

33
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
DE QUIMICA

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL CULTIVO DE MANGO EN LA REPUBLICA MEXICANA

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

Que para obtener el Titulo de:

Q U I M I C A

P r e s e n t a:

MARIA EDITH NAVA MENDEZ



México, D. F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

Jurado:

Presidente

Vocal

Secretario

1er. Suplente

2do. Suplente

Prof.: ELVIA PILAR MARTINEZ IZAGUIRRE

Prof.: ADRIAN JAVIER MANRIQUEZ GONZALEZ

Prof.: SELMA SONIA SOSA SEVILLA

Prof.: BENJAMIN RUIZ LOYOLA

Prof.: EDUARDO MARAMBIO DENNETT

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, varias bibliotecas

Asesor:



Q. Elvia Pilar Martínez Izaguirre.

Sustentante:



Ma. Edith Nava Méndez.

A MI FAMILIA:

Quienes con su afecto, paciencia y confianza, han contribuido a lograr mis metas.

Para aquellas personas de los diferentes organismos, que me proporcionaron información y asesoría

AL CREADOR:

Por darme la existencia y permitirme gozar de todas sus maravillas.

A MI ASESORA ELVIA: *Por sus valiosas sugerencias y consejos. Y sobre todo la paciencia y confianza que depositó para la realización de este trabajo.*

A MI PROFESORA YOLANDA FRIAS: *Que me alentó a continuar en la ruta trazada, colaborando para el alcance de mis objetivos. Reciba usted mi más vivo y pleno agradecimiento.*

INDICE

INTRODUCCION	1
GENERALIDADES	2
Concepto de Suelo	2
NUTRIENTES	6
REACCION DEL SUELO	9
COMPOSICION MECANICA DEL SUELO	14
COLOR DEL SUELO	17
MATERIA ORGANICA DEL SUELO	19
MANGO	21
PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SUELO	19
REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS DEL MANGO	33
ANALISIS DE SUELOS	41
Muestreo	41
Color, Humedad, pH y Resistencia en pasta	45
Análisis Mecánico	49
Materia orgánica	52
Determinación de Nitrógeno	54
Determinación de Fósforo	58
Determinación de la Capacidad de intercambio catiónico	62
Determinación de Calcio intercambiable	64
Determinación de Magnesio intercambiable	65
Determinación de Potasio intercambiable	66
Determinación de Sodio intercambiable	66
Sales Solubles	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFIA	78

INTRODUCCION

En toda actividad agrícola lo importante es el suelo y éste debe tener las características óptimas para el desarrollo de determinado cultivo. Para esto, se deben plantear soluciones, encontrar nuevos caminos y corregir tendencias del desarrollo agroindustrial, lo que implica como tarea fundamental un análisis exhaustivo y profesional del tema, en un esfuerzo que compromete a todos.

México, es el segundo productor de mango en el mundo. El volumen de su producción es de alrededor de 1.1 millones toneladas anuales en promedio en los años de (1992-1994) lo que lo hace contribuir con el 6.5% de la producción total mundial.

Teniendo una oferta estacional bien definida, en sólo cinco meses del año se cosecha el 94% de la producción total, comenzando a mediados de febrero, en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz para terminar en septiembre en Sinaloa y Nayarit.

Por lo anterior, es urgente buscar el incremento de la productividad como medio más importante, y a futuro casi único, lograr volúmenes necesarios de producción, mediante el uso cada vez mayor de insumos modernos y el mejor aprovechamiento de los recursos del medio ambiente.

El objetivo de toda investigación llevada a cabo por los alumnos egresados es proporcionar un estudio no sólo útil para nuestra Facultad, elaborando un antecedente que sirva como fuente de información a las futuras generaciones interesadas en el tema, sino también contribuir con un trabajo que sea de beneficio colectivo para nuestra sociedad, y en este caso, para las personas interesadas en el estudio del mango.

Este trabajo es fruto de una depurada recopilación bibliográfica de los métodos de análisis para la determinación de macro nutrientes en los suelos y dar una guía de las condiciones más propicias del suelo para el cultivo de mango, así como preparación del terreno, método de siembra y fertilizantes más adecuados.

GENERALIDADES

El hombre⁽¹⁴⁾ depende del suelo y en cierto modo los suelos dependen del hombre y del uso que se hace de ellos, los suelos constituyen el medio natural en que las plantas crecen.

El hombre goza y usa estas plantas tanto por su belleza como por su capacidad en procurarle fibras y alimentos para él y para sus animales. Su verdadero nivel de vida está determinado, frecuentemente, por la calidad de sus suelos.

Concepto de suelo

El concepto suelo se deriva del latín *solum* que significa suelo o terreno. En general el suelo se refiere a la superficie suelta de la tierra para distinguirlo de la roca sólida. Muchas personas cuando se refieren al suelo tienen en mente el material que nutre y sostiene a las plantas en desarrollo, pero este significado es aún más general, ya que incluye no solamente al suelo en el sentido común, sino también a las rocas, el agua, la materia orgánica y formas vivientes aún el aire, materiales y sustancias que intervienen directa o indirectamente en el sostenimiento de la vida de las plantas.

El agricultor naturalmente tiene un concepto más práctico del suelo, para él es el medio donde se desarrollan los cultivos.

Etapas de formación del suelo

El suelo⁽²⁸⁾ es el resultado de la convergencia de distintos factores formadores que actúan según procesos determinados. Los factores formadores más importantes son: material original, clima, topografía, tiempo y microorganismos.

Los procesos de formación del suelo son variados, partiendo de un material original, que en un principio podemos suponer una roca compacta, se producen una serie de procesos que se traducen, en una primera fase, en la desintegración física de la roca, en la que intervienen, de manera predominante, los cambios de temperatura (insolación y enfriamiento) con dilataciones y contracciones preferentes; la presión ejercida por el agua al helarse, por las raíces en crecimiento, aparte de los fenómenos clásicos de erosión y transporte ocasionado por la lluvia, el viento o el hielo.

