico, fosfato monoamónico, roca fosfórica, superfosfatos simple y triple.

Estos fertilizantes no se usan con frecuencia debido a la baja solubilidad de los compuestos de fósforo y la reducida movilidad del fósforo en el suelo. Sin embargo mediante el proceso de fertirrigación, crea una banda ácida cercana a las raíces (ha esto se le conoce como bulbo húmedo), permitiendo la asimilación y abastecimiento de nutrientes poco móviles como el caso del fósforo y algunos microelementos.

Potásicos. El cloruro de potasio se usa combinado con sulfato de potasio y magnesio, nitrato de potasio y fosfato de potasio. Debe tenerse en cuenta que el cloro puede intoxicar algunos cultivos y ante la presencia de calcio y magnesio en el agua de riego, el sulfato y los fosfatos pueden crear precipitados. Los fertilizantes de potasio deben probarse por solubilidad para evitar problemas de impurezas que pueden crear grumos y precipitados.

También encontramos al sulfato de potasio cloruro de potasio, nitrato de potasio y el sulfato de magnesio potásico.

KTS 0-0-25.17S. es una solución fertilizante líquida clara son cloro, que contiene 25% de potasio como K₂O y 17% de azufre que por dicha características proporciona el más alto contenido de potasio y azufre que cualquier fertilizante líquido claro.

No requiere mezclarse porque ya esta en solución y aun en bajas temperaturas permanece en solución

Ventajas del KTS (Thiosulfato de Potasio 0-0-25-17S)

- 1). Solución líquida clara: 100% soluble en agua
- 2 Libre de cloruro. No contiene cloruros o sódicos que puedan dañar la siembra o el suelo.
- 3 Acción rápida: la planta tomará los nutrientes (Potasio y Azufre), en pocos días.
- 4 Alta movilidad. Cuando es aplicado en agua rodada, los nutrientes (Potasio y Azufre) penetran hasta la zona de la raíz.
- 5 Ideal para Riego por goteo: no tapa las líneas del goteo.
- 6 Uso foliar: compatible con insecticidas como alimento de K y S.
- 7 Compatible con fertilizantes líquidos: como 10-34-0, aquamonía y solución de urea.
- 8 No es tóxico y no necesita almacenamiento especial.
- 9 Elimina las molestias de mezclar soluciones sólidas.

Fertilizantes con azufre. Los fertilizantes que contienen azufre pueden mejorar el riego superficial. Los fertilizantes con azufre acidifican la superficie del suelo durante el riego y ayudan a la infiltración del agua en el suelo. Cuando el agua contiene calcio y magnesio hay peligro de que se forme yeso que puede precipitar.

El carácter ácido de estas formulaciones y su contenido con azufre, aseguran un magnífico aprovechamiento del nitrógeno y su conversión a aminoácidos y proteínas y su efecto benéfico sobre las características físico químicas del suelo, permitiendo la permeabilidad, evacuación de sales dañinas, liberación de nutrientes fijados y la floculación y granulación del suelo.

Fertilizantes con micronutrientes. También conocidos como fertilizantes secundarios, como el boro, los quelatos, los compuestos de cobre, magnesio, zinc, hierro, el ácido sulfúrico, entre otros. Estos pueden agregarse a las formulaciones básicas. Se recomienda en suelos de reacción alcalina o con exceso de sales solubles y de carbonatos en donde la disponibilidad de los microelementos es reducida

Ventajas de los fertilizantes líquidos.

- 1). Los nutrientes esenciales para las plantas: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno, permanecen más tiempo disponibles, debido al efecto ácido.
- 2). El nitrógeno está estabilizado lo cual impide su pérdida por lavado (como nitrato) y volatilización (como amoníaco), por lo cual es aprovechable hasta en un 98%, mientras que el nitrógeno proveniente de sólidos o gas, se aprovecha solamente entre el 50 al 60%.
- 4) El fósforo es más aprovechable debido a que no es necesario que se produzcan los procesos bioquímicos de transformación, ya que este nutriente se presenta en forma iónica, la cual es asimilable por el árbol.
- 5) Son compatibles con un gran número de insecticidas, fungicidas, nematocidas, herbicidas, etc., que se aplican al suelo por lo que muchos plaguicidas se pueden adicionar en las mismas fórmulas líquidas.
- 6) Pueden usarse como acondicionadores del pH del agua de riego. sobre todo con aguas de reacción alcalina.
- 7) Son altamente eficientes como acondicionadores de los suelos compactados y en aquellos que no se mojan fácilmente debido al efecto negativo de las sales de sodio.

- 8) En suelos bien abastecidos con calcio, tienden a incrementar su permeabilidad y permiten una buena aireación del área radicular, esto mejora la eficiencia del riego y la toma de nutrientes.
- 9) Pueden ser aplicados por inyección o por medio del agua de riego.
- 10) Se aplican en forma rápida, limpia, segura y práctica.
- 11) Son homogéneos en sus formulaciones y 100% miscibles con el agua.

Programa de fertilización.

Fundamentos y recomendaciones para elaborar programas.

Los programas de fertilización se fundamentan en: El agua es el principal alimento y vehículo de transporte de los nutrimentos. Cada vez que se riega debe fertilizarse para dosificar fraccionadamente el nutrimento y de acuerdo con las demandas de la planta en cada etapa de desarrollo. Las demandas parciales deben sumar las demandas anuales o por ciclo del cultivo. Los análisis de suelo, agua y plantas son útiles para orientar y hacer ajustes de fertilización. (Peña, E; 1997)

Debe prepararse un programa de riego previo al ciclo de cultivo y ajustarse de acuerdo con el desarrollo del cultivo y del tiempo (meteorológico) en condiciones reales.

Además se recomienda que, para la fertirrigación en frutales debe aplicarse al inicio de la vegetación y terminar con la caída de las hojas en los árboles de hoja caduca. En los de hoja perenne, cuando finalice la última brotación. Y durante el ciclo se requiere aplicar los nutrientes de acuerdo con las etapas de desarrollo, por ejemplo, nitrógeno en brotación, crecimiento y llenado de fruto; fósforo en prefloral, floral y final de maduración; potasio en llenado de grano y maduración; magnesio en maduración, y calcio en brotación, crecimiento y llenado de grano.

Sistemas de inyección.

Los equipos de inyección dependen del tipo de sistema de riego que se utiliza. Se considera que los sistemas de riego por gravedad y de baja presión con tuberías con compuertas, se pueden aprovechar para fertilizar con depósitos de carga constante y un inyector de orificio calibrado. Los sistemas de riego presurizado requieren de inyectores de bomba, de tanque y vénturis. Estos equipos permiten aplicar fertilizantes, fungicidas, herbicidas y soluciones para prevenir taponamientos en los goteros y en las tuberías, y pueden emplear energía eléctrica para su operación o energía hidráulica del mismo sistema de riego.

Inyector de orificio. Se denomina así a un equipo de fertirriego que consta de tanque de la solución fertilizadora, depósito de carga constante, válvula de flotador, dispositivo de inyección y accesorios. El tanque alimenta al depósito de carga constante por medio de una manguera y tiene válvula de cierre y apertura. La válvula del flotador abre cuando se descarga la solución fertilizadora aguas abajo por el orificio y permite el paso del líquido del tanque al depósito de carga constante. Cuando sale un gasto menor al de la válvula del flotador, éste regula el gasto para igualarlo haciendo que la carga hidráulica sea constante. Al permanecer la carga constante, el gasto del inyector de orificio permanece también constante.

El inyector del fertilizante puede descargar a un canal abierto o puede conectarse a la salida del hidrante de un sistema de tuberías con compuertas. Este sistema se usa para fertirrigar surcos y melgas.

Vénturi- Reciben este nombre los inyectores de soluciones fertilizadoras que funcionan por succión generada por estrechamiento y aplicación del área de paso del flujo en una tubería, y se pueden hacer funcionar de dos formas: a) por presión diferencial generada por válvula y b) por presión generada por bomba centrífuga.

Vénturi de válvula. Estos inyectores se instalan para derivar un caudal de la tubería principal del sistema de riego, aguas arriba de una válvula. El agua derivada entra en un ramal de menor diámetro, en el cual se coloca un dispositivo conocido como "vénturi" que consiste en una reducción del área de paso del agua, de manera que al pasar el agua aumenta de velocidad en el estrechamiento al iniciar la aplicación se conecta

una entrada de agua o solución, debido a que en ese punto se genera una succión que se aprovecha para aplicar soluciones de agroquímicos.

Vénturi con bomba. En este caso se usa la bomba centrífuga para generar una diferencia de presiones entre dos puntos de la tubería principal del sistema de riego, que permita la inyección de la solución fertilizadora. La succión de la bomba se instala en la tubería principal y la descarga se conecta al fertilizador Vénturi, de manera que al funcionar, bombea un gasto adecuado para que pase por el cuerpo de Vénturi generando la succión de la solución fertilizadora que se incorpora a la tubería y es conducida hasta la tubería principal para ser distribuida en el sistema de riego.

Bomba inyectora. Las bombas inyectoras de fertilizantes funcionan con energía eléctrica o con energía hidráulica. Generalmente son bombas de pistón que operan con una cámara de bombeo que se llena de solución fertilizadora al desplazarse el pistón hacia fuera de la cámara transportándola hacia el sistema de riego al impulsar al pistón o émbolo hacia dentro de la cámara. Cada ciclo envía un volumen de solución fertilizadora equivalente al de la cámara de bombeo. El número de pulsos por unidad de tiempo, permite calcular el gasto promedio de inyección que genera la bomba.

Las bombas fertilizadoras usan cualquiera de las dos formas de energía para inyectar la solución dentro de la tubería, en un punto donde la presión es menor que la generada por la bomba fertilizadora, de manera que la solución pueda entrar en el sistema. La presión que genera la bomba debe ser mayor que la de la tubería; entre mayor sea la diferencia de presiones, mayor será el caudal inyectado en la tubería.

Para conocer el caudal inyectado se pone una escala (regla) en la pila o tanque de la solución fertilizadora después de un tiempo, se mide el desnivel en dicha escala; al multiplicar el área de la pila o tanque por el desnivel, se obtiene el volumen aplicado de solución. Si éste se divide entre el tiempo transcurrido, se obtiene el caudal inyectado. (IMTA-ICID.CIID-FIRCO-SAGAR; 1997)

Tanque de inyección. Es un dosificador de agroquímicos en el que se diluyen las soluciones, y emplea el método de presión diferencial para aprovechar la energía hidráulica e inyectar los fertilizantes. Se emplea un tanque conectado aguas arriba de la válvula de la tubería principal, parte del agua que fluye en la tubería

principal se desvía hacia el tanque y el flujo entra en el tanque donde se encuentra la solución del agroquímico con una concentración inicial. Al entrar y salir agua se diluye continuamente y sale solución fertilizadora cada vez más diluida por la tubería, entrando a la tubería principal aguas abajo de la válvula, para mezclarse con el flujo de la principal y llevarla al sistema de riego para su distribución en el campo.

Inyección central y unidades móviles de inyección.

De acuerdo con el tamaño y tipo del sistema de riego, se pueden usar métodos de inyección central fijos o móviles que inyecten fertilizantes en secciones de riego específicas.

Inyección central. Cuando los sistemas de riego dominan toda la superficie con riego simultáneo, es necesario usar sistemas de inyección central, tales como pivote central y sistemas de microrriego pequeños.

Requieren de un tanque con capacidad para diluir la dosis del fertilizante del área que riega simultáneamente. En microaspersión y goteo también se usan unidades centrales de fertirriego, con capacidad para inyectar el fertilizante por secciones de riego.

- **Unidades móviles de inyección.** Se usan tanques de plástico ligeros o tanques montados en remolques, con equipos de bombeo de gasolina, para generar la presión diferencial o se tiene diseñado para que operen los fertilizantes en cada sección de riego. En este caso el inyector, ya sea bomba venturi o tanque dosificador, se traslada a cada sección que se regará, esto ahorra costos del sistema de fertirriego.

Gastos y tiempos de inyección.

Gasto de inyección del fertilizante. Para determinarlo se deben seguir los pasos siguientes:

- **Cantidad de nutriente.** Se determina la cantidad necesaria por hectárea, dependiendo del número de fertirriegos y de la dosis de nutriente por fertirriego, según la etapa de desarrollo. (Peña, E; 1997)

Ejemplo. Se requiere aplicar 200 Kg de nitrógeno y se aplicará en 10 riegos, para simplificar se usan cantidades iguales de nutrimento por riego, por lo que:

$$N/RIEGO = 200/10 = 20 \text{ K/ha/riego.}$$

Selección de fertilizante. Se escoge el fertilizante que se usará de acuerdo con el precio unitario, el tipo de suelo, calidad del agua y programa de manejo. Se tienen dos tipos de condiciones i) sólido y ii) líquido.

i) Sólido. Se selecciona Urea (46-00-00) e ii) Líquido. Se selecciona Urea o nitrato de amonio (32-00-00).

Cantidad de fertilizante/ha.

Se calculan los kilogramos que deben usarse por hectárea.

i) Fertilizante sólido.

$$\text{kg fert/ha} = k \text{ nut/ha} \cdot 100 \div \% \text{ nut}$$

$$\text{kg fert/ha} = 20 \cdot 100 \div 46 = 43.5 \text{ kg/ha}$$

ii) Fertilizante líquido:

$$\text{kg urea 32/ha} = 20 \cdot 100 \div 32 = 62.5 \text{ kg/ha}$$

Volumen de agua

Se calculan litros de agua se necesitan de acuerdo con su solubilidad en kg/l, para los dos tipos de fertilizante:

i) Fertilizante sólido. Se considera una solubilidad de 0.78 kg/l para la urea.

$$V_a = \text{kg fert/ha} \div \text{kg fert/l} = 43.5/0.78 = 55.71/\text{ha.}$$

ii) Fertilizante líquido. Se usa la densidad de la urea nitrato de amonio (32-00-00) 1.34 kg/l.

$$V_a = \text{kg fert/ha} \cdot 11/\text{fert} + \text{kg fert/l} = 62.5 \cdot 1/1.34 = 46.61$$

Puesta de riego. Se considera como puesta de riego a la superficie que se riega simultáneamente y que se fertiliza durante el riego con una inyección de fertilizante. En riego por gravedad es un número de surcos o melgas que se riegan simultáneamente con el gasto modular parcelario. En riego presurizado equivale a la superficie que se riega con aspersores, microaspersores o goteros que funcionan simultáneamente y pueden ser; una tubería regante de aspersión o secciones de riego en microaspersión y goteo. Ejemplo. Se consideran 5 hectáreas de riego simultáneo.

Volumen por puesta de riego

Se calcula el volumen de agua necesario para cada puesta o sección de riego.

i) Fertilizante sólido: urea (46-00-00)

$$V_{is} = V_a \times \text{ha} = 55.7 \times 5 = 278.51$$

ii) Fertilizante líquido: urea (32-00-00)

$$V_{tl} = V_a \times \text{ha} = 46.6 \times 5 = 233.01$$

Tiempo de inyección. Generalmente es el tiempo total de riego, el tiempo de inyección y se aplica a todos los métodos de riego, sin embargo, es posible que se inyecte fertilizante sólo en una fracción del tiempo. Para el ejemplo se considera que el tiempo de riego por puesta es de 16 horas e inyectar los fertilizantes durante todo el tiempo de riego.

Gasto de inyección. Se calcula dividiendo el volumen de solución entre el tiempo de inyección:

i) Fertilizante sólido. La solución de urea tiene mayor volumen que el agua necesaria para diluirla, por lo que se puede tomar el doble del volumen necesario, para garantizar que el tanque tenga capacidad de suficiente.

ii) Fertilizante líquido. Se puede calcular directo, puesto que es soluble:

$$Q_i = V/T = 233/16 = 14.61 \text{ l/h} = 243 \text{ cc/min}$$

Gasto de inyección de campo. Para comprobar o calibrar un inyector de fertilizantes, es necesario aforar la descarga de la siguiente forma:

- Recipiente. Se escoge un recipiente graduado para conocer el volumen de descarga.

Tiempo. Se selecciona un tiempo de captación del gasto, de manera que la precisión de la lectura sea menor de 1% del gasto de inyección.

Fórmula. Se usa la fórmula siguiente:

$$Q_i = V \cdot 0.06/T$$

Donde: Q_i [l/h] es el gasto de inyección, V [cm³] es el volumen captado en el tiempo T [min].