Le sigue un ataque químico producido, en general, por el agua, con sus efectos de disolución, hidratación, oxidación e hidrólisis. Los microorganismos atacan a los restos vegetales y animales depositados en el suelo y originan nuevos productos, que ejercen acciones sobre la parte mineral y forman complejos con ella; constituyen lo que

se denomina materia orgánica del suelo o *humus*, se encuentra normalmente en la capa superior del suelo, y muy disminuida o nula en la parte inferior.

Suelo Superficial y Subsuelo

El suelo superficial⁽¹⁴⁾ es la zona de desarrollo de las raíces, conteniendo muchos nutrientes necesarios para las plantas y de la mayor parte del abastecimiento de agua utilizada en los cultivos.

Es la capa arable y cultivable, asiento de todos los trabajos de la agricultura. Por la acción de laboreo e incorporación de los residuos orgánicos, puede modificarse su condición física: puede ser fertilizado, encalado y drenado. En suma, su fertilidad y, en menor grado su productividad, pueden ser incrementadas o disminuidas, o simplemente estabilizadas satisfactoriamente por medio de un adecuado cultivo.

El subsuelo, normalmente está sujeto a pocas alteraciones, a excepción si se trata de terrenos húmedos o encharcados. Así, su permeabilidad y su naturaleza química pueden influenciar, favorable o desfavorablemente a los cultivos.

Los cuatro componentes del suelo

Al suelo, en su sentido más amplio, se le ha considerado como una mezcla de material mineral, materia orgánica, agua y aire.

Las proporciones de estos componentes varían de tiempo en tiempo y de lugar en lugar.

El volumen de agua y aire comparten una relación directamente proporcional uno con el otro. La entrada de agua al suelo excluye al aire. Al ser removida el agua por el drenaje, por la evaporación o por las plantas en desarrollo, el espacio poroso llega a ocuparse con aire. El subsuelo se caracteriza por contener menos materia orgánica (MO) que el suelo superficial. Un suelo orgánico como los humíferos o turbosos tienen un mayor volumen ocupado por materia orgánica que por material mineral.

Las fuentes de obtención de los elementos esenciales, se muestran en la (TABLA 2).

ELEMENTOS ESENCIALES USADOS EN CANTIDADES RELATIVAMENTE		ELEMENTOS ESENCIALES USADOS EN CANTIDADES RELATIVAMENTE
GRANDES		PEQUEÑAS
POR LO GENERAL DEL AIRE Y DEL AGUA	DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
CARBONO HIDROGENO OXIGENO	NITROGENO CALCIO FOSFORO MAGNESIO POTASIO AZUFRE	HIERRO, COBRE, MANGANESO, ZINC, BORO, CLORO, MOLIBDENO, SODIO*, FLUOR*, YODO*, SILICIO*, COBALTO*, ESTRONCIO* Y BARIO*

* Son elementos que parecen no ser esenciales, universalmente, aunque los compuestos solubles de alguno de ellos pueden mejorar el desarrollo de un cultivo.

TABLA 2. Elementos esenciales y sus fuentes de obtención.

NUTRIENTES

Macronutrientes

Se les da el nombre de macronutrientes,⁽⁶³⁾ a aquellos que las plantas los utilizan en grandes cantidades y son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

El nitrógeno, fósforo y potasio son proporcionados al suelo, comúnmente en forma de estiércol y fertilizantes. Así mismo el calcio y magnesio se dan, casi siempre, en forma de caliza, por lo que se llaman elementos calcáreos. El azufre, además de existir en el agua de lluvia, se encuentra en algunos fertilizantes como el estiércol, los superfosfatos y el sulfato de amonio. En casos especiales, el azufre se aplica solo, como flor de azufre, para corregir deficiencias nutritivas o ajustar la reacción del suelo (VER TABLA 3).

GRUPO 1	GRUPO 2
FORMAS MAS COMPLEJAS Y MENOS ACTIVAS	ALGUNAS DE LAS FORMAS MAS SENCILLAS Y ASIMILABLES Y SUS EQUIVALENCIAS IONICAS.
<p>NITROGENO Combinaciones orgánicas: proteínas, aminoácidos y formas asimilables; en forma coloidal y sujeta a desintegraciones.</p>	<p>Sales amonio NH_4^+ Nitratos NO_3^- Nitritos NO_2^-</p>
<p>FOSFORO Apatita, en forma primaria. Fosfatos secundarios de calcio, hierro y aluminio. Orgánica: Fitina, ácido nucleico y otras combinaciones.</p>	<p>Fosfatos de Ca, K, Mg, etc. Formas orgánicas solubles</p>
<p>POTASIO Minerales primarios, como feldespato y mica. Silicatos complejos secundarios de aluminio como arcillas, especialmente illita.</p>	<p>Iones de potasio absorbidos por complejos coloidales Sales de potasio, tales como sulfatos, carbonatos, etc.</p>
<p>CALCIO Minerales, como feldespato horblenda y dolomita.</p>	<p>Iones de calcio absorbidos por complejos coloidales. Una variedad de sales simples de calcio.</p>
<p>MAGNESIO Minerales, como mica, horblenda dolomita y serpentina. Silicatos, secundario de aluminio tales como arcilla, en especial montmorillonita.</p>	<p>Iones de magnesio absorbidos por complejos coloidales numerosas sales simples de magnesio.</p>
<p>AZUFRE Combinaciones minerales como piritita y yeso. Formas orgánicas: coloidales y sujetas a descomposición.</p>	<p>Varios sulfitos de Ca, K, Mg, etc. y sulfatos.</p>

TABLA 3. Formas en que se presentan los macronutrientes en los suelos.

Micronutrientes

Las plantas⁽⁶³⁾ los utilizan en muy pequeñas cantidades: Hierro, Cobre, Zinc, Manganeso, Boro, Molibdeno, Cloro y Cobalto. Estos elementos son tan importantes como los macronutrientes, puesto que los primeros forman parte de los procesos enzimáticos.⁽⁶⁴⁾

Cobre, hierro, y molibdeno, son capaces de actuar como transportadores de electrones en las reacciones óxido-reducción.