Ejemplo. Sé afora la descarga de un inyector de fertilizantes y se encuentra que llena un recipiente de $V = 500$ [cm³] en un tiempo $T = 12$ min, por lo que:

$$Q_i = 500 \cdot 0.06/12 = 2.51 \text{ l/h} = 41.7 \text{ c.c./min.}$$

Tiempo de riego.

Se calcula con la fórmula siguiente:

$$TR = 27.8 \cdot LRN \cdot S \div Q_m \cdot E_a$$

Donde: TR [h] es el tiempo de riego necesario para aplicar una lámina neta de riego (LRN) [cm] en una superficie (S) [ha], con un gasto modular (Q_m) [l/s] y una eficiencia de aplicación (E_a) [%].

Ejemplo en riego por surcos.

Se riegan 80 surcos con 1.0 l/s por surco, los cuales tienen 200 m de longitud y espaciamiento de 0.9 m, considerando una $LRN = 10$ cm con eficiencia de aplicación (E_a) = 0.8.

$$S = 200 \cdot 0.9 \cdot 80 + 10000 = 1.44 \text{ ha}$$

$$TR = 27.8 \cdot 10 \cdot 1.44 + 80 \cdot 1 \cdot 0.8 = 6.26 \text{ h}$$

Al iniciar el riego, debe observarse el avance y hacer el ajuste siguiente: si el avance es lento, debe incrementarse el gasto por surcos y reducir el número de surcos de la puesta de riego o viceversa.

Ejemplo de riego por aspersión.

Se riega con tres líneas de riego con aspersores, espaciadas entre ellas 18 m y entre aspersores de la tubería 12 m, la longitud de las tuberías es de 240 m, el gasto medio de los aspersores es de 0.7 l/s, se requiere aplicar una lámina de riego neta $LRN = 7 \text{ cm}$ con eficiencia de aplicación $E_a = 0.85$.

Se puede calcular de la siguiente forma:

$$LPH = Q_{asp} \cdot 360 \div E_{asp} \cdot E_{tr} = 0.7 \cdot 360 \div 12 \cdot 18 = 1.17 \text{ cm/h.}$$

Donde: LPH [cm/h] es la lámina horaria, Q_{asp} [l/s] es el gasto del aspersor, E_{asp} [m] es el espaciamiento entre aspersores y E_{tr} [m] es el espaciamiento entre tuberías.

$$TR = LRN \div E_a \cdot LPH = 7 \div 0.85 \cdot 1.17 = 7 \text{ h}$$

Comparación de costos de fertilizantes. Cuando se pueden usar varios fertilizantes para suministrar el nutrimento que se quiere aplicar al cultivo, es conveniente analizar los factores técnicos y los costos de los fertilizantes.

Si los precios están dados en pesos por tonelada de fertilizante, el costo por kilogramo de nutrimento se calcula con la fórmula siguiente:

$$C = P\$/\text{ton} \cdot 100\% \text{ fert} \cdot 1 \text{ ton} \div \% \text{nut} \cdot 1000 \text{ kg}$$

Ejemplo. Se quiere comparar los costos de nitrógeno, utilizando: urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de calcio. Sustituyendo el costo del fertilizante y el porcentaje del nutriente en la fórmula, se tiene:

$$C = 2780 \cdot 100 \cdot 1 + 46 \cdot 1000 = 6.04\$/\text{kg de N}$$

$$C = 1400 \cdot 100 \cdot 1 + 21 \cdot 1000 = 6.67\$/\text{kg de N}$$

$$C = 2300 \cdot 100 \cdot 1 + 33.5 \cdot 1000 = 6.86\$/\text{kg de N}$$

$$C = 6200 \cdot 100 \cdot 1 + 13 \cdot 1000 = 47.69\$/\text{kg de N}$$

$$C = 2800 \cdot 100 \cdot 1 + 15.5 \cdot 1000 = 18.9\$/\text{kg de N}$$

Cuadro No 8 Resumen de costos de nutrientes. (Precios de 2000).

CUADRO 8 RESUMEN DE COSTOS DE NUTRIENTES

FERTILIZANTE	%N	COSTO DE FERTILIZANTE \$/Ton.	COSTO NITROGENO \$/kg
U R É A	46.00	2400	6.04
SULFATO DE AMONIO	21.00	1600	6.67
NITRATO DE POTASIO	13.00	5500	47.69
NITRATO DE CALCIO	15.60	2000	18.19

Al comparar costos de los fertilizantes debe tomarse en cuenta que algunos de ellos proporcionan Otros nutrientes. El sulfato de amonio proporciona 24% de azufre, además del nitrato de potasio que proporciona 44% de potasio y el nitrato de calcio que proporciona el 21% de calcio por eso son más caros

Al comparar costos de los fertilizantes debe tomarse en cuenta que algunos de ellos proporcionan otros nutrientes. El sulfato de amonio proporciona 24% de azufre, además del nitrógeno; El nitrato de potasio proporciona 44% de potasio y el nitrato de calcio proporciona 21% de calcio, por eso son más caros. (Peña, E; 1997)

Calidad del Agua de Riego y Características del Agua Subterránea del Valle de Calvillo.

Localizado en el suroeste de la entidad se prolonga al Estado de Zacatecas; con una extensión aproximada de 200 Km., su forma es alargada con orientación y pendiente marcadamente noreste-suroeste. Es una planicie con lomeríos, resultado de fallas de tipo normal que formaron un graben donde fueron depositados materiales granulares de tipo continental del Cuaternario con espesores que superan los 250 m y sobreyacen a roca riolítica terciaria. Circulando por roca riolítica que funcionan como confinante, excepto en la porción suroeste, el Valle de Calvillo se comunica precisamente en este sector con el Valle de Jalpa, Zacatecas. Sus materiales constituidos son arena, conglomerado y arcilla, así como arena tobácea que por su disposición intercalada y acuñada varían en espesor y longitud procedente de un acuífero de tipo libre y semiconfinado, el agua en este valle es dulce y pertenece a la familia cálcica, sódica-bicarbonatada, según el método de Chase-Palmer Piper, mientras su pH confirma su naturaleza agresiva. La temperatura oscila entre 24 y 28°C, detectándose termalismo en los alrededores de la cabecera municipal, debido a la influencia térmica que reciben las aguas al infiltrarse hasta zonas de rocas cuya termometría es elevada. Las recargas provienen de las sierras que circunscriben a este valle, por medio del fracturamiento, así también resultan importantes las aportaciones de la red hidrográfica, la precipitación y la circulación del agua de riego. El volumen estimado de extracción anual se sitúa aproximadamente en 48 millones de metros cúbicos, empleándose para riego la mayor parte, 93.7%, mientras el abastecimiento de agua potable ocupa un 4.2%, el uso industrial el 0.8% y el rubro varios, utiliza el 1.3%. Estimada en 15 millones de metros cúbicos; la recarga anual queda por debajo del consumo por extracción, también aproximada, que alcanza los 48 millones de metros cúbicos al año; ello significa que la condición del acuífero es de sobre explotación registrándose un déficit al año de 33 millones de metros cúbicos. (Dewin & Freitas, 1970; INEGI, 1993).

Composición de las aguas de riego.

Entre las primeras investigaciones con relación a la calidad del agua para riego pueden mencionarse los trabajos de Hilgard en 1906 sobre la evaluación de la calidad del agua en función del contenido de aniones y concentración total de sales, y de establecer en 1911, quien estableció por primera vez la importancia del bicarbonato y la presencia de carbonato de sodio en las aguas para riego (Doncen; 1975). Los primeros

intentos para clasificar el agua en función de su calidad fueron los de un grupo de científicos de California (1954), Wilcox (1948) y el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (USSL) (19754). El concepto de la calidad del agua se refiere a las características de las aguas que puedan afectar su adaptabilidad a un uso específico; de tal manera que el agua no tiene una calidad inherente "per se", excepto dentro del contexto para el cual es utilizada. De esta manera la calidad se define por una o más características físicas y químicas por lo cual está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga (Donnen, 1975; Ayers & Westcot, 1987); para el caso específico de aguas residuales se considera también su composición biológica.

En el agua superficial el contenido de sales es función de las rocas prevaliente en la fuente de agua, de la zona climática, de la naturaleza del suelo sobre la cual fluye el agua y los contaminantes eventuales por la actividad humana. En el agua subterránea el contenido de sales depende de la fuente de agua del curso sobre el cual fluye. La mineralización del agua subterránea se da de acuerdo a la ley de disolución, basada en el contacto entre el agua y el estrato (Kovda et al, 1973).

Criterios de clasificación.

Existen varios criterios de clasificación de aguas por varios autores, la gran mayoría se basan en las siguientes características:

- a) Concentración total de sales solubles
- b) Concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes como calcio y magnesio.
- c) Concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio más magnesio.
- d) Concentración de algunos elementos menores como cadmio y boro.
- e) Composición bacteriológica.
- f) Contenido de oxígeno disuelto.

Peligro por Salinidad. La salinidad es considerada como la medida de la masa de sales disueltas en una masa dada de solución (APHA, 1992).

El uso del agua de una determinada calidad está determinado por las condiciones que controlan la acumulación de sales y el efecto en el rendimiento de los cultivos. Al respecto, el contenido total de sales es el criterio más importante para evaluar la calidad del agua de riego. La única forma de conocer la salinidad absoluta o verdadera, es mediante el análisis químico completo, debido a que este procedimiento consume una gran cantidad de tiempo, se ha generalizado para algunos fines, el uso de métodos indirectos que miden alguna propiedad física del agua como la conductividad eléctrica (Richards, 1954; APHA, 1992). Así, la salinidad puede estimarse a partir de las siguientes relaciones (1) y (2).

$$\text{Ppm} = 640 \times \text{CE} \quad (1)$$

$$\text{Meq/l} = 10 \times \text{CE} \quad (2)$$

Donde: ppm = concentración de sales en partes por millón; meq/l = concentración de sales en miliequivalentes por litro; CE = conductividad eléctrica en decisiemens por metro.

El peligro de salinidad se refiere al problema que existe cuando las sales se acumulan en la solución del suelo a una concentración tal que disminuye la disponibilidad de agua para los cultivos. La disminución de la disponibilidad de agua lo que afecta al potencial total del agua en el suelo. A medida que aumenta la concentración de sales en la solución del suelo se incrementa su presión osmótica (PO)¹ (Ramírez, 1988); esto provoca una disminución en la disponibilidad de agua para el cultivo.

La presión osmótica de la solución del suelo se puede estimar mediante la conductividad eléctrica del extremo de saturación (CÉes).

¹ El término presión osmótica se refiere a la presión negativa equivalente que tiene influencia en el grado de difusión del agua a través de una membrana semipermeable (Richards, 1954). Su valor es el mismo que de potencial osmótico pero de signo contrario. En ocasiones se prefiere usar presión osmótica entre otras razones por la comodidad de usar signos positivos.

Este guarda una relación estrecha con la solución del suelo, por lo que proporciona información sobre la concentración de sales y sobre sus propiedades osmóticas. La relación que permite estimar la presión osmótica a partir de la CE del agua de riego es la siguiente:

$$PO = 0.36 \times CE. (3)$$

Esta relación dada por Richards (1954), fue encontrada relacionando muchos extractos de suelos salinos con sus respectivos valores de conductividad eléctrica; por lo que aguas con diferentes composiciones darán el mismo valor de CE no necesariamente darán el mismo valor de PO.

La relación exacta de PO y CE será función del tipo de sales presentes en el agua; no obstante, la relación reportada por Richards da resultados bastante aceptables en términos de predecir la reducción en el potencial osmótico del agua para los cultivos. Ortega et al, han encontrado a lo largo de numerosos trabajos relacionados específicamente para algunos tipos de sales y su efecto en la germinación de cultivos.

Aparte de la reducción de la disponibilidad de agua para la planta, la salinidad afecta el desarrollo mediante el efecto específico de determinados iones como sodio, cloro, sulfatos, etc., existen numerosos trabajos sobre el efecto de la salinidad en el rendimiento de los cultivos. Uno de los trabajos típicos es la sistematización de la información disponible a esa fecha, realizada por Mass & Hoffman (1977) en la que relacionan la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo y la reducción del rendimiento para un numeroso grupo de cultivos. Ayers & Westcot (1987) incluyen la conductividad eléctrica del agua en esta relación, considerando la fracción de lixiviación necesaria para obtener una determinada salinidad en el suelo.

Peligro por Sodicidad. El peligro de sodicidad se refiere a la reducción de la infiltración del agua en el suelo provocada por un predominio del sodio con relación a otros cationes en la solución del suelo, como consecuencia del riego. Algunas propiedades físicas y mecánicas del suelo como dispersión de las partículas, estructura del suelo y estabilidad de los agregados son muy sensibles al tipo de iones intercambiables. Los iones divalentes principalmente favorables al suelo mientras que el sodio adscribe causa dispersión y estabilidad de los coloides del suelo reduciéndose la permeabilidad (Shainberrg & Oster, 1978; Ortega, 1983).

Ayers y Westcot (1987) señalan que los problemas de infiltración ocasionados por la mala calidad del agua de riego, ocurren generalmente en los primeros centímetros del suelo. Además, una alta salinidad aumenta la velocidad de infiltración mientras que una baja salinidad o una proporción alta de sodio sobre el calcio la disminuye.

La reducción de la permeabilidad es explicada por dos mecanismos: a) sellado de las partículas de arcilla y b) defloculación, dispersión y movimiento de partículas de arcilla dentro de los poros conductores (Quirk & Schofield, 1955, citado por Shainberg, 1984; Low & Margheim, 1979; Pupisky y Shainberg, 1979). El primer mecanismo ocurre a valores de por ciento de sodio intercambiable (PSI) mayores de 15; a los cuales el efecto es muy marcado; a valores de PSI inferiores a 10-15, el efecto no es significativo. El sellado es un proceso continuo y disminuye gradualmente conforme se incrementa la concentración de la solución.

La dispersión de las arcillas es muy sensitiva a niveles bajos de sodicidad (Oster & Schroer, 1979) y se incrementa marcadamente a un rango bajo de PSI. La defloculación de las partículas de arcilla se produce por que los iones sodio sustituye a los iones calcio y magnesio del complejo de intercambio produciendo un aumento en la carga residual (Ortega, 1983).

Sobre la base de lo anterior se concluye que la evaluación del contenido de los cationes sodio, calcio y magnesio, en el agua es de vital importancia para determinar el peligro de sodicidad. El método de la relación de adsorción de sodio (RAS) es el más utilizado para detectar problemas de infiltración. Richards (1954), presentó una clasificación del agua de riego en función de la relación de adsorción de sodio, el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y la conductividad eléctrica (CE).

La relación de adsorción de sodio expresa la actividad relativa de iones de sodio en reacciones de intercambio con el suelo, donde la concentración de iones se expresa en miliequivalentes por litro. (meq.l)

Así aguas con alto RAS indican una mayor probabilidad de que el suelo adsorba el sodio presente en el agua, aunque el factor de concentración total de cationes también influye y es considerado en la clasificación de Richards.

El método de RAS considera los problemas de infiltración como resultado de un exceso de sodio con relación al calcio y magnesio, pero no toma en consideración los cambios contenidos de calcio en el agua, del suelo, que pueden resultar debido a su precipitación o disolución durante o después del riego (Ayers, Westcot, 1987).

Suárez (1981), considera los cambios en el contenido de calcio incluyendo una corrección al RAS, ajustado la concentración de calcio y tomando en cuenta los efectos del bióxido de carbono, del bicarbonato y de la salinidad sobre el calcio contenido originalmente en el agua de riego.

Peligro por Bicarbonatos. Este índice se basa en la precipitación que ocurre del ion calcio y en menor grado el magnesio, lo que provoca un cambio en el porcentaje de sodio soluble en el agua y por tanto un incremento del peligro de sodio. Eaton (1950), citado por Kovda (1973), presentó el término carbonato de sodio residual (CSR), donde las concentraciones de iones están dadas en meq.l .

Peligro por Cloro. Este ion es equivalente con relación a su efecto sobre los cultivos únicamente puesto que no produce ningún efecto sobre las propiedades físicas del suelo ni se absorbe en el complejo de intercambio; por lo tanto el contenido de cloro en la solución del suelo dependerá de la capacidad de adsorción de humedad del suelo y del drenaje. Existen varias clasificaciones específicas para tipos de cultivo y para regiones específicas. Una clasificación que considera el tipo de suelo y la conductividad eléctrica se presentó en Israel (1964) adecuada para evaluar el peligro de cloro para cítricos. De hecho los cultivos más sensibles al cloro son los frutales principalmente los cítricos, además de la vid, zarzamora y fresa.

Peligro por Magnesio. Una alta adsorción de magnesio afecta desfavorablemente al suelo. Cuando la relación de la fórmula que se presenta enseguida, en el agua de riego supera a 50, se producen efectos dañinos en el suelo.

Obstrucciones en los sistemas de riego.

Los sistemas de riego localizado están diseñados para aplicar el agua lentamente a través de pequeñas aberturas, que constituyen los emisores de agua. Estos emisores pueden ser obstruidos por rendimientos, sustancias químicas y organismos biológicos, contenidos frecuentemente en las aguas de riego. Las obstrucciones provocadas por las precipitaciones químicas se producen gradualmente y por lo tanto son difíciles de localizar. Las altas temperaturas y los valores altos de pH favorecen la precipitación química, la cual se originan por exceso de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio, o por la oxidación del hierro para formar un precipitado férrico insoluble de color rojizo.

La precipitación del calcio en el agua puede ser anticipada mediante un índice de saturación de Langelier, según el cual, el carbonato de calcio precipita cuando alcanza su límite de saturación en presencia de bicarbonato. Este índice se define por la diferencia entre el pH actual del agua (pHa) y el pH teórico que el agua alcanza en equilibrio con el carbonato de calcio (pHc):

$$\text{Índice de saturación} = \text{pHa} - \text{pHc}$$

Los valores positivos del índice de saturación indican la tendencia del carbonato de calcio a precipitarse, mientras que los valores negativos, sugieren que el carbonato de calcio se mantiene en solución.

Localización de los sitios de muestreo.

En el Cuadro No 9 se presenta una descripción del sitio de muestreo del Valle de Calvillo; Huerta los Halcones. La toma de muestras se realizó por duplicado, con sus respectivas repeticiones, las cuales para dicha huerta dan 8 muestras reportadas. Las muestras se colectaron en la última semana de mayo de 1996. (Herrera, Francisco. 1996).

CUADRO 9 DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

MUESTRA	RANCHO O PROPIEDAD	APROVECHAMIENTO	LOCALIZACIÓN
169	FRUCASA "EL RANCHITO"	POZO 1	JALPA, ZAC.
170	FRUCASA "EL RANCHITO"	POZO 1	JALPA, ZAC.
171	LOS ZANJONES	POZO 5	JALPA, ZAC.

Cuadro 9. (Continuación)

172	LOS ZANJONES	POZO 5	JALPA, ZAC.
173	EL MAGUEY	POZO 4	JALPA, ZAC.
174	EL MAGUEY	POZO 4	JALPA, ZAC.
175	LA LOBERA	POZO 2	JALPA, ZAC.
176	LA LOBERA	POZO 2	JALPA, ZAC.

Metodología para los análisis físico-químicos.

Análisis Físico. La conductividad eléctrica se determinó por el método del puente estándar de Wheatstone, de corriente alterna apropiada para medición de conductividad. El residuo seco evaporado y residuo seco calcinado se determinaron por evaporación a 65°C y calcinado a 600°C respectivamente. (Herrera, F; 1996).

Análisis Químico. El pH de las soluciones se determinó mediante potenciometría de lectura directa. Carbonatos y bicarbonatos tanto por titulación con ácido como por potenciometría. Sodio y potasio por flamometría con un espectrofotómetro de flama. Calcio y magnesio se determinaron por titulación con EDTA. Los cloruros se determinaron por titulación con nitrato de plata. Los sulfatos de turbidimetría con un espectrofotocolorímetro. (Herrera, F; 1996).

Índices para clasificación de aguas.

La interpretación de la información obtenida y la clasificación de las aguas se realiza de acuerdo a los criterios de salinidad, sodicidad, carbonatos, RAS, magnesio e índice de saturación reportados por Ayers y Westcot (1987) y por Kovda et al (1993).

Salinidad.

Para evaluar el peligro por salinidad, se considera las directrices reportados por Ayers y Westcot (1987), basándose tanto en el valor de conductividad eléctrica como en el contenido total de sales (Cuadro No 10).

CUADRO 10 CLASIFICACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL AGUA POR SALINIDAD (DE: AYERS Y WESTCOT, 1987)		
GRADO DE RESTRICCIÓN	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	TOTAL DE SÓLIDOS SOLUBLES (mg l-1)
NINGUNA	<0.7	<450
LIGERA O MODERADA	0.7-3.0	450-2000
SEVERA	>3.0	>2000

Relación de adsorción de sodio.

Este índice se calculó de acuerdo a la relación presentada por Richards (1954): RAS; donde las concentraciones de iones se expresa en miliequivalentes por litro. También se presenta los valores de RAS corregido por efecto de la precipitación de calcio según la metodología propuesta por Suárez (1981).

Donde:

RAS° = relación de absorción de sodio corregida.

Na = contenido de sodio en el agua de riego en miliequivalentes por litro.

Ca° = Contenido de calcio en el agua de riego, expresada en miliequivalentes por litro; por la salinidad (CE), por el contenido de bicarbonato con relación a su propio contenido de calcio (HCO_3/Ca) y por la presión parcial de CO_2 ejercida en los primeros milímetros de suelo (0.0007 atm).

Mg = contenido de magnesio en el agua de riego, mcq.l.

En función del valor de conductividad eléctrica y la relación entre la concentración de bicarbonatos y calcio (HCO_3/Ca), se obtuvo el valor corregido para el contenido de calcio (Ca°); este valor se substituyó en la ecuación 2.

Finalmente, con los índices de RAS, RAS° y CE se determinó el peligro por sodicidad de las muestras analizadas.

Peligro por Bicarbonatos

Índice considerado de acuerdo a la metodología propuesta por Eaton (1950), citado por Kovda et al, (1973).

El valor de carbonato de sodio residual (CSR), se calculó por la relación:

$$CSR = (CO_3 + HCO_3) \cdot (Ca + Mg)$$

La concentración de iones, está dada en meq.l, los criterios de clasificación de aguas por este parámetro se presenta en el Cuadro No 11.

**CUADRO 11. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN
DEL AGUA DE RIEGO EN FUNCIÓN DEL CARBONATO
DE SODIO RESIDUAL (WILCOX, CITADO POR
KOVDA ET AL; 1973)**

VALOR DE CSR	CLASIFICACIÓN
MAYOR DE 2.5	NO ADECUADA PARA RIEGO
1.25 A 2.5	MARGINAL
MENOR DE 1.25	PROBABLEMENTE SEGURA

Peligro por Magnesio

De acuerdo con Kovda et al, (1973), se consideraron desfavorables para el suelo, valores superiores a 50, en la relación de peligro de magnesio de la siguiente ecuación:

$$PM = [Mg/ Ca + Mg] \cdot 100$$

Donde:

PM = es el peligro, por magnesio y las concentraciones están dadas en meq.l.

Obstrucciones en los sistemas de riego localizado.

La precipitación del calcio en el agua se midió mediante el índice de saturación de Langelier, según el cual, el carbonato de calcio precipita cuando alcanza su límite de saturación en presencia de bicarbonato. Este índice se definió por la diferencia entre el pH actual del agua (pHa), y el pH teórico que el agua alcanzaría en equilibrio con el carbonato de calcio (pHc).

Índice de saturación = pHa- pHc

Los valores positivos del índice de saturación indican la tendencia del CaCO_3 a precipitarse mientras que los valores negativos, sugieren que el carbonato de calcio se mantiene en solución.

Todas las aguas que tienen un índice de saturación positiva deben ser consideradas como aguas problemáticas que requieren medidas preventivas.

IV. MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

La huerta "Los Halcones", Santa Juana comunidad de Jalpa Zac, se ubica geográficamente entre los 22°07' y 21°43' de latitud norte y los 102°32' y los 102°53' de longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar oscila entre los 1,100 y 2,300 msnm. Peralta (1995) (Anexos, figura No1)

Características climáticas.

El clima predominante de la región, de acuerdo con la clasificación de Koeppen modificado por García (1973), son del tipo estepario semidesértico (BS).(Anexos, figura No1).

Se tienen tres tipos climáticos; el templado-subhúmedo con lluvias en verano (Cw), el semiseco semicalido (BS1h) y el semiseco-templado (BS1K)

Obstrucciones en los sistemas de riego localizado.

La precipitación del calcio en el agua se midió mediante el índice de saturación de Langelier, según el cual, el carbonato de calcio precipita cuando alcanza su límite de saturación en presencia de bicarbonato. Este índice se definió por la diferencia entre el pH actual del agua (pHa), y el pH teórico que el agua alcanzaría en equilibrio con el carbonato de calcio (pHc).

Índice de saturación = pHa- pHc

Los valores positivos del índice de saturación indican la tendencia del CaCO_3 a precipitarse mientras que los valores negativos, sugieren que el carbonato de calcio se mantiene en solución.

Todas las aguas que tienen un índice de saturación positiva deben ser consideradas como aguas problemáticas que requieren medidas preventivas.

IV. MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

La huerta "Los Halcones", Santa Juana comunidad de Jalpa Zac, se ubica geográficamente entre los 22°07' y 21°43' de latitud norte y los 102°32' y los 102°53' de longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar oscila entre los 1,100 y 2,300 msnm. Peralta (1995) (Anexos, figura No1)

Características climáticas.

El clima predominante de la región, de acuerdo con la clasificación de Koeppen modificado por García (1973), son del tipo estepario semidesértico (BS). (Anexos, figura No1).

Se tienen tres tipos climáticos; el templado-subhúmedo con lluvias en verano (Cw), el semiseco semicalido (BS1h) y el semiseco-templado (BS1K)

Precipitación.

La precipitación media anual es de 591.4 mm; siendo superior solo en la Región de Nochistlán, Apulco (900-1000 mm) y con una evaporación de 1,783.4 mm.

Las temperaturas del mes más frío (Enero) es de 15.2°C y del mes más caliente (Junio) es de 24.1°C con una media anual de 17°C. El período libre de heladas, se ubica de marzo a noviembre (Peralta; 1995).

El suelo en el sitio experimental.

El experimento se establecerá en tres suelos del tipo Xerosol (con un suelo secundario del tipo Regosol eutrítico), Litosol y Castañozem Cálculo (clasificación FAO), que son suelos con las siguientes características. (Anexo 2).

Xerosol cálcico, estos son suelos que tienen un horizonte cálcico, cuyo color varía de rojo amarillento a pardo grisáceo localizado dentro del horizonte A ócrico débil. Presenta en la superficie una costra delgada y de ordinario es macizo o friable, con estructura de placas o masiva y pasa con rapidez a un horizonte cálcico de hasta un metro de espesor seguido por un horizonte sálico o gypsico que puede tener hasta 3 m de grueso. En muchos casos, hay un ligero incremento de arcilla de bajo del horizonte A ócrico para producir un horizonte B argílico.

Se ha señalado que dicha fracción de arcilla es en gran parte de la illita (Buol y Yesilvog, 1964; Hseung y Jackson, 1952; Jackson y sus colaboradores, 1948). En algunos Xerosoles cálcicos, en la parte del perfil más baja, calcárea y menos intemperizada, hay montmorillonita, que en los horizontes superiores. Puesto que la intemperización es mínima y más activa en los horizontes superiores, la montmorillonita del subsuelo se puede haber formado mediante la cristalización de soluciones diluidas en presencia de grandes cantidades de calcio.

A menudo contiene menos limo y arena fina pero cantidades mayores de arena gruesa y de grava. No obstante, se ha demostrado que esta capa de grava puede formarse mediante humedecimiento y desecaciones

(Kellog, 1953, Merwe, 1954; Rozonov, 1951). La grava puede desplazarse a la superficie mediante la acción del aire aprisionando, cuando el suelo se moja con la lluvia (Deflacción).

El contenido de materia orgánica varia del 1 al 2%; la relación C/N distintivamente es menor de 10 y con frecuencia de 8. La baja relación de carbono a nitrógeno se deben probablemente a la acción de bacteria nitrificantes y/o algas azules-verdes fijadoras de nitrógeno, que forman una costra en algunos de esos suelos (Fuller, Cameron y Raica, 1960; Martín y Fletcher, 1943).

Cuando el material materno contiene carbonatos, el contenido puede pasar del 10%, aumentando a un máximo de más del 12 al 15% en el horizonte cálcico y disminuyendo luego en el material materno. En general se supone que hay bicarbonato de calcio que desciende por el perfil y que se precipita CaCO_3 , cuando se detiene la corriente de infiltración y se pierde por la transpiración.

En consecuencia, los valores del pH varían de 7.0 a 8.0 en la superficie hasta un máximo de 8.5 en el horizonte cálcico. La capacidad de intercambio catiónico en el horizonte A ócrico varia entre 10 a 25 meq/100 gr. de suelo (R. J. McCracken, et al, 1981; Tisdale y Nelson; 1991).

Hay una saturación completa del complejo de intercambio, siendo el calcio el ion dominante.

Litosol. Suelos que están limitados en profundidad por roca continua dura coherente dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie. Se presentan principalmente en zonas montañosas pero pueden ocurrir en otras áreas como en superficies planas de roca desnudas por el hielo o en inselbergs. Son suelos que tienen un horizonte B argílico que tiene una saturación de bases de 50% o más por (NH_4Ac) cuando menos en la parte inferior del horizonte B dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte A mólico; carentes de un horizonte E álbico superpuesto a un horizonte lentamente permeable del patrón de distribución de arcilla y de formación de lenguas que son de diagnóstico para Planosols, Nitosols y Podzoluvisols, respectivamente. Si se transporta arcilla, en suspensión, esto podría considerarse como atípico dicho proceso edafogénico; aun cuando se trata, en realidad, de un proceso que acompaña casi siempre a la podzolización. Esto se pone de manifiesto por la acumulación de arcilla en los horizontes

espódicos. (Franzmeir y Whiteside, 1963) y en los horizontes arcillosos por debajo de ellos (Milfred, Olson y Hole, 1967). (Anexo 3).

Estos suelos se desarrollan en material de textura media, formándose una elevada proporción de ellos sobre loess y, por tanto, están compuestos principalmente por material cuyo tamaño tiene un rango de 2 a 60 μ . El contenido de arcilla (<2 μ) llega al mínimo en los dos horizontes minerales superiores aumentando al máximo en el horizonte medio donde se encuentran revestimientos de arcilla prominentes y a menudo continuos. Por lo general, la textura se vuelve más fina cuando menos por una clase de la misma, pero el contenido de arcilla puede aumentar hasta en un 20% o más. Los valores de pH presentan un patrón interesante, tendiendo a variar de alrededor de 5.5 a 6.5 en el horizonte superior, disminuyendo alrededor de 4.5 a 5.0 en donde la arcilla llega al máximo. Luego hay un incremento constante en el material relativamente inalterado, en donde el pH puede llegar a más de 7.5, si es calcáreo. Además en la superficie, la cantidad máxima de materia orgánica ocurre en el horizonte maternal más superior, en donde varía del 5 al 10% y tiene una relación C/N moderadamente elevada de 12 a 18 que refleja el estado de descomposición parcial de la materia orgánica incorporada. En el resto del suelo el contenido de materia orgánica y las relaciones C/N de menos de 8 coinciden con el amoníaco fijado. Normalmente, la capacidad de intercambio catiónico tienen dos máximos: uno de ellos está asociado con el contenido elevado de materia orgánica de la superficie y, el segundo se registra en el horizonte medio, donde también el contenido de arcilla llega a su máximo. En forma similar, los cationes intercambiables individuales dominados por el calcio a menudo tienen dos máximos, que corresponden con aquellos de la CIC.

Por lo general, el monto total de Fe_2O_3 extraíble, es pequeño en todo el suelo, pero aumenta alrededor del 1% en el horizonte lixiviado a cerca del 2% en donde hay un máximo de arcilla. Después disminuye ligeramente con la profundidad. Ello sugiere que el hierro extraíble no está asociado por completo con la arcilla, sino que se pierde de la parte superior del suelo. (Tisdale y Nelson, 1991).