El molibdeno es esencial en los procesos de fijación del nitrógeno, y debe estar presente en las plantas para la metabolización de los nitratos en aminoácidos y proteínas.

El zinc⁽¹⁴⁾ está relacionado con la formación de determinadas hormonas del crecimiento y en el proceso de reproducción de ciertas plantas.

El cobre contribuye en el proceso de respiración y en la asimilación del hierro.

Una deficiencia del boro hace disminuir la proporción del agua absorbida y el desplazamiento de los azúcares en las plantas, el hierro es esencial en la síntesis de proteínas contenida en los cloroplastos.

El cloro es absorbido por las plantas como ion cloruro (Cl⁻). El cloro es móvil y es tolerado en concentraciones relativamente elevadas por los tejidos vegetales, juega un papel importante como contrapunto del potasio, además contribuye al potencial osmótico. El cloro es necesario para la evolución del oxígeno durante la fotosíntesis.

El cobalto es necesario en la fijación biológica del nitrógeno atmosférico.

REACCION DEL SUELO

El pH, es quizá la característica⁽⁶²⁾ del suelo más comúnmente medida.

Es el criterio más ampliamente usado para juzgar si un suelo es ácido o alcalino.

El pH de suelos ácidos comúnmente es de 4 a 6.5 unidades. Valores más bajos de 4 se obtienen solamente cuando los ácidos libres están presentes. Valores arriba de 7 unidades alcalinidad. Y neutro si es de 7 unidades.

Aunque el pH es un índice muy útil a veces se juzga en forma muy empírica. El pH del suelo usualmente se mide en una suspensión de suelo y agua (1:2).

El grado de acidez⁽⁶³⁾ o alcalinidad del suelo expresado en términos de pH es lo que se denomina "reacción del suelo" y los distintos grados son los mostrados en la (FIGURA 1).

Naturaleza de la acidez del suelo

La acidez tienen varias fuentes: el humus o materia orgánica, arcillas aluminio silicatos, óxidos hidratados de hierro y aluminio, sales solubles y dióxido de carbono.

Importancia nutritiva del pH del suelo

El pH del suelo⁽⁶²⁾ influye en la absorción nutritiva y crecimiento de las plantas de dos maneras y son las siguientes:

- A) A través del efecto directo del ion H^+ . (VER FIGURA 2).
- B) Indirectamente, por su influencia sobre la asimilación de los nutrientes y en presencia de iones tóxicos.

La acidez o alcalinidad en los suelos, ⁽²²⁾ indica la clase de planta que puede desarrollarse mejor en ese medio y da idea sobre los tratamientos que deben aplicarse como práctica adecuada en el manejo del suelo.

Aumento de pH en suelos ácidos

La cantidad requerida de caliza⁽¹⁴⁾ para neutralizar una condición ácida depende de muchos factores. Son el hidrógeno (H^+) intercambiable y el aluminio (Al^{+++}) los que deben neutralizarse. La cantidad de cal agrícola que debe aplicarse por hectárea depende de la acidez total del suelo.

Materiales calizos usados para corregir la acidez de los suelos

Nombre	Fórmula química	CaCO ₃ equivalente	fuentes del material
Conchas marinas	CaCO ₃	95%	Depósitos naturales de conchas
Caliza agrícola	CaCO ₃	95%	Depósitos naturales
Caliza hidratada	Ca(OH) ₂	120%	Caliza quemada al vapor
Cal quemada	CaO	150%	Caliza quemada al horno
Dolomita	CaCO ₃ MgCO ₃	110%	Depósitos naturales minerales

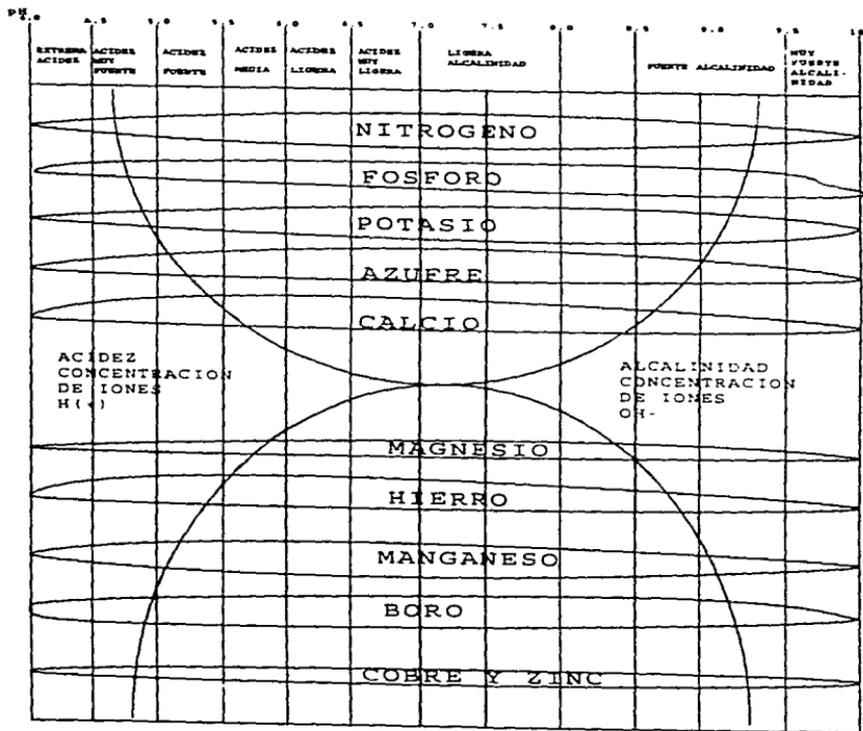


FIGURA 2. Indica la relación entre la reacción del suelo (pH) y los elementos nutritivos de las plantas entre más ancha sea la franja más favorable es la influencia del ion.

Correctivo para los suelos alcalinos

La corrección de suelos alcalinos⁽¹⁴⁾ depende de la aplicación de mejoradores como el yeso, azufre, ácido sulfúrico, sulfato férrico, etc.

El lavado del suelo es un paso importante en la rehabilitación de los suelos alcalinos. Se requiere un drenaje adecuado para remover el exceso de sales solubles que resultan de la aplicación de enmiendas al suelo.