Castanozems cálcicos. Tiene un horizonte A mólico con un croma de más de 2 a una profundidad cuando menos de 15 cm y un horizonte cálcico o gypsic. Formada por un proceso similar al del $CaCO_3$, el yeso puede acumularse en horizontes característicos. Debido a que el yeso es más soluble que el $CaCO_3$, puede ser

acarreado a mayores distancias con el agua (de evaporación) antes de ser precipitado. Además, aún cuando la precipitación anual sea de unos cuantos cientos de mm, la concentración de sales altamente solubles en los suelos bien drenados puede permanecer baja, el yeso se acumulara en forma de cristales pequeños (<2mm) y planos en los 20 cm de capa superficial. En condiciones naturales en la superficie pueden tener una capa de hojarasca suelta que descansa sobre un horizonte A pardo oscuro, granular, mólico, que tiene un espesor de unos 50 cm (epipedón mólico; kastanom-Kt). La parte superior de ese horizonte contiene abundantes raíces que disminuyen en forma rápida en frecuencia con la profundidad y están casi ausentes en la parte inferior. Con la profundidad, la estructura de ordinario cambia de granular a prismática fina antes de pasar a una acumulación de carbonato de calcio maciza, masiva o prismática, con pseudomicelios y concreciones.

Los procesos de humedecimiento y secado producen la estructura prismática, de los suelos arcillosos castaños. Puede producirse una rotura de las raíces debido a la dilatación y la contracción del suelo (Thorp, 1948), durante el humedecimiento y secado, así como también en la congelación y el deshielo. En secciones delgadas la formación de carbonato se hace evidente en la forma de calcita microcristalina sobre los poros y como cristales aciculares muy apiñados en los pseudomicelios. Por lo general, entre 1 y 2 m de profundidad hay una marcada acumulación de yeso, debajo de la cual hay material relativamente inalterado. Se presentan crotovinas en los Castanozems pero su frecuencia es menor que en los Chernozems.

Los perfiles de los suelos de textura media pueden estar constituidos, en gran parte, por bloques cilíndricos formados por rellenos de crotovinas (galerías rellenas). Además, según (Simonson, 1959) los suelos se pueden desarrollar con mucha mayor rapidez en los depósitos clásticos sueltos y profundos que en los lechos rocosos sólidos; ello realizado por agentes geológicos para formar materiales iniciales que influyen en su mineralogía y textura. Una proporción elevada de Castanozems tienen textura uniforme en la unidad pedológica y está dominada por partículas <50 μ indicando la naturaleza loessica del material materno. Existen unos cuantos de esos suelos en que el contenido de arcilla alcanza su máximo en la parte inferior del horizonte superior; que sugieren diversas posibilidades. Una de ellas es la de que, de algún modo, se trasloca arcilla del horizonte B al A, hacia arriba, sobre todo en los lugares con buen drenaje. Otra es que se forman arcillas con rapidez en el horizonte A de los suelos de pradera con buen drenaje, en comparación con los

horizontes A de los suelos forestales y los de mal drenaje. Una tercera posibilidad es la de que hay arcilla u otros coloides que se eluvian con mucha lentitud en los suelos de pastizales, debido a los complejos de coloides minerales y orgánicos y por los efectos del enlace íntimo del suelo y la absorción rápida de agua por las raíces de las plantas.

Las observaciones y los cálculos realizados por (Baxter y Hole, 1967) dan apoyo a la sugerencia de que la arcilla se trasloca del horizonte B al A.

El contenido de materia orgánica varía de 3 a 6% en la parte superior del suelo con una relación C/N de 8 a 12, que indica un grado elevado de humificación. (Anexo 3)

Los valores del pH, por lo general están más arriba de la neutralidad, aumentando de 7.0 en la superficie a 8.0 en la acumulación de carbonato.

Cuando los iones carbonatos están presentes en cantidades apreciables los cationes Ca y Mg disminuirán en la saturación debido a su tendencia a precipitar como sales de carbonato muy poco solubles y así, depositarse en los sitios de acumulación (R.J. McCracken, 1981; Tisdale y Nelson, 1991; A. Aguirre, 1993).

En el horizonte superior la capacidad de intercambio catiónico varía de 20 a 30 meq/100 gr de suelo y usualmente está saturado con cationes básicos, de los cuales el calcio es dominante, seguido en cantidad por magnesio, potasio y sodio. Los carbonatos están ausentes o presentes sólo en cantidades pequeñas en los 60 cm superiores de suelo, pero pueden encontrarse en cantidades grandes si el material materno era rico, habiendo de 10 a 20% más carbonato en el horizonte de acumulación que en el material subyacente. Las sales solubles se encuentran presentes en cantidades muy pequeñas y nunca exceden del 0.1%. (R.J. McCracken, 1981; Tisdale y Nelson; 1991).

Muestreo Foliar y de Suelo.

Muestreo Foliar.

El análisis vegetal es una técnica de reciente aplicación, que se comenzó a utilizar en frutales para identificar anomalías nutricionales desde hace aproximadamente 30 años. Este método de diagnóstico se debe llevar a cabo en varias etapas, que se pueden resumir en:

- 1). Muestreo.
- 2). Preparación y Acondicionamiento de las muestras.
- 3). Digestión (oxidación de las muestras).
- 4). Análisis (determinación química).
- 5). Interpretación de los resultados.

Muestreo y preparación de muestras.

El procedimiento de colección de material vegetal, requiere de todo el cuidado posible, ya que solo serán útiles los resultados del análisis cuando el muestreo se haya realizado correctamente.

Deberán tomarse suficiente número de hojas, o partes de éstas para superar el factor de variabilidad de las plantas. Las hojas que deberán ser seleccionadas, son aquellas de 7 a 8 meses de antigüedad y del ciclo de primavera. Las hojas se toman de los extremos cargados de fruta. Pero las muestras no deben tomarse de un ciclo de crecimiento más viejo. Seleccionar 4 hojas por árbol, dependiendo del tamaño, en torno a la periferia, en una banda de aproximadamente 0.30 a 2.13 m., del suelo en cada quinto árbol de todo el terreno. Kenworthy citado por Rodríguez (1967), sugirió que el tercer par de hojas sea tomado de ramas que están fructificando y después de la cosecha se debe tomar un par de hojas entre el tercer y quinto par a partir del ápice.

Se debe tomar en cuenta que existen considerables diferencias en los contenidos de nutrimento, al comparar, las diversas especies y aún entre las mismas variedades; además, dichas diferencias también resultan muy marcadas al analizar diferentes órganos vegetales en distintos estados de desarrollo de las plantas (Anexo 4).

Tomar hojas de tamaño promedio, para representar las condiciones que prevalecen en hojas de esa edad. Hojas "ocasionales" que muestren clorosis férrea moderada o extrema, deficiencia de zinc, o cualquier anomalía, no deberán incluirse en la muestra. Pero si existe alguna condición de hojas vareadas que prevalezcan, como en el caso de deficiencia subáguda de manganeso, no puede evitarse tomar esos tipos de hojas. Para describir y remediar las malas condiciones incipientes, escójense hojas que representan las condiciones promedio del follaje para ese ciclo particular de crecimiento.

Una vez elegidas las hojas que se desean analizar éstas deben sacudirse, agitándolas para liberarlas de la tierra adherida.

En esta etapa el tejido vegetal estará sujeto a cuatro pasos previos al análisis químico (Jones y Steyn, 1973).

a) Limpieza del material para eliminar la contaminación superficial. b) Secado, para detener la descomposición y acondicionar el material, c) Secado final hasta peso constante, para tener una base estándar de valores y almacenamiento del tejido molido antes del análisis.

La limpieza, está supeditada a los objetivos particulares del análisis. En los casos en los que las hojas deben ser enjuagadas, se procederá a su limpieza cuando éstas aún estén verdes; y cuando se trate de determinar elementos menores, la limpieza debe ser realizada utilizando detergentes y limpiadores especiales para las manos al 0.1%, enjuagando después cuidadosamente con agua destilada. El exceso de agua se elimina con lana de algodón. (Aguirre, A. G. M. C. Cedillo M. G. Delgadillo G. y M. F. León. R: 1985).

Ya realizada la limpieza, las hojas deben ser extendidas para que se sequen completamente al aire ó en estufa a 70° C. Una vez secas las hojas, se muelen o se trituran a mano si se trata de determinar elementos menores.

En general la molienda y el tamizado va a depender del tipo de análisis que se vaya a efectuar, tratando de evitar lo más posible la contaminación de muestras.

Después de que se ha molido el material vegetal, se mezcla íntimamente y luego transferirlo a envases adecuados preferentemente de vidrio claramente identificados, limpios y bien tapados. En el Anexo No 5 se mencionan algunas recomendaciones generales sobre el manejo de las muestras vegetativas

Diferentes tipos de análisis vegetal.

Cuando se trata de determinar los contenidos de nutrimento en las plantas, se puede decir que existen dos tipos de procedimientos que se agrupan en dos grandes clases: (1) Análisis de nutrimento solubles semicuantitativos. (2) Análisis de nutrimento totales (cuantitativo).

Análisis de nutrimento solubles.

El principal objetivo de este tipo de ensayo, es obtener datos rápidamente por lo que siempre se efectúan en material fresco recién colectado. Las determinaciones pueden aplicarse 1 ó 2 días si las muestras se conservan en refrigeración. Para tener una base de comparación, las pruebas se deberán hacer en plantas deficientes y bien abastecidas colectadas de forma idéntica y simultánea.

Cuando se analiza un solo nutrimento se debe elegir la parte de la planta que más convenga y si se determinarán varios (N. P. K), es suficiente emplear el mismo órgano para todos.

Los únicos materiales requeridos para estas pruebas son: navaja, placa de porcelana para ensayos a la gota, goteros, tira de papel filtro, tijeras y vasos de 50 ml

En el Anexo 6 se presentan algunas de las pruebas rápidas más comunes con sus características más importantes.

Análisis de nutrimento totales (cuantitativo).

Actualmente se pueden consultar numerosos textos y manuales de análisis cuantitativo como son los de Brumblay (1972), Furman (1972) y Vogel (1961), por mencionar algunos, en los que se pueden encontrar una gran diversidad de técnicas de análisis químico con sus respectivos principios teóricos. Existen algunos libros más específicos en que se describen métodos para el análisis de suelos, plantas y agua (Chapman, Pratt 1973; Jackson, 1970; Johnson y Ulrich, 1959 y Piper 1947) entre otros, por lo que no se discutirán los detalles específicos de cada técnica.

Estos son los métodos de la química analítica cuantitativa más frecuentemente utilizados en el análisis vegetal:

- (a) Gravimétricos
- (b) Volumétricos
- (c) Colorimétricos
- (d) Emisión de Flama
- (e) Absorción Atómica.

Existen, además, algunas técnicas que requieren instrumentación muy sofisticada, las cuales pueden ser de uso común en laboratorios bien equipados. Para efectuar una determinación cuantitativa de los constituyentes minerales del tejido vegetal, antes es necesario poner estos en solución, para lo que se procede a efectuar una digestión (mineralización), del material vegetal, en el anexo 7 se describen los procedimientos de la digestión seca y húmeda; respectivamente.

Muestreo de Suelo.

En vista de la gran variedad de suelos, casi es imposible establecer un método satisfactorio para la toma de muestras, por lo que los detalles de los procedimientos se harán según el propósito con que se toma la muestra.

La toma de muestras de suelo debe tener en cuenta la variación de los suelos de acuerdo con la profundidad del perfil y el área de terreno. Estos factores pueden considerarse en función de unidades naturales de tipo de suelo por su desarrollo o bien de unidades prácticas, referidas a una granja, campo o unidad de explotación agrícola.

La profundidad del muestreo es variable dependiendo del objetivo del análisis, aunque en este caso, se trata de un problema de fertilidad; para poder estimar con precisión las diferentes características del suelo (NPK, pH, M. O, Ca, CIC, etc.), la profundidad del muestreo es de 15 a 30 cm. Sin embargo los campos agrícolas del INIFAP en la zona norte reporta que la profundidad de labranza es de 0-30 cm.

Aunque es conveniente apuntar que las profundidades de muestreo comienzan a contar después de haber removido los residuos orgánicos no descompuestos de la superficie del suelo. Esto es importante cuando se trabaja con suelos forestales, de pradera y en huertos frutícolas. (Page A. L; 1981).

La muestra que se toma del suelo deberá considerarse como un volumen, más que como una área. Por ello se debe hacer una muestra compuesta y así poder tener una característica cuantitativa de la muestra compuesta de un suelo; ésta es equivalente a una media, es decir da un valor analítico medio representativo para el volumen de muestra del suelo del que se obtuvo la muestra compuesta.

Las condiciones que son necesarias a satisfacer en un método de toma de muestra compuesta son:

1. Cada muestra individual deberá ser del mismo volumen que las demás y representar la misma sección transversal del área.

2. Deberán tomarse al azar con respecto al área de que se toman. Generalmente se delimita cada parcela, se avanza a lo largo de esta en zig-zag tomando las muestras cada 2 árboles; evitando tomarlas en una franja de 50 cm, hasta el borde de la parcela (por que se tienen probabilidades de tomar muestras de fertilizantes).
3. Tomar un número suficiente de muestras individuales, que generalmente son de 20 a 30 que se mezclan después para formar una sola.
4. No deben producirse interacciones químicas en el material de la muestra compuesta del suelo.
5. La unidad del suelo escogida debe ser homogénea para el objetivo del análisis.
6. Es altamente recomendable el uso de barrenas muestreadoras, en vez de la pala para evitar muestreos de volúmenes no constantes.

El manejo de muestras de suelo en el laboratorio implica procedimientos para su desecación, molienda, tamizado, mezcla, partición, pesada y conservación. Dichos procedimientos se aplicarán de acuerdo al tipo de análisis que se vayan a efectuar ó a los elementos que se desean cuantificar.

Dependiendo del análisis a realizar, se seleccionará el tamaño de la muestra, considerándose en general de 300 gramos a 1 kg. (Page, A. L., 1981; Recuwijk L. P., 1986).

Diseño experimental y tratamientos.

Con el propósito de valorar el aporte nutrimental del guayabo, el diseño experimental propuesto será en "bloques al azar" donde se tomará como unidad experimental a 2 ramas para cada árbol con 5 repeticiones y 2 tratamientos para cada bloque.

Y para el análisis, interpretación y correlación de los datos obtenidos se utilizará el programa SAS (Statistical Analysis System).

Variables a medir.

Después de la aplicación de los tratamientos por medio del fertirriego, se medieron las siguientes variables:

Variables de rendimiento, Variables fisiológicas y Variables de calidad.

Variables fisiológicas.

El crecimiento de yemas, vegetativas y florales. Según (Ruiz Corral, José Ariel y Medina García Guillermo; 1993). El guayabo presenta dos tipos de yemas, vegetativas y florales. Las yemas vegetativas se forman en las axilas de las hojas. Las cuales brotan para dar lugar al desarrollo de nuevas ramas o brotes.

Por lo tanto se observaran diariamente anotando el número de yemas, además es necesario seguir su desarrollo fisiológico para continuar con la toma de datos correspondientes.

Variables de calidad.

En cuanto a calidad, podemos mencionar que siguiendo correctamente el programa de nutrición adecuado para las características agroclimáticas de la huerta tendrá que tener las siguientes normas de calidad: sabor, dureza, tamaño y número de frutos de primera, segunda y tercera "calidad".

Variable de rendimiento.

Por último en cuanto a la variable de rendimiento, se evaluara cuantificando la carga por árbol para posteriormente compararlos con los registros de rendimientos anteriores de la huerta.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

En el anexo No 8. se presentan los valores de conductividad eléctrica, pH, RAS, CSR y concentración de iones: sodio, potasio, calcio, manganeso, bicarbonato, cloro y sulfato para cada una de las 4 muestras de agua analizadas de la Huerta "Los Halcones", Calvillo, Aguascalientes (Herrera, Francisco; 1996). El agua de riego es de buena a excelente calidad y no presenta impedimentos serios en cuanto a salinidad. De acuerdo a la clasificación de adaptabilidad que se presenta en el Anexo 9, para muestras de agua de dicha

Variables a medir.

Después de la aplicación de los tratamientos por medio del fertirriego, se medieron las siguientes variables:

Variables de rendimiento, Variables fisiológicas y Variables de calidad.

Variables fisiológicas.

El crecimiento de yemas, vegetativas y florales. Según (Ruiz Corral, José Ariel y Medina García Guillermo; 1993). El guayabo presenta dos tipos de yemas, vegetativas y florales. Las yemas vegetativas se forman en las axilas de las hojas. Las cuales brotan para dar lugar al desarrollo de nuevas ramas o brotes.

Por lo tanto se observaran diariamente anotando el número de yemas, además es necesario seguir su desarrollo fisiológico para continuar con la toma de datos correspondientes.

Variables de calidad.

En cuanto a calidad, podemos mencionar que siguiendo correctamente el programa de nutrición adecuado para las características agroclimáticas de la huerta tendrá que tener las siguientes normas de calidad: sabor, dureza, tamaño y número de frutos de primera, segunda y tercera "calidad".

Variable de rendimiento.

Por último en cuanto a la variable de rendimiento, se evaluara cuantificando la carga por árbol para posteriormente compararlos con los registros de rendimientos anteriores de la huerta.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

En el anexo No 8, se presentan los valores de conductividad eléctrica, pH, RAS, CSR y concentración de iones: sodio, potasio, calcio, manganeso, bicarbonato, cloro y sulfato para cada una de las 4 muestras de agua analizadas de la Huerta "Los Halcones", Calvillo, Aguascalientes (Herrera, Francisco; 1996). El agua de riego es de buena a excelente calidad y no presenta impedimentos serios en cuanto a salinidad. De acuerdo a la clasificación de adaptabilidad que se presenta en el Anexo 9, para muestras de agua de dicha

huerta. En el caso de restricción “ligera a moderada”, como en este caso, se requiere un cuidado gradual, en la relación de los cultivos y de las alternativas de manejo; para alcanzar el potencial máximo de rendimiento. Este tipo de clasificación del agua de riego es muy general y se requieren de análisis más específicos, que se consideren entre otros factores, a los tipos de suelo en donde se está utilizando el agua, para tener una clasificación más acorde con la utilización del agua y sus posibles implicaciones sobre el suelo y los cultivos. Herrera et al (1996).

Las relaciones entre conductividad eléctrica y concentración en miligramos y miliequivalentes. De aquí observamos que se puede estimar con mucha precisión la concentración de sales a partir del conocimiento de la CE utilizando el siguiente modelo:

$$\text{TSS} = 758 \text{ CE}$$

Donde:

TSS = Total de Sales solubles en miliequivalentes por litro.

CE = Conductividad eléctrica en dS.m

En general las muestras de aguas con menor concentración salina, fue el pozo No 4 FRUCASA; según los índices de CE y TSS.

Peligro por Sodio.

El sodio es un catión que causa condiciones físicas y químicas adversas en los suelos. Cuando se encuentran húmedos éstos se vuelven impermeables al aire y al agua, y secos se endurecen, provocando una gran dificultad al arado. También se puede desarrollar una costra en la superficie del suelo la cual dificulta la germinación y la emergencia. En el anexo 9 se presentan los valores de RAS y RAS^o para las muestras mencionadas.

Es necesario considerar el problema de la dispersión de los suelos y la destrucción de su estructura que se producen cuando el contenido de sodio supera el de calcio en una proporción por encima de 3: 1

(Francisco, Herrera; 1996). Bajo estas condiciones se encuentran las muestras que corresponden a los pozos de FRUCASA en Calvillo.

Además debe considerarse que la existencia de suelos calcáreos en la zona probablemente disminuyan el efecto adverso del RAS de agua de riego.

Peligro por bicarbonatos.

Este criterio es importante ya que la asociación de los aniones HCO_3^- y CO_3^{2-} con los cationes Ca y Mg tiende a precipitarse estos últimos como carbonatos insolubles siendo eliminados de la solución y con esto el Na se convierte generalmente en el catión dominante, incrementando el riesgo de sodicidad. Este riesgo puede ser evaluado en términos del valor mayor de 2.5 meq.l, indica que probablemente dicha agua no es utilizable para propósitos de riego. Con un grado de restricción de moderado a marginal está el pozo 2 "La Lobera". Por otra parte con un valor de CSR se espera un efecto menos severo dado los suelos de origen calcáreo. Además el riesgo de la alta alcalinidad en el agua de riego son los efectos adversos en la estructura del suelo. Si el uso de aguas con los valores altos de RAS es inevitable debe usarse la menor cantidad posible de agua, tomando en cuenta las necesidades del cultivo y la lixiviación de sales. Para estos casos es aconsejable usar mejoradores químicos.

Se recomienda elaborar observaciones específicas para cada sitio donde se utiliza esta agua respecto al tipo de suelo, condiciones de drenaje y manejo de agua de riego.

Peligro por Magnesio.

En función de este índice ninguna de las muestras analizadas presentan algún tipo de restricción ya que no se encontraron valores mayores o iguales a 50, tal como se observan en el anexo 10.

Peligro por Cloro.

Todas las muestras analizadas no tienen ningún grado de restricción por cloro ya que se presentaron concentraciones por debajo de los 3 meq.l, siendo éste el valor límite de las aguas sin restricción.

Obstrucción en el equipo de riego.

Todas las aguas que tienen un índice de saturación positivo deben ser considerados, en el diseño de sistemas de riego localizado, como aguas problemáticas ya que se presentaría una probable precipitación de carbonato de calcio y con esto, taponamiento en el sistema de riego.

Con el propósito de valorar el aporte nutrimental, se seleccionaron 5 suelos diferentes. Se obtuvieron muestras en 15 sitios de cada suelo a las profundidades de 0-30, 30-60 cm, de las 15 muestras simples para cada profundidad, se obtuvo una muestra compuesta y se ingresaron al laboratorio donde se les determinó su fertilidad. Con los datos arrojados se diseñó el programa de fertilización (Page A.L, 1981; Reewilk L. P, 1986).

La textura del suelo se determinó como indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla y se encontró que pertenece a la clase franco-arenosa (Anexo 10). En cuanto a la fertilidad, se encontraron diferencias en: M.O., P, K, Mn, Fe, Zn, Cu, y P. Además se determinó la salinidad en los 5 suelos estudiados y en sus dos profundidades, encontrándose diferentes valores en Ca, Cl, Na, CO₃, HCO y SO₄ (Anexo 11).

VI. CONCLUSIONES.

Del análisis del trabajo sobre el cultivo de la guayaba se puede concluir que hacen falta más de acciones para lograr un avance adecuado en la producción y productividad de la guayaba para el mercado en fresco e industrial así como en los mercados internacionales, además de ampliar su cobertura en el mercado nacional. Se sugiere la organización y apoyo de líneas de investigación que permita resolver la problemática del cultivo de la guayaba para mejorar la productividad y la calidad, en el sentido de lograr mejores rendimientos por hectárea y de contar con fruta limpia y sana, que no pueda ser objetada en su comercio por las autoridades sanitarias de otros países.

Del presente trabajo, se sugiere la organización y apoyo en las siguiente líneas:

Obstrucción en el equipo de riego.

Todas las aguas que tienen un índice de saturación positivo deben ser considerados, en el diseño de sistemas de riego localizado, como aguas problemáticas ya que se presentaría una probable precipitación de carbonato de calcio y con esto, taponamiento en el sistema de riego.

Con el propósito de valorar el aporte nutrimental, se seleccionaron 5 suelos diferentes. Se obtuvieron muestras en 15 sitios de cada suelo a las profundidades de 0-30, 30-60 cm, de las 15 muestras simples para cada profundidad, se obtuvo una muestra compuesta y se ingresaron al laboratorio donde se les determinó su fertilidad. Con los datos arrojados se diseñó el programa de fertilización (Page A.L, 1981; Reewilk L. P, 1986).

La textura del suelo se determinó como indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla y se encontró que pertenece a la clase franco-arenosa (Anexo 10). En cuanto a la fertilidad, se encontraron diferencias en: M.O., P, K, Mn, Fe, Zn, Cu, y P. Además se determinó la salinidad en los 5 suelos estudiados y en sus dos profundidades, encontrándose diferentes valores en Ca, Cl, Na, CO₃, HCO y SO₄ (Anexo 11).

VI. CONCLUSIONES.

Del análisis del trabajo sobre el cultivo de la guayaba se puede concluir que hacen falta más de acciones para lograr un avance adecuado en la producción y productividad de la guayaba para el mercado en fresco e industrial así como en los mercados internacionales, además de ampliar su cobertura en el mercado nacional. Se sugiere la organización y apoyo de líneas de investigación que permita resolver la problemática del cultivo de la guayaba para mejorar la productividad y la calidad, en el sentido de lograr mejores rendimientos por hectárea y de contar con fruta limpia y sana, que no pueda ser objetada en su comercio por las autoridades sanitarias de otros países.

Del presente trabajo, se sugiere la organización y apoyo en las siguiente líneas:

- 1) Conservación del suelo y el agua.
- 2) Análisis nematológico de las regiones productoras.
- 3) Control químico, biológico y cultural.
- 4) Establecimiento de un vivero regional.
- 5) Selección, mejoramiento e introducción de materiales vegetativos valiosos.
- 6) Promover el empleo de fertilizantes líquidos así como incrementar el área de riego bajo sistemas presurizados.

VII REVISIÓN DE LITERATURA

1. Acosta, N. S et al; 1986. Combate de moscas de la fruta en mango en México. SARH-INIFAP (Mimeógrafo) 38 p.
2. Aluja, S., 1984. Manejo integrado de las moscas de la fruta, programa mosca del mediterráneo, México. SARH.
3. A. G. Aguirre, et al 1985. Manual de Laboratorio de Química I. Facultad. De Estudios Superiores. Cuautitlán UNAM. Edo de México.
4. Añorga, Morales, J & M. E. Rodríguez Fuentes. 1978. Importancia de los Niveles de Infestación de *Meloidogyne sp* en el Cultivo de Guayaba. Centro Agrícola. Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas de Cuba 5 (1) 47-53.
5. Ayers. R. S. & Wescot, D. W. 1976. Calidad del Agua para la Agricultura. Estudio FAO. Riego y Drenaje No 29 Roma 85p.
6. Benacchio, S. S., 1982. Algunas Exigencias Agroecológicas de 58 Especies de Cultivo con Potencial de Producción en el Trópico Americano. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Maracay, Venezuela, 202p.
7. Chandler, W. H. 1962. Frutales de Hoja Perenne, Editorial UTEHA. Segunda Edición. 666p.
8. Dewin, J. & Freitas F. 1970. Métodos Físicos y Químicos de Análisis de Suelos y Aguas Boletín de Suelos de la FAO. Roma 72p.
9. Doneen, L. D., 1964. Water Quality for Agriculture, Departamente of Irrigation University of California. Davis. California 48p.
10. Domínguez Vivancos Alonso. 1996. Fertirrigación, 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa.
11. Él. Baradi, A. M et al 1979. Effect of Irrigation with fractions of sea water and drainage water on growth and mineral composition of young grapes, guavas, oranges and olives. In Hort.. Abstracts 51 (6) 4963 (1981).
12. González. G et al 1983. Guía para el Cultivo de los Citricos en Nuevo León. SARH-INDIA-CIAGON. Folleto Técnico No 1, 86p

13. González, G., 1987. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Anastrepha* en el Cañón del Juchipila, Zacatecas. Informe anual de Investigación. México. SARH-INIFAP-CIFAPZAC. 24p.
14. González, G., 1988. Fluctuación Poblacional de la mosca de la fruta en el guayabo en el Cañón de Juchipila, Zacatecas. Informe anual de Investigación. México. SAR-INIFAP-CIFAPZAC. 24p.
15. González, G., 1990. Marco de Referencia del Cultivo del Guayabo en la Región Productora de Zacatecas-Aguascalientes INIFAP-CIFAP-ZACATECAS. Campo Experimental. Los Cañones. Huanusco. Zacatecas.
16. Huerta, P. et al. 1987. Distribución Geográfica de la Mosca de la Fruta del Género *Anastrepha* en México: in; Primer Informe Anual sobre Trabajos de Investigación en Moscas de la Fruta en Mango, México, SAR-INIFAP. Veracruz (Mimeografiado) 128-146p.
17. Huerta P et al. 1987. Identificación , Distribución Geográfica y Fluctuación de la Población de las Especies de Moscas de la Fruta del Género *Anastrepha* en el Estado de Sinaloa en 1989. Informe Anual (Mimeografo) 118-127p.
18. Herrera García Francisco. 1996. Composición Iónica de las Aguas Subterráneas del Estado de Aguascalientes. Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México, 36p.
19. INIFAP-CEPAB, Autores Varios. 1998. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Publicación Especial.
20. INDIAN INSTITUTE OF HORTICULTURAL RESEARCH, 1979. Guava Cultivation Extensión Bolletín, No 20 Bangalore 560006, ICAR.
21. INIFAP., 1992. Guía para la Asistencia Técnica en el Área de Influencia del Campo Experimental los Cañones. Huanusco, Zacatecas, México. Publicación Especial No 8, 49p.
22. INEGI., 1993. Estudios Hidrológicos del Estado de Aguascalientes. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 168p.
23. IMTA-ICID-FIRCO-SAGAR.. Curso de Diseño de Sistemas de Riego a Presión (memorias)1997.
24. Le-Bourdelles, J. Et P. Estanove. La Goyave aux antilles. FRUIT 22 (9) 397-412.1967
25. Lakshminarayana, S. & M. A. Rivera. 1978. Enfermedades y Desordenes en la Producción y Mercado de la Guayaba Mexicana. Chapingo, Nueva Época, 9: 27-23p.

26. Martínez, A P., 1973. Guava Diseases. In: CTA. Statewide Guava Industry Seminario Cooperative Extensión Service and Hawaii Agricultural Experiment Station University of Hawaii. Miscellaneous Publication 111 (october) 8p.
27. Mass, E. V. & Hoffman, G. J. 1976. Crop Salt Tolerance. Evaluation of Existing data, In: Proc. International Salinity Conference. Lubbock, Texas 198p.
28. Mass, E. V. & Hoffman, G. J. 1977. Crop Salt Tolerance. Current Assessment J. Irrigation and Drainage Division ASCE 103 (IRZ): 115-134 PROCEEDING PAPER 12993.
29. Mata, B. I y Rodríguez. 1985. El Guayabo Aspecto de su Cultivo y Producción. Dpto. de Horticultura. UAAAN Saltillo, Coah.
30. Montoya, J. V. 1990. Avances sobre la Fertilización en el Cultivo de la Guayaba en Producción INIFAP. Pabellón. Aguascalientes
31. Nakasone, H. Y., 1978. La Guayaba. Curso sobre Frutales Tropicales. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
32. Nuñez, E. & Velázquez, V., 1987. Combate de Moscas de la Fruta en Mango en el Estado de Colima. México SARH-INIFAP-CIFAPCOL. Desplegable para productores. No 2
33. Ortega, E. M., 1993. Causas del Ensalitramiento y sus Efectos sobre los Suelos. Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos. México 56p.
34. Page, A. L., 1982. (ed). Methods of Soil Analysis part 2. Chemical and Microbiological.
35. Prasad E. R. B., et al. Fusarium Wilt of Guava *Psidium guajava*, L In Uttar Pradesh India NATURE 169 (4305) 753., 1952.
36. Pantastico, A. L. (ed) Methods of Soil Analysis part 2. Chemical and Microbiological. Property SSSA Wisconsin U.S.A. 1982.
37. PACD-MÉXICO-FAO. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México Comisión Nacional de Zonas Áridas. SEDESOL. 1994.
38. Peña, E. E. 1997. Manual Práctico de Fertirrigación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Coordinación de Tecnología en Riego y Drenaje.
39. Peralta H. A. R., 1995. Caracterización Agroclimática del Estado de Aguascalientes.