Azufre equivalente en varios materiales usados para corregir condiciones alcalinas.

Material	Fórmula química	Ingredientes activos %	Azufre combinado	Kg necesarios para igualar 1kg de S
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	65-95	18.60	5.38
Azufre	S	99.00	19.00	1.00
Ac. sulfúrico	H_2SO_4	95.00	31.00	3.20
Soln de	CaS_x	29.00	22.00	4.54
Azufre y cal Seca	CaS_x	75.00	57.00	1.75
Sulfato férrico	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	70.00	17.00	5.90
Sulfato ferroso	FeSO_4	95.00	11.00	9.10
Sulfato de aluminio	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	90.00	25.00	4.00
Polisulfuro de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$	40-45	40-45	2.2-2.5

COMPOSICION MECANICA DEL SUELO

La textura de un suelo⁽⁶²⁾ se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla en el suelo. Específicamente la clasificación de textura se basa en la cantidad de partículas menores de 2mm de diámetro. Si las partículas mayores de 2mm de diámetro están presentes en cantidades significativas, al nombre de la textura se le agrega un adjetivo apropiado como gravoso o pedregoso.

La textura del suelo es una característica en extremo importante, afecta las propiedades físicas y químicas. En términos generales, los suelos se dividen en suelos de textura gruesa y textura fina.

En los suelos de textura fina predomina la arcilla y tiene una mayor superficie activa que los suelos arenosos; tienen una mayor capacidad de absorción de nutrimentos y permiten una rápida infiltración de agua.

Triángulo de textura

La textura del suelo⁽⁶⁷⁾ se expresa por los nombres de las clases que se encuentran en el triángulo de textura. (VER FIGURA 3).

Las clases de los suelos básicamente consisten en los términos arena, arcilla, limo y migajón o franco, usados como nombres o adjetivos, o bien ambos.

Para hallar el porcentaje de cada componente, correspondiente a un punto determinado del triángulo, debe tratarse, desde ese punto, una paralela al lado anterior del que representa al componente buscado, considerando que se gira en el sentido de las manecillas del reloj alrededor del triángulo; esta paralela cortará al eje del componente cuyo porcentaje se busca, en un punto que representa el valor de dicho porcentaje.

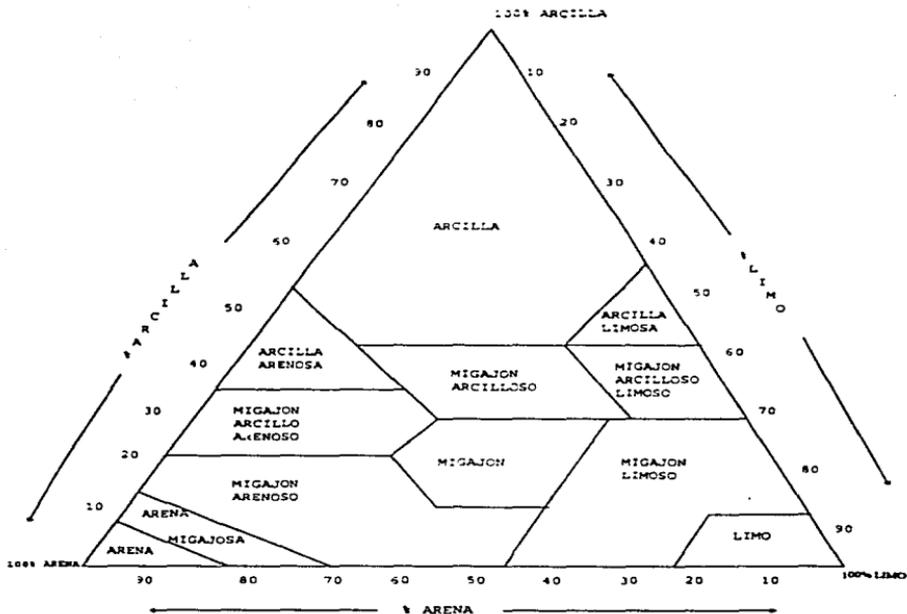


FIGURA 3. Triángulo de texturas de los suelos.

COLOR DEL SUELO

El color del suelo⁽⁶²⁾ es un resultado de la luz reflejada desde el suelo y depende de la combinación de tres simples variables de color: valor, croma y tono.

TONO - Es el color espectral dominante.

VALOR - Es la brillantez o cantidad total de luz.

CROMA - Es la pureza o saturación relativa del color espectral dominante.

Los colores del suelo se determinan mediante la comparación con los cuadros descriptivos de color estándar. El cuadro de colores del suelo de Munsell⁽⁵⁷⁾ se utiliza comúnmente para este fin. Las notaciones de color Munsell son designaciones numéricas y literales sistemáticas de cada una de las tres variables mencionadas anteriormente, por ejemplo: la notación numérica 2.5 YR 5/6, constituye 2.5 YR como tono, 5 como valor y 6 como croma. El nombre equivalente del suelo de esta notación de Munsell es rojo.

LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO

La materia orgánica⁽¹⁴⁾ proviene⁽³⁵⁾ de:

- 1) Los tejidos originales y sus equivalentes parcialmente descompuestos que constantemente producen las raíces y partes aéreas de las plantas.
- 2) El humus sustancias coloidales que son los productos más resistentes a esta descomposición.

Funciones de la materia orgánica

La materia orgánica⁽²⁸⁾ en el suelo tiene diferentes funciones fundamentalmente son: Acción química, mediante la cual proporciona determinados elementos nutritivos a las plantas, principalmente nitrógeno, y es además capaz de retener elementos nutritivos aprovechables por las plantas. Acción biológica, ya que sirven como medio de vida a los organismos heterótrofos del suelo. Acciones físicas, tales como aumentar la estabilidad de los agregados del suelo, aumentar la capacidad de retención de agua, calentamiento del suelo más intenso debido a su color negro, aumentar el grado de consistencia del suelo de tal modo que se puedan labrar suelos de gran humedad. Acciones fisiológicas debido a su contenido en sustancias Auxinas y antibióticas. También forma combinaciones órgano-metálicas, que son responsables de la movilización de determinados elementos y conducen a la diferenciación del perfil. Los otros compuestos del suelo, agua, soluciones y atmósfera, son más circunstanciales en su cantidad y composición y lo define menos.