40. Rafael A. Z. 1995. Guía Práctica para cultivar guayaba (*Psidium guajava*, L.) Boletín Informativo.
41. Richard G. D., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil USDA Agriculture Handbook No 6 Us. Department of Agriculture Washington. D. C. 160p.
42. Ruehle. G. D., 1964. El Cultivo de la Guayaba en Florida, AGRIC TROP (Bogotá) 20: 555-564.
43. Rodríguez, S. J. Variation in Chemical Composition of Guava leaves *Psidium guajava*, L. As affected by position in the terminals J: Agric. Univ. P. R. 51: 252-259, 1967.
44. Ruehle G. D., 1968. Merece Atención el Cultivo de la Guayaba. Revista "La Hacienda" N.Y. 63(4) 43-46.
45. Rathore, D. S. And R. N. Singh. Flowering and fruting in the three cropping patterns of guava. The Indiana J. Hort, 31(4): 331-336p, 1974.
46. Rodríguez Fuentes, M. E y J. Landa Bolaños. Desinfectación química del Suelo para Semilleros de Guayabo *Psidium guajava*, L. Contra nematodos fitoparasitos. CENTRO AGRICOLA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS-CUBA 5(1) 47-53, 1977.
47. R. J. McCracken, 1981. Génesis y Clasificación de Suelos. Ed Trillas. México.
48. Reewijk, L. P. (ed) Procedures for Soil Analysis Technical paper No 9 International Soil Reference and Information Centre Wageningen the Netherlands. 1986.
49. Ruiz, C. J. A., 1991. Caracterización Fenología del Guayabo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados Montecillos, México 78p.
50. Rumayor, R. F., Felipe, S. L., y Galindo G. G. 1992. Guía para la Asistencia Técnica en el Área de influencia del campo experimental los Cañones INIFAP-CIFAP- Huanusco, Zacatecas
51. Ruiz, C. J. A., y Medina G. G., 1993 Como Pronosticar la Fenología del Guayabo en los Estados de Aguascalientes y Zacatecas INIFAP, folleto técnico No 6 Calera de V. R., Zacatecas.
52. SAGAR-ASERCA., Juan R. V., 1999. El Comercio Internacional de la Guayaba. Boletín Informativo.
53. Singh S., S. Krishnamurthi & S. L. Katyal. 1963 Fruit Culture in India I.C.A.R.; Nueva Delhi India 155-164p

54. Seghal, O. P and R. Sing. 1967. Studies on the blossom biology og gusvs. I. Flowering season, Flowering habit floral bud development an thesis and de hiscemce. Hort. Abst. 38 (3): 6605.
55. Soto. T. La Guayava Rica Fruta Tropical. Se propaga mediante sistemas distintos: semilleros, acodos etc. Revista La Hacienda N. Y. 62 (4): 36-38, 1967.
56. Shigeura. G. T. Tree Training methods and production of the tree-type guava industry *Psidium guajava*, L. PROC. TROP REG. AMER. SOC. HORT. SCI 13:216-220, 1969.
57. Shigeura. G. T., 1973. Culture and Management of guava in CTA statewide guava industry seminar. Cooperative extensión service and Hawaii agricultural experiment station University of Hawaii.
58. SARH, 1980. Agenda Agrícola Aguascalientes, Chapingo, México.
59. Singh D., T and J. L. Scrapion. Progress in guava selection in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P. R. 65(1)73-74, 1981.
60. Shigeura. G. T and R. M. Bullock, 1983. Guava in Hawaii History and Production-Research Extensión Series 635. Univ of Hawaii. 20p
61. Samuel L. Tisdale and Werner, L. Nelson. 1991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes editorial UTEHA.
62. Valadez Marín. Ensayo sobre la Fertilización del Árbol de Guayaba INIFAP-Aguascalientes Boletín Informativo.
63. Velázquez, M., 1979. Detección de la Mosca de la Fruta en la Zona Productora de Calvillo. Ags, México SARH-INIFAP-CIANOC (mimeógrafo) 16p.
64. Velázquez, V., 1987. Trampeo de Moscas de la Fruta en Huertas de Mango en el Estado de Colima México SARH-INIFAP-CIFAPCOL Desplegable para productores No3.

ANEXOS

ANEXO 1 (FIGURA)

Localización del sitio experimental

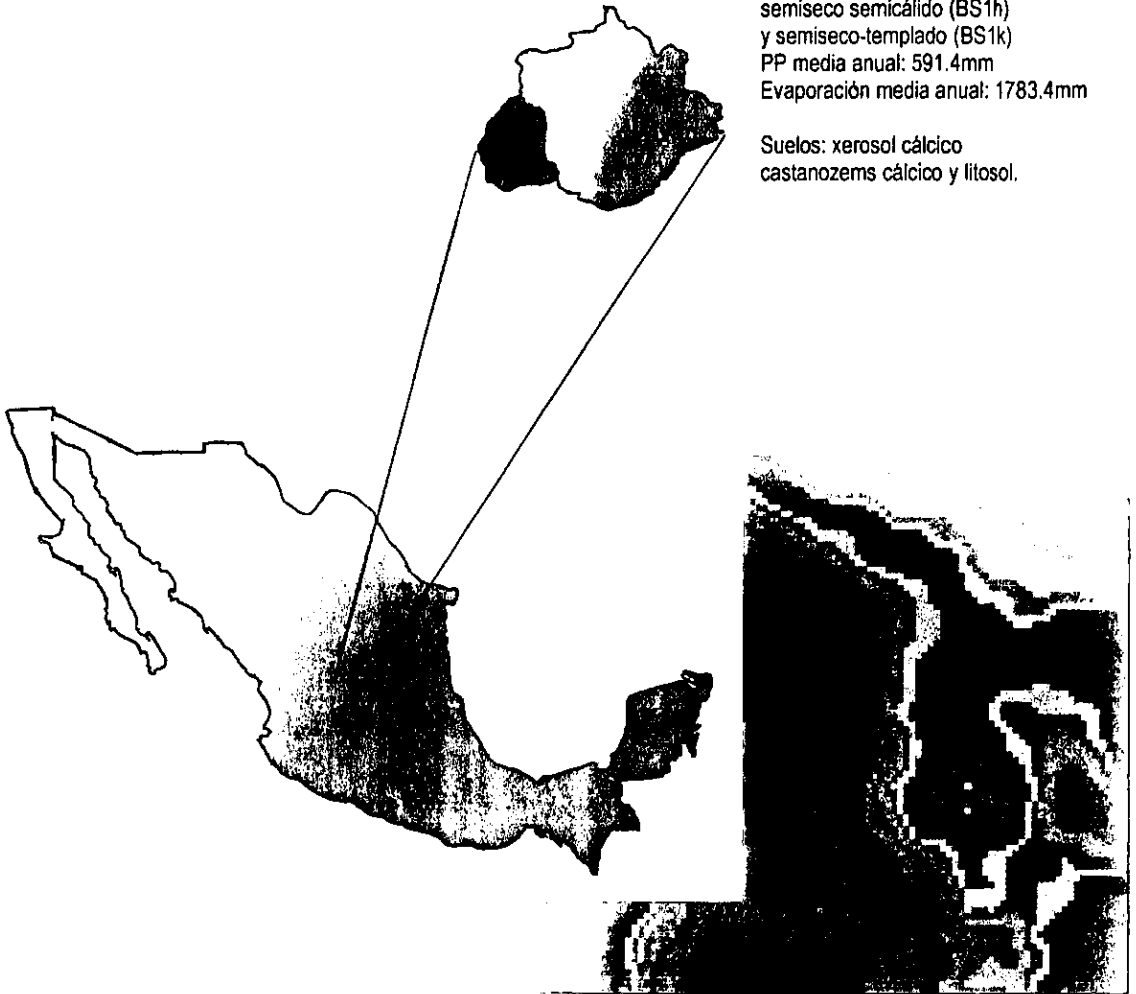
Ubicación geográfica: 22°07' y 21°43' de latitud norte y los 102°32' y 102°53' de longitud oeste

Altura nivel del mar: 1000 a 2300 msnm

Climas:

Templado Sub-húmedo con lluvias en verano (Cw),
semiseco semicálido (BS1h)
y semiseco-templado (BS1k)
PP media anual: 591.4mm
Evaporación media anual: 1783.4mm

Suelos: xerosol cálcico
castanozems cálcico y litosol.



ANEXO 2. UNIDADES CARTOGRAFICAS
DE SUELOS PARA EL MAPA MUNDIAL
DE SUELOS DE LA FAO/UNESCO/DUDAL, 1969

CLASIFICACION FAO/UNESCO/DUDAL
LISTA DE UNIDADES DE SUELOS

FLUVISOLES (Suelos depositados por el agua, con pocas modificaciones): Districo Eútrico Calcárico	CHERNOZEMS (Superficie negra, alto contenido de humus bajo vegetación de praderas). Háplico Cálico Lúvico Gléyico	RENZINAS (Suelos poco profundos sobre piedra caliza). RANKERS (Suelos delgados sobre material silíceo).	XEROSILES (Suelos desérticos): Háplico Cálico Yesoso Lúvico
REGOZOLES (Suelos delgados sobre materiales no consolidados): Districo Eútrico	FEOZEMS (Superficie oscura, más lixiviada que los castanozem y chemozem Háplico Calcárico Lúvico Gléyico	ANDOSILES (ceniza volcánica con superficies oscuras): Háplico Vitrico Gléyico	SOLONCHAKS (acumulación de sal soluble): Háplico Húmico Takirico Gléyico
ARENOSILES (Suelos formados con arena): Districo Eútrico	CAMBISOLES (Suelos de color claro, cambio de estructura o consistencia debido a la intemperización): Háplico Calcárico Eútrico Vétrico Húmico Andico	LUVISOLES (Suelos de contenido mediano a alto de bases con horizontes arcillosos): Háplico Crómico Férnico Albico Plíntico Gléyico	PLANOSILES (contacto brusco de A y B): Háplico Húmico Solódico
GLEYSILES (Horizontes moteados o reducidos, debido a la humedad): Háplico Húmico Cálico Trónico Plíntico Hístico Tundrico	VERMOSILES (Suelos desérticos): Háplico Cálico Yesoso Lúvico	PODZOLES (Horizontes aluviales de color claro y acumulaciones en el subsuelo de hierro, aluminio y humus): Humuférrico Férnico Húmico Ocríco Plálico	CASTANOZEMS (color superficial esteperica, vegetación esteperia): Háplico Cálico Lúvico ACRISOLES (suelos suamente intemperizados con horizontes arcillosos): Háplico Plíntico Húmico Gléyico
VERTISOLES (Suelos inversores y autocarbonados, ricos en arcilla montmorillonita).	HISTOSILES (Suelos orgánicos): Districo Eútrico		FERRALSILES (bajo CEC de arcilla en horizontes arcillosos): Districo Eútrico
			NITOSILES (bajo CEC de arcilla en horizontes arcillosos): Districo Eútrico

ANEXO. 3 .PROCESOS DE FORMACION DE SUELOS COMPLEJOS EN SUBPROCESOS Y REACCIONES.

TERMINO	CLASIFICACION CUADRUPLE*	BREVE DEFINICION
1a Eluviación	3	Movimiento de materiales de salida de una porción del suelo, como en los horizontes álbicos.
1b Iluviación	3	Entrada de materiales a una porción del perfil de suelos como en un horizonte espódico o arcilloso
2a Lixiviación	2	Término general para el deslave o la eluviación de materiales solubles del solum
2b Enriquecimiento	1	Término general para la adición de materiales a un suelo.
3a Erosión superficial	2	Retiro de materiales de las, capas superficiales del suelo
3b Acumulación	1	Adiciones eólicas e hidrológicas de partículas minerales a la superficie del solum del suelo
4a Decalcificación	3	Reacciones que retiran carbonato de calcio de uno o más horizontes del suelo.
4b Calcificación	3	Procesos de incluyen la acumulación de carbonato de calcio en el Cca y quizá, en otros horizontes de un suelo.
5a Salinización	3	La acumulación de sales solubles, tales como sulfatos y cloruros de calcio, magnesio, sodio y potasio en horizontes salinos.
5b Desalinización	3	El retiro de sales solubles de los horizontes salinos de los suelos.
6a Alcalinización	3	La acumulación de iones de sodio en los sitios de intercambio de un suelo
6b Desalcalinización	3	La lixiviación de sales e iones de sodio de los horizontes sódicos.
7a Lavado	3	La migración mecánica de pequeñas partículas minerales del horizonte A al B de un suelo, produciendo en los horizontes B un enriquecimiento relativo de arcilla (horizonte arcilloso)
7b Transtornos edafológicos	3	Mezclas y recitajes biológicos, físicos (congelación-deshielo y ciclo seco húmedo) de los materiales del solum, homogenizándolo en grados diversos
8a Podzolización	3,4	La migración química de aluminio, hierro o materias orgánicas, que da como resultado la concentración de silicio en la capas eluviadas.
8b Laterización	3,4	La migración química del silicio fuera del solum del suelo y la concentración en él de sesquióxidos (geotita, gibsita, etc), como en los horizontes oxidicos, con o sin la formación de concreciones o piedras de hierro (laterita; plintita endurecida).

9a Descomposición	4	La disociación de minerales y materias orgánicas La formación de nuevas partículas de minerales y especies orgánicas.
9b Síntesis	4	
10a Melanización	1,3	El oscurecimiento de los materiales iniciales y no consolidados, de color pálido, mediante la mezcla de materias orgánicas (como en los horizontes mólicos, ambrícos o aluminicos oscuros).
10b Leucinización	3	El empalidecimiento de los horizontes de suelos mediante la desaparición de materias orgánicas oscuras, ya sea mediante su transformación a otras de color pálido o la eliminación de los horizontes.
11a Camadas	1	La acumulación en la superficie del suelo mineral de desechos orgánicos y humus asociados, hasta una profundidad de menos de 30 cm.
11b Formación de humus	4	La transformación de las materias orgánicas crudas en humus
11c Paludización	4	Procesos que algunos especialistas consideran geogénicos y no edafogénicos, incluyendo la acumulación de depósitos profundos (más de 30 cm) de materia orgánica como en los estercoleros y las turbas (histoles)
11d Maduración	4	Cambios químicos, biológicos y físicos en los suelos orgánicos, después de que el aire penetra en los depósitos orgánicos, actividades microbianas
11e Mineralización	4	La liberación de óxidos mediante la descomposición de materia orgánicas.
12a Marronización Rubifacción Ferroginación	3,4	Liberación de hierro de los minerales primarios y la dispersión de partículas de óxido de hierro en cantidades crecientes; su hidratación u oxidación progresiva, dándole a la masa del suelo una coloración café, castaño rojiza o roja, respectivamente.
12b Gleización	3,4	La reducción del hierro en condiciones de suelos inundados de agua y anaeróbicos, con la producción de colores matriciales verdosos grisáceos hasta azulados, con o sin café amarillentos y molas cafes y negras y concreciones férricas o manganíferas.

*La cuatro categorías (vease el texto) son: a) adiciones al cuerpo de un suelo; b) pérdidas del cuerpo de un suelo; c) traslocación dentro del cuerpo y d) transformación de materiales

ANEXO. 4.

CONTENIDOS NUTRIMENTALES EN DIFERENTES CULTIVOS (VALORES PROMEDIO)

CULTIVO ORGANO	%				(ppm)					
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
TRIGO (HOJAS)	2.1	0.05	2.7	0.8	0.1	100	11	25	66	73
AGUACATE (HOJAS)	1.6	0.07	0.8	0.18	0.2	120	18		95	
MANZANA (HOJAS)	1.9	0.25	1.2	1.5	0.2	300		34	170	10
GUAYABA (HOJAS)	0.8	0.1	0.4	0.2	0.6	90	8	20	105	120
ARROZ PARTE AEREA	1.2	0.15	0.8	0.9	-	150	14	45	135	
AVENA (HOJAS)	3	0.42	3.5	0.92	0.21	74	7	30	130	6
SORGO (HOJAS)	1.8	0.48	2.4	0.5	0.15	100		40	250	
NARANJA (HOJAS)	2.1	0.07	2.3	1.3	0.19	112	20	15	86	
SOYA PARTE AEREA	3.2	0.22	1.4	3	0.78	62	-	-	54	
FRIJOL PARTE AEREA	2.2	0.05	2.14	0.12	0.02	180	17	36	130	10
MAIZ (HOJAS)	1.7	0.09	2.2	0.47	0.07	1.6	14	42	114	150

A N E X O 5.

Recomendaciones generales.

Una vez realizado el muestreo, se ponen el tejido de las plantas en bolsas de papel bien ventiladas y se transportan al laboratorio tan pronto como sea posible. En el laboratorio se cambian las muestras a bolsas de polietileno y se mantienen en refrigeración, hasta el momento de lavarlas (en caso necesario) sacarlas una a una. La descontaminación se puede hacer con una solución de detergente al 0.1% y después se enjuaga con agua destilada.

Luego que las muestras han sido lavadas, se deja escurrir el exceso de agua, se pasan a bolsas de papel y se introducen en una estufa con circulación forzada de aire a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Una vez secas se muelen hasta que pasen un tamiz de 20-40 mallas de ser posible en un molino o mortero de ágata. Las muestras finamente molidas se transfieren a un frasco limpio y se secan de nuevo a 65°C por 24 horas, para eliminar la humedad adquirida en la molienda. A partir de este material se puede pesar para el análisis o sellar la botella y conservar en refrigeración.

**ANEXO. 6. PRUEBAS RAPIDAS MAS COMUNES Y
SUS CARACTERISTICAS PARA ALGUNOS
NUTRIMENTOS**

NUTRIMENTO	REACTIVOS UTILIZADOS	PREPARACION DEL TEJIDO	COLOR DESARROLLADO
Nitrógeno	A Difenilamina Ac sulfúrico	Picar finamente con las tijeras o macerar	A = Azul B = Rojo
Fósforo	Molibdeno de amonio en Ac sulfúrico y bisulfito de sodio en Ac 1-amonio-2 haftol-4 sulfúrico	Extraer con solución de Morgan	A = Azul
Potasio	Cobaltnitrito de sodio y Formaldehído 10% en alcohol isopropílico	Extraer con solución de Morgan	Precipitado Blanco-Amarillo
Calcio	Oxalato de sodio 10%	Extraer con solución de Morgan	Precipitado Blanco
Magnesio	Triazol amarillo en agua y hidrocioruro de hidroxilamina en agua	Extraer con solución de Morgan	B = Rojo

Información adicional acerca de las pruebas rápidas del Cuadro 13., se puede encontrar en Alcántar et al. (1991), Miles (1937), Morgan (1870).

ANEXO 7.

Digestión húmeda.

De forma general, el procedimiento de digestión húmeda utiliza diferentes combinaciones de H_2SO_4 , HNO_3 Y $HClO_4$, aunque ocasionalmente algunos de estos componentes son substituidos por otros agentes.

Procedimiento.

Aunque, son muchas las alternativas para digerir el material vegetal vía húmeda, a continuación se describe una de las más ampliamente utilizadas.

Pesar 0.50 g del material vegetal seco, en un matraz de digestión de 30 ml, adicionar 10 ml de HNO_3 concentrado y dejar reposar. El tiempo de preoxidación puede variar de 30 minutos a toda la noche. A continuación agregar 2 ml de H_2SO_4 y de $HClO_4$ (ambos concentrados) y poner a digerir en la plancha caliente, primero a baja temperatura para lograr una oxidación completa en presencia del HNO_3 y luego aumentar el calor de forma progresiva, teniendo cuidado que las muestras no se sequen totalmente. La digestión se considera completa, cuando el líquido presenta un color totalmente claro y un volumen aproximado entre 1.5 y 3.0 ml

Enfriar y transferir digestados a matraces volumétricos de 25 ml, llevando a la marca con agua destilada, mezclar y filtrar con papel de poro cerrado sin cenizas (Whatman No 40). De la solución filtrada se puede partir para el análisis de P, K, Ca, Mg, Na y si se utilizan ácidos redestilados y agua de alta pureza, también se pueden analizar Fe, Mn, Cu y Zn. El Si deberá determinarse por separado, ya que es muy difícil recuperarlo totalmente. En esta digestión tampoco se puede analizar N, S y Cl.

Digestión seca.

Este procedimiento es recomendable para determinar Si, Ca, Mg, Na y K. Además es posible analizar P, Cl y cuando se adiciona una sustancia básica, aunque se debe tener en cuenta que algunos elementos, principalmente los micro, quedan atrapados en los residuos del Si después de la incineración.

Procedimiento

Igual que en caso de la digestión húmeda, también son muchas las alternativas para la incineración seca de las muestras. A continuación se describe solo uno de los procedimientos más utilizados.

En un crisol de porcelana limpio, pesar 1.0 g de material vegetal seco e incinerar durante toda la noche (10-15 horas) a $500^\circ C$, aumentando la temperatura gradualmente a partir de $200^\circ C$. Sacar las muestras de la mufla y enfriar en una estufa a $100^\circ C$ y luego en un desecador, adicionar 5 ml de HCl 6 N y evaporar a sequedad en una plancha caliente a baja temperatura, repitiendo este paso una vez más. Disolver el residuo en HCl 0.1N, diluir a 25 ml y filtrar.

Es importante mencionar que el método de digestión que se seleccionó dependerá de las facilidades con que se desee adoptar alguno de los procedimientos descritos. será necesario llevar a cabo las pruebas preliminares pertinentes para calibrar la metodología.

ANEXO 8.

Composición Iónica del Agua Subterránea del Valle de Calvillo

(MAYO 1996)

MUESTRA	PH	CE	RSE	RSC	Na	K	Ca	Mg	CATION TOTAL	CO3	HCO3	Cl	SO4	ANIONES TOTALES	g/l-1
1	7.4	0.39	272	196	1.4000	0.1900	1.7300	0.4600	3.7700	0.0000	3.2700	0.5000	4.0400	3.8100	0.0299
1	7.4	0.39	272	196	0.0322	0.0074	0.0347	0.0056	0.0798	0.0000	0.1865	0.0177	0.0019	0.2192	0.0299
2	7.4	0.39	324	232	1.5000	0.2100	1.7800	0.3600	3.8400	0.0000	3.3600	0.3600	0.0400	3.7800	0.3029
2	7.4	0.39	324	232	0.0345	0.0082	0.0367	0.0044	0.0828	0.0000	0.2044	0.0138	0.0019	0.2201	0.3029
3	7.4	0.44	340	180	1.3000	0.2200	2.5400	0.7100	4.7700	0.0000	3.8100	0.3600	0.0500	4.2500	0.3467
3	7.4	0.44	340	180	0.0248	0.0086	0.0509	0.0086	0.0980	0.0000	0.2325	0.0138	0.0024	0.2487	0.3467
4	7.4	0.45	328	236	1.3000	0.2200	2.5400	0.8100	4.6700	0.0000	3.8100	0.4400	0.0500	4.3100	0.3473
4	7.4	0.45	328	236	0.0268	0.0086	0.0509	0.0074	0.0968	0.0000	0.2325	0.0156	0.0024	0.2505	0.0347
5	7.3	0.35	284	184	0.5000	0.2200	2.7400	0.4100	3.8700	0.0000	3.0400	0.5000	0.1200	3.6600	0.2890
5	7.3	0.35	284	184	0.0115	0.0086	0.0549	0.0150	0.0800	0.0000	0.1855	0.0177	0.0058	0.2050	0.2890
6	7.4	0.35	300	196	0.5000	0.2200	2.7900	0.3600	3.8700	0.0000	3.0400	0.4400	0.1000	3.5800	0.2863
6	7.4	0.35	300	196	0.0115	0.0086	0.0554	0.0044	0.0804	0.0000	0.1855	0.0156	0.0048	0.2059	0.2863
7	7.5	0.55	420	240	2.2000	0.1800	2.4400	1.0700	5.8900	0.0000	4.8300	0.6700	0.1200	5.6100	0.4438
7	7.5	0.55	420	240	0.0506	0.0070	0.0489	0.0130	0.1196	0.0000	0.1947	0.0238	0.0058	0.3242	0.4438
8	7.3	0.55	380	188	2.2000	0.1800	2.5400	0.8600	5.7800	0.0000	4.8900	0.6100	0.0900	5.5900	0.4396
8	7.3	0.55	380	188	0.0506	0.0070	0.0504	0.0105	0.1190	0.0000	0.2946	0.0216	0.0043	0.3206	0.4396

APENDICE . 9. VALORES DE RAS Y RAS AJUSTADO

MUESTRA	CE	Na/Ca	RAS	GRADO RESTRICION	RAS (Ca)	RAS (Mg)	HCO3/Ca	Ca°	RAS°
1	0.3900	0.8100	1.3300	LM	1.5000	2.9100	1.8900	1.1900	1.5400
1	0.3900	0.8400	1.4500	LM	1.5900	3.5300	1.8800	1.1900	1.7000
2	0.4400	0.8400	1.0100	LM	1.1500	2.1800	1.5000	1.4900	1.2300
2	0.4500	0.5100	1.0300	LM	1.1500	2.3500	1.5000	1.4900	1.2600
3	0.3500	0.5100	0.3900	LM	0.4200	1.1000	1.1000	1.8900	0.4600
3	0.3500	0.1800	0.3900	LM	0.4200	1.1700	1.0800	1.8900	0.4700
4	0.5500	0.9000	1.6600	LM	1.8900	3.0000	1.9700	1.2300	2.1500
4	0.5500	0.8600	1.6800	LM	1.8500	3.3500	1.9000	1.2300	2.1500

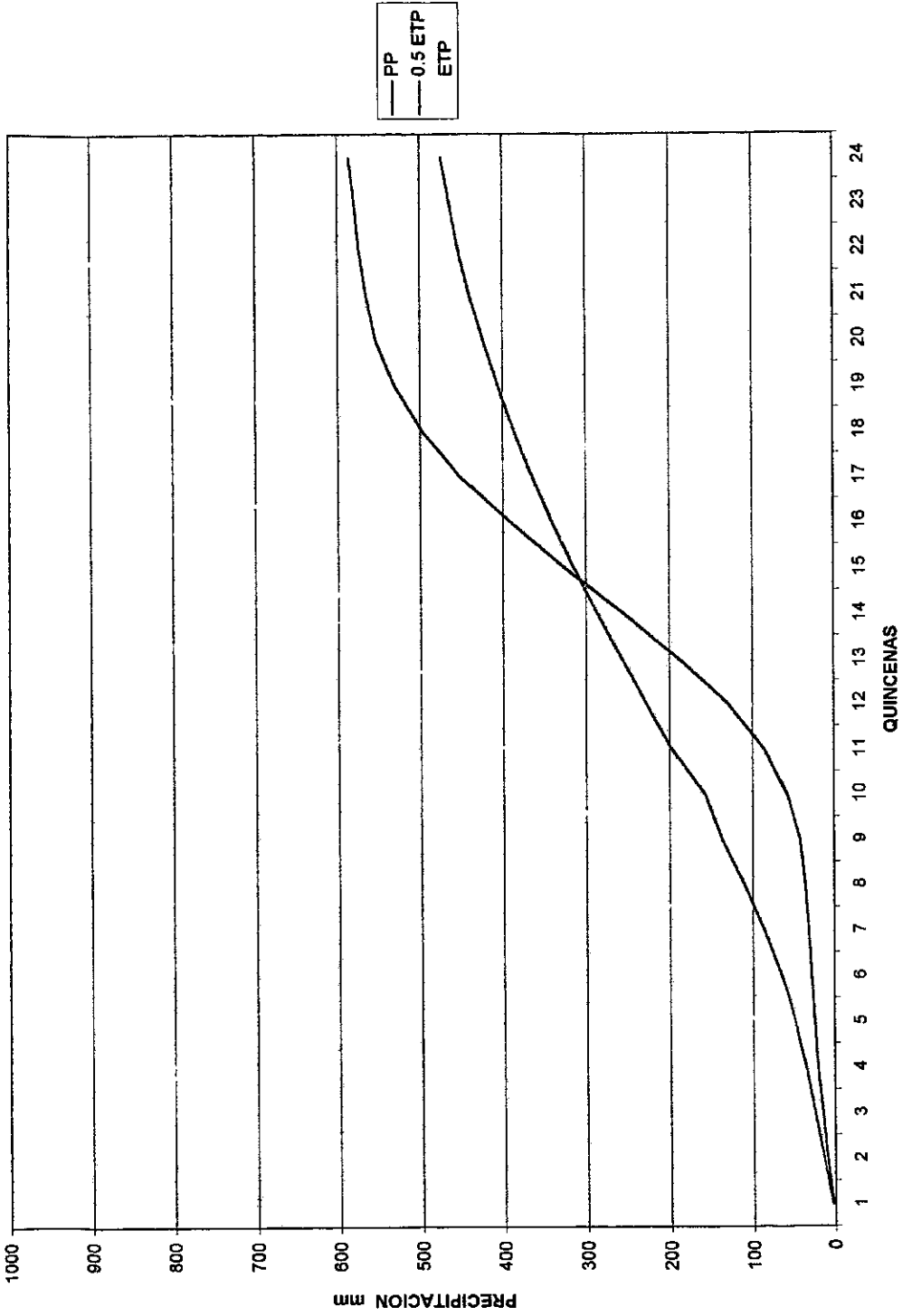
ANEXO 10. Valores de Carbonato de Sodio Residual y Peligro de Magnesio

MUESTRA	CSR	PM
1	1.0800	21.0100
2	1.2100	16.8200
3	0.5600	21.8500
4	0.6600	19.3700
5	-0.1100	13.0200
6	-0.1100	11.4300
7	1.3200	30.4800
8	1.4300	25.2900

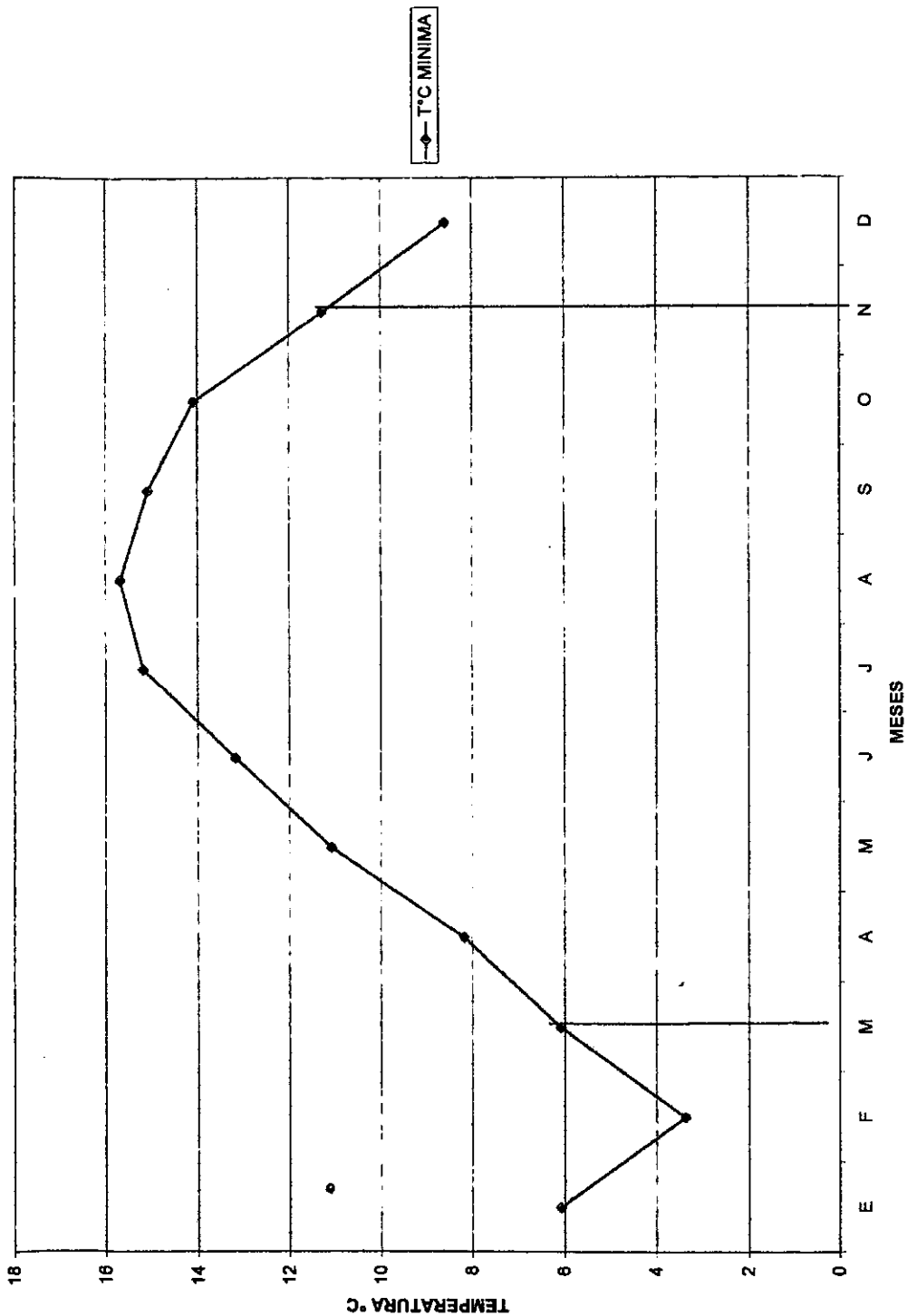
MARCHA DE LAS TEMPERATURAS



PERIODO DE CRECIMIENTO INTERMEDIO



PERIODO LIBRE DE HELADAS CALVILLO, AGS



RENDIMIENTOS DEL GUAYABO HUERTA "LOS HALCONES", JALPA, ZAC.