Humus

Es la fracción activa de la materia orgánica. Para los suelos agrícolas se define como la porción totalmente descompuesta de la materia orgánica del suelo. El humus de los suelos forestales comprende a todo el material orgánico en descomposición. El humus es amorfo y de color negro. El color de los suelos superficiales a menudo se relaciona con el contenido de humus.

El Contenido de Materia Orgánica en el Suelo

La cantidad de materia orgánica⁽⁷⁷⁾ en los suelos minerales varía considerablemente y es difícil indicar cifras significativas representativas.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN EL SUELO

Niveles de materia orgánica	Interpretación
Menos de 1 0	Muy pobre
1.0 à 2.0	Pobre
2.0 à 3.0	Medio
3.0 à 5.0	Rico
Más de 5.0	Muy rico

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL SUELO

Intercambio de cationes

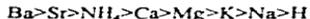
El cambio catiónico⁽⁶⁷⁾ es una de las reacciones del suelo más comunes y más importantes.

Los iones presentes en el suelo son de 3 tipos: directamente disponible, disponibles indirectamente e indispensables. Los pertenecientes al segundo grupo se fijan, en el suelo, por intercambio iónico.

Los suelos poseen una capacidad de intercambio iónico que depende de su composición, fundamentalmente de las arcillas y de la materia orgánica. En las arcillas, la capacidad de intercambio de cationes, se debe a los grupos ácidos de carácter negativo. Los grupos positivos actúan como puntos de intercambio de aniones, pero son mucho menos abundantes.

Se llama capacidad total de cambio de los suelos a la cantidad de iones que pueden colocarse en las posiciones de intercambio, expresada en miliequivalentes por 100 g de suelo. La capacidad de cambio que se considera, fundamentalmente, es la de cationes.

La capacidad de fijación, de los iones por el suelo disminuyen en el orden siguiente:



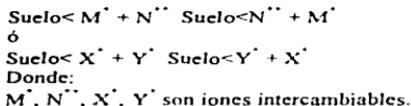
Esta capacidad de intercambio iónico en los suelos es una característica importante, ya que supone la posibilidad de retener un depósito de iones nutritivos, en forma que puedan ser cedidos a la solución salina del suelo, a medida que son consumidos, de ésta, por las plantas.

Una parte de las posiciones de cambio de suelo están ocupadas por cationes; la proporción de la capacidad de cambio catiónico que ello representa recibe el nombre de "porcentaje de saturación por bases". El resto de la capacidad de intercambio está saturada por H^+ . Cuando aumenta la concentración de H^+ en la solución del suelo éste desplaza a los otros cationes del cambio.

Existe una relación directa entre el porcentaje de saturación por bases y el pH del suelo; de forma que los valores por debajo de cierta proporción de saturación corresponde a suelos ácidos.

Mecanismo del Intercambio de Cationes

En los suelos⁽⁶⁷⁾ la cantidad existente de un catión fijado en forma intercambiable varía continuamente y, si se modifican las concentraciones de sales se sustituyen unos por otros. Cuando se acidifica un suelo, se introduce H⁺ en sustitución de otros cationes. Se puede ejemplificar lo anterior de la siguiente manera:



Fijación del Fósforo por los Suelos

El término fijación se define como el proceso o procesos en el suelo, por el cual ciertos elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas, son convertidos en una forma soluble o intercambiable a una forma mucho menos soluble o no intercambiable.

Ahora, sobre el fósforo fijado se han dado las tres definiciones siguientes:

- a) Aquel fósforo que ha sido cambiado, a forma soluble como resultado de la reacción con el suelo. Este es el fósforo moderadamente aprovechable.
- b) El fósforo aplicado que no es absorbido por las plantas durante el primer año de cultivo.
- c) El fósforo soluble que se ha adherido a la fase sólida del suelo en formas altamente utilizables por los cultivos, fósforo no aprovechable

MANGO

El mango⁽⁸⁹⁾ está reconocido en la actualidad como una de las frutas⁽⁷³⁾ tropicales más finas, por su exquisito sabor, aroma y alto valor nutritivo. Es originario del Noroeste de la India y el Norte de Britania en las laderas del Himalaya, y posiblemente también de Ceylán.

El árbol del mango⁽⁸⁶⁾ ha sido objeto de gran veneración en la India y sus frutos han constituido un artículo muy estimado a través de los tiempos.⁽⁵⁾

Ecológicamente⁽³⁾ se encuentra disperso por todas aquellas franjas del mundo con clima cálido, húmedo y subhúmedo.

Existen bajo cultivo áreas importantes de mango en la India, Indonesia, Camboya, Tailandia, Filipinas y Hawái; Queensland (Australia), Egipto y otros numerosos países. (VER FIGURA 4).

En México, las semillas del mango procedentes de las Filipinas y de las Antillas Británicas, fueron introducidas por el puerto de Acapulco, Guerrero,⁽¹⁷⁾ a fines del siglo XVIII y durante el siglo XIX,⁽⁸⁹⁾ y de ahí se extendió rápidamente a todas las demás regiones de México, con ambiente favorable para su desarrollo.

México ocupa un lugar muy importante en la producción anual de mango,^(3,23,26) encontrándose localizadas las principales plantaciones en las entidades de: Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Sinaloa, Nayarit, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Tamaulipas. (VER FIGURA 5.)

Variedades

Existen⁽⁸¹⁾ algunas variedades⁽⁷⁴⁾, las cuales se cosechan⁽⁸⁴⁾ en diferentes épocas⁽⁷⁰⁾ (VER TABLA 4.)

Haden, Zill, Tommy, Atkins, Keitt, Sensation y Kent son variedades mejoradas,⁽⁷¹⁾ sus cultivos se localizan^(58,59) en regiones con clima tropical y subtropical, con temperaturas que oscilan entre los 21 a 27 grados centígrados, a una altura al nivel del mar de 0 a 1000 m.

Periodos de Cosecha

En nuestro país, el mango⁽²⁶⁾ tiene una oferta estacional bien definida⁽⁴⁹⁾, en solo cinco meses del año se cosecha el 94% de la producción total, comenzando a mediados de febrero, en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz para terminar en septiembre en Sinaloa y Nayarit.



FIGURA 4. La X indica los Países productores de mango



FIGURA 5. La X indica los Estados de la República Mexicana productora de mango.

Variedades	Épocas de cosecha
1) Variedades tempranas Haden Zill	Junio, principalmente Julio ocasiones mayo
2) Variedades semitempranas Tommy Atkins	Junio y Julio Junio y Julio
3) Variedades tardías Keitt Sensation	Agosto y Septiembre Agosto y Septiembre
4) Variedades semitardías Kent	Julio, Agosto ocasiones Septiembre

TABLA 4. Variedades y su época de cosecha.

Zonas de Producción.

Los principales estados productores ⁽⁴⁹⁾ son: Veracruz con el 23.5%, Oaxaca 17.2%, Guerrero 14.9%, Sinaloa 12.1%, Nayarit 9.8% y Michoacán 6.1%. En su conjunto, estas entidades representan más del 80% de la producción Nacional. (VER FIGURA 6.)

Las principales variedades que se manejan y que aportan el mayor volumen de producción son: Manila 49%, Haden 12%, Kent 10%, Tommy y Atkins 3%, Criollos y otros 22%.

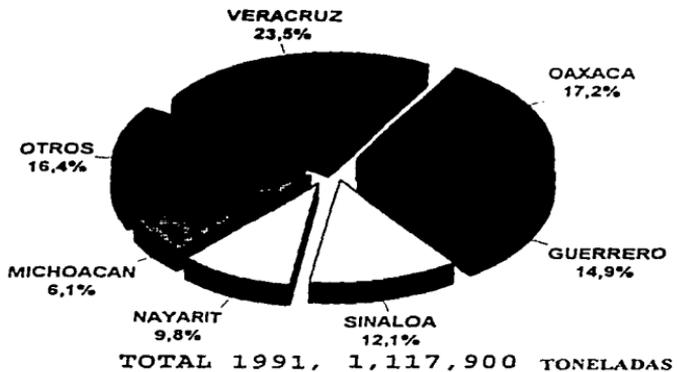
Producción.

México ⁽²⁷⁾ es el segundo productor de mango en el mundo. El volumen ^(49,17) de su producción es de alrededor de 1.1 millones de toneladas anuales en promedio en los años de 1992-1994. (VER GRÁFICA 1). Este volumen ⁽⁴⁹⁾ de producción presenta el 6.5% de la producción del total mundial.

Los países productores más importantes son: Filipinas, Australia, Nueva Zelanda e Indonesia.

La superficie cosechada ⁽²³⁾ en México fue de 128.000 hectáreas, durante 1994, divididas en 69.9% de temporal y el resto 30.4% de riego. La producción obtenida 1'200,000 toneladas y el rendimiento promedio 10,816 Kg.

PRODUCCION DE MANGO POR ESTADO
PROGRAMA NACIONAL AGRICOLA

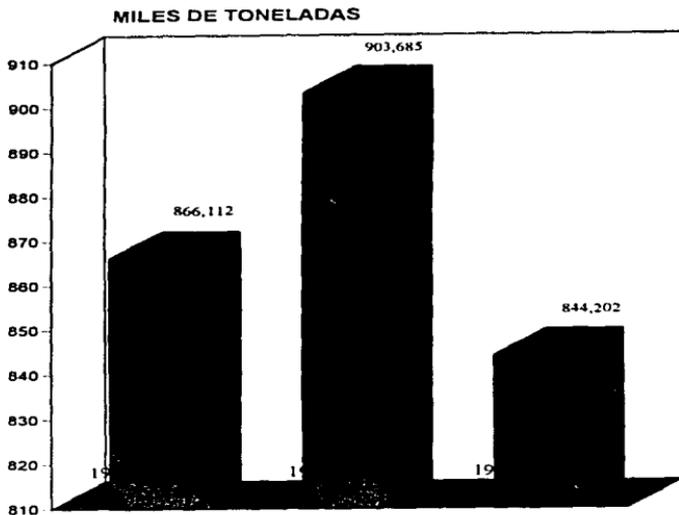


FUENTE: SAGAR

FIGURA 6. Principales Estados productores de mango.

PRODUCCION MEXICANA DE MANGO

1992-1994



FUENTE: SAGAR

GRAFICA 1. Producción de mango en México 1992-1994

El rendimiento promedio por tonelada en los diferentes estados fue Guerrero 189,171 Ton, Oaxaca 181,777 Ton, Veracruz 173,763 Ton, Nayarit 153,373 Ton, Sinaloa 91,143 Ton, Colima 54,975 Ton.

La producción del mango⁽⁴⁹⁾ se destina en su mayoría al mercado nacional. Los principales centros de consumo son las grandes ciudades: Cd. de México, Guadalajara y Monterrey. La comercialización⁽⁴⁵⁾ del fruto presenta irregularidades debido a la escasa organización de los productores, a los elevados costos de transporte causada por la lejanía entre los centros de producción⁽¹⁹⁾ y los de consumo.

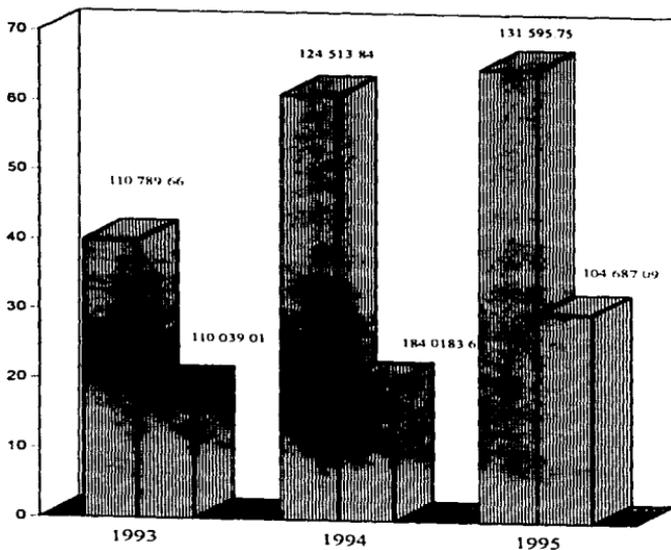
En 1995, México⁽³²⁾ se colocó como el segundo exportador del mundo, con ventas al exterior que ascendieron⁽³³⁾ a las 131,595.75 toneladas, ^(20,21), generando divisas para el país por más de 104'687,09 miles de dólares.