**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Tubo grueso
Tipo de riego: microaspersión
Profundidad de muestreo: 0.30

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 69 Arcilla: 26 Limo: 5 (%)	pH (1:2 agua) 7.7 Moderadamente alcalino
Tipo: Franco Arenoso Arcilloso	pH (1:2 CaCl ₂): 6.9 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 36% Mediano	Carbonatos: 2.9 Moderado
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Determinación	Resultados	Fertilidad	
		Grado (determinación)	Unidades
M.O	2.8	Moderadamente alto	%
N-NO ₃	10.2	Mediano	ppm
P	51.0	Alto	ppm
K	804.0	Moderadamente alto	ppm
Ca	3082.0	Mediano	ppm
Mg	302.0	Mediano	ppm
Na	176.0	Moderadamente bajo	ppm
Fe	11.1	Mediano	ppm
Zn	27.9	Muy alto	ppm
Mn	9.3	Moderadamente bajo	ppm
Cu	3.5	Alto	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.7	Bajo	Libre	Libre
pHo	7.6	Libre	Libre	Libre
RAS	1.4	Libre	Libre	Libre
PSI	0.8	Libre	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	2.8	Bajo	Libre	Libre
Mg ⁺⁺	1.1	Bajo	Libre	Libre
Na ⁺	2	Bajo	Libre	Libre
K ⁺	1.2	Bajo	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO ₃	0.0	Bajo	Libre	Libre
HCO ₃	2.5	Bajo	Libre	Libre
Cl	0.6	Bajo	Libre	Libre
SO ₄	3.9	Bajo	Libre	Libre
NO ₃	0.0	Bajo	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	9.9	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	12.1	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	74.2	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	3.7	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo 20.8

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Aguacate
Tipo de riego: microaspersión
Profundidad de muestreo: 0.30

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 66 Arcilla: 28 Limo: 6 (%)	pH (1:2 agua) 7.5 Moderadamente alcalino
Tipo: Franco Arenoso Arcilloso	pH (1:2 CaCl): 6.7 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 36% Mediano	Carbonatos: 0.4 Bajo
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Determinación	Resultados	Fertilidad	
		Grado de determinación	Unidades
M.O	2.2	Mediano	%
N-NO3	8.8	Moderadamente bajo	ppm
P	47.7	Moderadamente alto	ppm
K	882.0	Moderadamente alto	ppm
Ca	2099.0	Mediano	ppm
Mg	330.0	Mediano	ppm
Na	176.0	Moderadamente bajo	ppm
Fe	11.6	Mediano	ppm
Zn	24.5	Muy alto	ppm
Mn	10.9	Mediano	ppm
Cu	5.3	Muy alto	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.7	Bajo	Libre	Libre
pHo	7.4	Libre	Libre	Libre
RAS	2.1	Excesivo	Libre	Libre
PSI	1.8	Muy alto	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	2.2	Bajo	Libre	Libre
Mg ⁺⁺	0.9	Bajo	Libre	Libre
Na ⁺	2.6	Bajo	Libre	Libre
K ⁺	1.0	Bajo	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO3	0.0	Bajo	Libre	Libre
HCO3	2.0	Bajo	Libre	Libre
Cl	0.8	Bajo	Libre	Libre
SO4	3.8	Bajo	Libre	Libre
NO3	0.0	Bajo	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	13.9	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	16.9	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	64.5	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	4.7	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo 16.3

ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO EXPERIMENTAL

Predio: Aguacate
 Tipo de riego: microaspersión
 Profundidad de muestreo: 30-60

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 58 Arcilla: 36 Limo: 6 (%)	pH (1:2 agua) 7.8 Moderadamente alcalino
Tipo: Franco Arenoso Arcilloso	pH (1:2 CaCl ₂): 6.8 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 35% Mediano	Carbonatos: 1.2 Bajo
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	0.7	Muy Bajo	%
N-NO	1.1	Muy Bajo	ppm
P	22.9	Mediado	ppm
K	1068.0	Moderadamente alto	ppm
Ca	2091.0	Mediano	ppm
Mg	339.0	Mediano	ppm
Na	323.0	Mediano	ppm
Fe	7.7	Moderadamente Bajo	ppm
Zn	5.0	Alto	ppm
Mn	11.1	Mediano	ppm
Cu	0.6	Moderadamente Bajo	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.6	Bajo	Bajo	Bajo
pHo	7.7	Bajo	Bajo	Bajo
RAS	3.4	Bajo	Bajo	Bajo
PSI	3.6	Bajo	Bajo	Bajo
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	1.1	Bajo	Bajo	Bajo
Mg ⁺⁺	0.8	Bajo	Bajo	Bajo
Na ⁺	3.3	Bajo	Bajo	Bajo
K ⁺	0.6	Bajo	Bajo	Bajo
Aniones (meq/l)				
CO ₃	0.0	Bajo	Bajo	Bajo
HCO ₃	1.5	Bajo	Bajo	Bajo
Cl	1.2	Bajo	Bajo	Bajo
SO ₄	3.2	Bajo	Bajo	Bajo
NO ₃	0.0	Bajo	Bajo	Bajo

Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total (Base Saturación)

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	15.7	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	16.2	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	60	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	8.1	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Alambre
Tipo de riego: microaspersión
Profundidad de muestreo: 0-30

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 54 Arcilla: 36 Limo: 10 (%)	pH (1:2 agua) 7.4 Cercar Moderadamente alcalino
Tipo: Arcilloso Arenoso	pH (1:2 CaCl): 6.8 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 49% Mod. Alto	Carbonatos: 1.9 Bajo
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	3.4	Moderadamente alto	%
N-NO	9.0	Moderadamente bajo	ppm
P	74.0	Muy alto	ppm
K	1833.0	Muy alto	ppm
Ca	4268.0	Mediano	ppm
Mg	433.0	Mediano	ppm
Na	343.0	Mediano	ppm
Fe	8.5	Moderadamente bajo	ppm
Zn	13.3	Muy alto	ppm
Mn	13.9	Mediano	ppm
Cu	2.8	Alto	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	1.7	Moderado	Libre	Libre
pHo	7.2	Moderado	Libre	Libre
RAS	1.6	Moderado	Libre	Libre
PSI	1.1	Moderado	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	7.9	Moderado	Libre	Libre
Mg ⁺⁺	2.5	Moderado	Libre	Libre
Na ⁺	3.7	Moderado	Libre	Libre
K ⁺	2.9	Moderado	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO ₃	0.0	Moderado	Libre	Libre
HCO ₃	2.0	Moderado	Libre	Libre
Cl	1.5	Moderado	Libre	Libre
SO ₄	13.5	Moderado	Libre	Libre
NO ₃	0.0	Moderado	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	15.1	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	11.6	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	68.5	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	4.8	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Alambre
Tipo de riego: microaspersión
Profundidad de muestreo: 30-60

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 50 Arcilla: 30 Limo: 20 (%)	pH (1:2 agua) 8.5 Alcalino
Tipo: Franco Arenoso Arcilloso	pH (1:2 CaCl): 7.4 Moderadamente Alcalino
Punto de Saturación: 34.5% Mediano	Carbonatos: 4.8 Moderadamente Alto
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	0.9	Bajo	%
N-NO	2.5	Bajo	ppm
P	15.9	Moderadamente bajo	ppm
K	2607.0	Muy alto	ppm
Ca	5191.0	Moderadamente alto	ppm
Mg	348.0	Mediano	ppm
Na	510.0	Moderadamente alto	ppm
Fe	7.5	Moderadamente bajo	ppm
Zn	3.2	Moderadamente alto	ppm
Mn	5.7	Moderadamente bajo	ppm
Cu	0.5	Moderadamente bajo	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.6	Bajo	Libre	Libre
pHo	8.3	Bajo	Libre	Libre
RAS	2.3	Bajo	Libre	Libre
PSI	2.1	Bajo	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	1.7	Bajo	Libre	Libre
Mg ⁺⁺	0.8	Bajo	Libre	Libre
Na ⁺	2.6	Bajo	Libre	Libre
K ⁺	1.0	Bajo	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO ₃	0.2	Bajo	Libre	Libre
HCO ₃	2.0	Bajo	Libre	Libre
Cl	1.2	Bajo	Libre	Libre
SO ₄	2.7	Bajo	Libre	Libre
NO ₃	0.0	Bajo	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	17.7	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	7.7	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	68.7	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	5.9	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: El Alto
 Tipo de riego: microaspersión
 Profundidad de muestreo: 0-30

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 45 Arcilla: 40 Limo: 15 (%)	pH (1:2 agua) 7.7 † Moderadamente Alcalino
Tipo: Arcilla	pH (1:2 CaCl): 6.8 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 45.0% Mod. Alto	Carbonatos: 2.4 Moderado
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Ca: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	3.5	Alto	%
N-NO	5.8	Moderadamente bajo	ppm
P	17.6	Moderadamente bajo	ppm
K	3117.0	Muy alto	ppm
Ca	5118.0	Moderadamante alto	ppm
Mg	404.0	Mediano	ppm
Na	607.0	Moderadamente alto	ppm
Fe	3.9	Bajo	ppm
Zn	25.7	Muy alto	ppm
Mn	9.6	Moderadamente bajo	ppm
Cu	1	Mediano	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.4	Libre	Libre	Libre
pHo	7.5	Libre	Libre	Libre
RAS	1.1	Libre	Libre	Libre
PSI	0.4	Libre	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	1.7	Libre	Libre	Libre
Mg ⁺⁺	0.9	Libre	Libre	Libre
Na ⁺	1.3	Libre	Libre	Libre
K ⁺	0.5	Libre	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO3	0.0	Libre	Libre	Libre
HCO3	2.2	Libre	Libre	Libre
Cl	0.7	Libre	Libre	Libre
SO4	1.4	Libre	Libre	Libre
NO3	0.0	Libre	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Tótal
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	20	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	8.4	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	64.9	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	6.6	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: El Alto

Tipo de riego: microaspersión

Profundidad de muestreo: 30-60

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 39 Arcilla: 42 Limo: 19 (%)	pH (1:2 agua) 8.1 Moderadamente Alcalino
Tipo: Arcilla	pH (1:2 CaCl): 7.3 Moderadamente Alcalino
Punto de Saturación: 45.0% Mod. Alto	Carbonatos: 3.4 Moderado
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	2.2	Moderadamente bajo	%
N-NO	7.3	Moderadamente bajo	ppm
P	21.6	Mediano	ppm
K	4421.0	Muy alto	ppm
Ca	6922.0	Moderadamante alto	ppm
Mg	521.0	Mediano	ppm
Na	784.0	Moderadamente alto	ppm
Fe	4.4	Bajo	ppm
Zn	17.6	Muy alto	ppm
Mn	5.6	Moderadamente bajo	ppm
Cu	0.5	Moderadamente bajo	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	0.4	Libre	Libre	Libre
pHo	7.9	Libre	Libre	Libre
RAS	0.9	Libre	Libre	Libre
PSI	0.1	Libre	Libre	Libre
Cationes (meq/l)				
Ca++	1.8	Libre	Libre	Libre
Mg++	1.1	Libre	Libre	Libre
Na+	1.1	Libre	Libre	Libre
K+	0.5	Libre	Libre	Libre
Aniones (meq/l)				
CO3	0.0	Libre	Libre	Libre
HCO3	2.5	Libre	Libre	Libre
Cl	0.7	Libre	Libre	Libre
SO4	1.2	Libre	Libre	Libre
NO3	0.0	Libre	Libre	Libre

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Tótal
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	21.1	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	8.1	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	64.4	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	6.4	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Guarda Ganado
 Tipo de riego: microaspersión
 Profundidad de muestreo: 0-30

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 35 Arcilla: 50 Limo: 15 (%)	pH (1:2 agua): 7.2 Cercano a la Neutralidad
Tipo: Arcilla	pH (1:2 CaCl): 6.8 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 69.0% Mod. Alto	Carbonatos: 3.5 Moderado
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	3.9	Muy alto	%
N-NO	9.3	Moderadamente bajo	ppm
P	60.0	Alto	ppm
K	5999.0	Muy alto	ppm
Ca	7531.0	Moderadamante alto	ppm
Mg	322.0	Mediano	ppm
Na	1284.0	Alto	ppm
Fe	8.5	Moderadamente bajo	ppm
Zn	36.3	Muy alto	ppm
Mn	21.9	Moderadamente Alto	ppm
Cu	0.7	Mediano	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	2.0	Moderado	Libre	N.D.
pHo	7.0	Moderado	Libre	N.D.
RAS	0.4	Moderado	Libre	N.D.
PSI	0.0	Moderado	Libre	N.D.
Cationes (meq/l)				
Ca ⁺⁺	13.2	Moderado	Libre	N.D.
Mg ⁺⁺	2.5	Moderado	Libre	N.D.
Na ⁺	1.1	Moderado	Libre	N.D.
K ⁺	1.6	Moderado	Libre	N.D.
Aniones (meq/l)				
CO ₃	0.0	Moderado	Libre	N.D.
HCO ₃	2.5	Moderado	Libre	N.D.
Cl	0.9	Moderado	Libre	N.D.
SO ₄	15.3	Moderado	Libre	N.D.
NO ₃	0.0	Moderado	Libre	N.D.

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	21.1	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	4.4	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	61.4	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	9.1	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D

**ANEXO. 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL SUELO DEL SITIO
EXPERIMENTAL**

Predio: Guarda Ganado
 Tipo de riego: microaspersión
 Profundidad de muestreo: 30-60

Características Físicas del Suelo	Reacción del Suelo
Textura: Arena: 33 Arcilla: 54 Limo: 13 (%)	pH (1:2 agua): 7.0 Cercano a la Neutralidad
Tipo: Arcilla	pH (1:2 CaCl): 6.6 Cercano a la Neutralidad
Punto de Saturación: 68.5.0% Mod. Alto	Carbonatos: 3.9 Moderado
Conductividad Hidráulica: ND cm/hr	Requerimientos de Cal: ND ton/ha
Consistencia: Suelto	Requerimientos de Yeso: ND ton/ha

Fertilidad			
Determinación	Resultados	Grado de determinación	Unidades
M.O	5.2	Muy alto	%
N-NO	15.2	Mediano	ppm
P	72.0	Muy alto	ppm
K	5764.0	Muy alto	ppm
Ca	7515.0	Moderadamante alto	ppm
Mg	328.0	Mediano	ppm
Na	1176.0	Alto	ppm
Fe	11.9	Mediano	ppm
Zn	40.9	Muy alto	ppm
Mn	20.1	Moderadamente Alto	ppm
Cu	0.7	Mediano	ppm

Extracto de Saturación (Salinidad-Sodicidad)				
Determinación	Resultado	Grado de Sales	Grado RAS	Grado PSI
CEo ds/mt	2.0	Moderado	Libre	N.D.
pHo	6.8	Moderado	Libre	N.D.
RAS	0.4	Moderado	Libre	N.D.
PSI	0	Moderado	Libre	N.D.
Cationes (meq/l)				
Ca++	14.6	Moderado	Libre	N.D.
Mg++	2.6	Moderado	Libre	N.D.
Na+	1.5	Moderado	Libre	N.D.
K+	1.8	Moderado	Libre	N.D.
Aniones (meq/l)				
CO3	0.0	Moderado	Libre	N.D.
HCO3	3.2	Moderado	Libre	N.D.
Cl	0.9	Moderado	Libre	N.D.
SO4	16.2	Moderado	Libre	N.D.
NO3	0.0	Moderado	Libre	N.D.

**Porcentaje Actual y Sugerido de Capacidad de Intercambio Catiónico Total
(Base Saturación)**

Determinación	Resultado	Descripción
H	ND	Actual
H	0.5	Sugerido
K	24.5	Actual

K	4.5-7	Sugerido
Mg	4.5	Actual
Mg	15-20	Sugerido
Ca	62.4	Actual
Ca	65-75	Sugerido
Na	8.5	Actual
Na	0-5	Sugerido

Capacidad de intercambio Catiónico (meq/100 g) CIC del suelo N.D