Los principales destinos de las exportaciones de mango fueron los Estados Unidos⁽⁴⁸⁾ 88,000 toneladas (91.8%), Canadá 8,800 toneladas (9.0%), Francia 1,100 toneladas (0.7%) y otros países de Europa 681 toneladas.

Las exportaciones⁽³¹⁾ a los Estados Unidos se incrementaron en más de un 62%, mientras las de Canadá aumentaron en un 12.0%. Las ventas a los países de Europa crecieron en un 70.0%. (VER GRÁFICA 2).

EXPORTACION MEXICANA DE MANGO

MILES



FUENTE: PROGRAMA NACIONAL AGRICOLA, 1991
GRAFICA 2. Exportaciones de mango 1993-1995

Descripción Botánica del mango.

El árbol⁽³⁰⁾ del mango⁽³⁾ es de tamaño mediano de 10 a 30 metros de altura, y comienza a producir⁽⁶⁸⁾ entre los 5 a 7 años teniendo una vida útil de hasta 70 años.

Es una de las especies⁽⁴⁰⁾ tropicales⁽⁵⁾ que tiene mayor desarrollo mundial. El tronco principal⁽¹⁵⁾ es más o menos recto, cilíndrico, cuya corteza es de color gris a café.

El fruto es una drupa⁽⁵¹⁾ con su exocarpio constituido⁽²⁶⁾ por la cáscara o piel, el mesocarpio por parte carnosa y un endocarpio fibroso que recubre⁽³⁴⁾ una semilla. (VER FIGURA 7).

De este endocarpio salen fibras que se extienden en la parte carnosa y cuyo número varía, constituyendo uno de los índices para determinar la calidad de la fruta.

Los frutos son de forma,⁽⁸⁾ color y tamaño variable⁽⁶⁹⁾, y así encontramos frutos que van de 5 a 25 cm. o más de largo y pesos de unos cuantos gramos hasta más de dos kilos⁽¹²⁾.

En cuanto a su valor nutricional,^(4,6,34) podemos apreciar en la (TABLA 5), su contenido del mango.

La madurez⁽⁵³⁾ del mango constituye un factor muy importante para su manejo y tratamiento post-cosecha sean adecuadas y tengan validez.

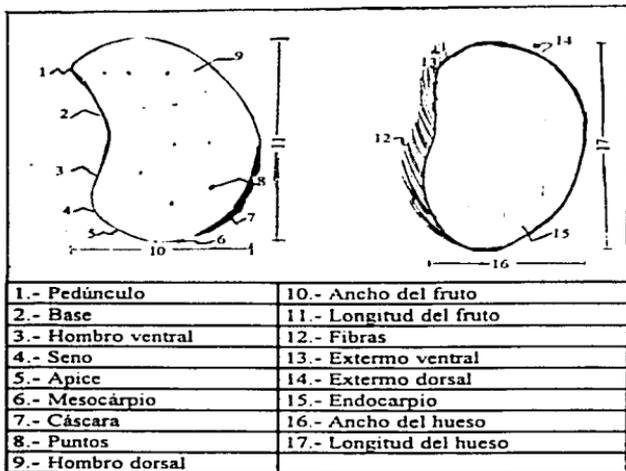


FIGURA 7. Partes del fruto

Porción comestible	70.0%
Proteínas	0.8%
Carbohidratos	11.1%
Valor energético	43.0% Cal/100g
Calcio	12.0 mg/100g de fruta
Hierro	0.8 mg/100g de fruta
Tiamina	0.11 mg/100g de fruta
Riboflacin	0.06 mg/100g de fruta
Niacina	0.08 mg/100g de fruta
Ac. ascórbico	76.00 mg/100g de fruta
Retinol	192.00 microgramos equivalentes

TABLA 5. Valor nutritivo del mango

Muchos fruticultores⁽⁵⁴⁾ de experiencia se basan solamente en el cambio de coloración verde a amarillo⁽⁵⁵⁾. Otros productores, en cambio, cuentan 110 a 125 días transcurridos después de anarrear del fruto, para que este cambie de verde claro a verde olivo y el color de la pulpa cambie de blanco a amarillo pálido. Otro criterio⁽⁵⁷⁾ para determinar el tiempo de cosecha del mango⁽⁶⁸⁾, se basa en la caída natural por madurez, esto indica el desarrollo suficiente para ser cosechado. Es recomendable no permitir la madurez total en los mangos, ya que al madurar en el árbol son picados por los pájaros e insectos, además no soportan la manipulación ni su transporte. ^(72,80,82,84)

Por otra parte⁽⁸⁴⁾, los indicadores químicos no han resultado muy confiables para determinar la madurez.

El empaqueo de frutas⁽⁸⁹⁾ para consumo en fresco, implica la realización de una serie de actividades post-cosecha, esta actividad tiene como objeto lograr en el producto al llegar al consumidor,⁽⁷⁶⁾ conserve su actividad y cualidades alimenticias originales, por lo que se encuentran los centros de producción. Para lograrlo se parte de frutos de buena calidad, el proceso de empaqueo solo intenta conservar, no cambiar o mejorar el producto. En consecuencia es indispensable realizar toda actividad encaminada a producir frutos de buena calidad.

La fruta del mango⁽⁸⁹⁾ puede ser almacenada entera en cuartos fríos a una temperatura óptima general de 13 grados centígrados y una humedad relativa de 85 a 90% por un periodo de 2 a 3 semanas.

El mango en trozo o en puré, se puede conservar satisfactoriamente en sistema de congelación rápida, el punto más elevado de congelación ocurre a una temperatura de -1.2 grados centígrados.

En mangos^(85,88) enteros, no es posible su almacenamiento por más de 3 semanas, debido a que presenta ablandamiento y pudrición.

Al emplear temperaturas inferiores a 13 grados centígrados los daños por frío se manifiestan primeramente por una decoloración a manera de escaldadura de color grisáceo, frecuentemente acompañado de cicatrices (pitting), maduración dispareja, formación de cavidades de la pulpa y pérdida de sabor. Algunos mangos pueden tener una apariencia aceptable en el almacenamiento, pero presentarán los daños por frío al permitirles suavizar a temperatura ambiente.

Individualmente, algunas variedades de mango⁽²⁹⁾ se han observado resistentes a más bajas temperaturas, como por ejemplo: Irwin y Zill no sufrieron daño por frío después de 3 semanas a 10 grados centígrados de temperatura⁽⁹³⁾ entre 1 a -7 grados centígrados las variedades Tommy y Atkins resultaron ser las más tolerantes. Desde

luego las condiciones climáticas, fertilización, programas de control de plagas, enfermedades, cultivos y otros factores a los cuales estuvieron las frutas sometidas en la huerta, influyen en su comportamiento en el almacén⁽⁷⁹⁾.

El rango de temperatura más adecuado para madurar el mango, está comprendido entre los 21 a 24 grados centígrados. Las frutas maduras de 15 a 17 grados centígrados, adquieren las coloraciones más atractivas en la cáscara, pero su sabor es ácido, necesitándose 3 días más de 21 a 24 grados centígrados para que adquiera el sabor dulce.

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS DEL MANGO

Condiciones Edáficas

El mango⁽⁴²⁾ se puede cultivar⁽⁴⁷⁾ en los siguientes suelos⁽⁶⁰⁾: aluviales, arcillosos, los limos y los suelos rojos lateríticos.

Los suelos rojos lateríticos bien drenados⁽⁶⁹⁾ y con abundante materia orgánica son los más apropiados para el cultivo de mango⁽⁴⁷⁾ ya que presentan textura media, profundo, bien drenado y un rango de pH de 5.5 a 7.5, un nivel freático por debajo de 180.0 cm³, todo el año y un contenido de sales solubles entre 0.04 y 0.05%; por su alta⁽⁸¹⁾ sensibilidad a la salinidad se establece que, dependiendo del tipo de sal presente, una conductividad eléctrica alrededor de C.E. 10¹ mhos/cm.

Fechas de Siembra

De la primavera al otoño⁽⁴⁾, son las épocas más recomendadas para la siembra del mango.

Si se va a realizar un injerto las épocas favorables son: verano y principios de otoño.

Preparación del Terreno

La preparación del terreno⁽⁴⁾ tiene como finalidad proporcionar a la semilla las mejores condiciones para su germinación y emergencia, así como asegurar el buen desarrollo⁽¹²⁾ de la planta.

Esta preparación consiste en:

- Barbechar: a una profundidad de 25 a 30 cm., para remover bien el suelo y que las raíces del cultivo no encuentren obstáculos en su crecimiento.
- Cruzar: el terreno con un segundo barbecho, con el propósito de deshacer e incorporar al suelo los restos del cultivo anterior y exponer al sol algunas plagas o huevecillos de insectos invernantes.
- Rastrear: las veces que sea necesario para deshacer los terrones que quedan del barbecho y la cruz. En esta forma no se presentan problemas en la "nacencia".
- Nivelar: Si el terreno lo permite, así evitará los encharcamientos que disminuyen considerablemente la población, ya sea por la pudrición de la semilla o por ahogamiento de las plantas.

Metodos de siembra.

Las semillas destinadas a la reproducción deben ser conformadas, provenir de árboles adultos y de frutos perfectamente maduros.

El método de siembra⁽¹²⁾ consta de 3 pasos importantes, que deben cuidarse, ya que el poder germinativo de la semilla no perdura por mucho tiempo, si fuese necesario la semilla se deberá dejar con carbón vegetal húmedo, para que no pierda su poder germinativo. Los 3 pasos son los siguientes.

- 1) Limpieza y secado a la sombra de la semilla con su cubierta durante 1-2 días.
- 2) Eliminación de la cubierta con la ayuda de una tijera poda (o un cuchillo afilado), evitando dañar la semilla
- 3) Siembra inmediata, previo tratamiento fungicida, en sustrato poroso colocando el lado convexo hacia arriba y al ras del suelo

En cuanto a la densidad de siembra será de 150 árboles/Ha y la distancia entre un árbol y otro deberá ser para las variedades entre 9 a 14 metros y para plantas injertadas como el manila será de 15 a 22 metros.

Fertilización.

La fertilización del suelo⁽¹²⁾ para cultivo de mango⁽⁸⁹⁾, dependerá⁽⁷⁾ del tipo⁽¹⁵⁾ de suelo, de la precipitación pluvial⁽¹⁷⁾ presente⁽¹⁸⁾ y su distribución o del agua de riego disponible, del cultivo anterior, de los pasados planes de fertilización de la variedad empleada, del espaciamiento, del tamaño⁽¹⁶⁾ del árbol y de la cosecha anterior.⁽⁴²⁾ Por estos motivos, si es posible, se deberá afinar el criterio de la fertilización mediante el auxilio de análisis de suelo y los análisis foliares.⁽⁶⁶⁾

De manera general, se requiere aportaciones periódicas de estiércol u otra materia orgánica, y anualmente de compuestos nitrogenados, fosfatados y sales potásicos.⁽²²⁾

En el periodo de formación del árbol se intensifican las aportaciones de nitrógeno, que se reducen al entrar el árbol en producción. Los abonos fosfatados y potásicos se aplican a mediados del otoño,⁽⁷²⁾ y los nitrogenados una semana antes de la entrada en vegetación repitiendo la cobertura cuando el fruto alcanza la mitad de su tamaño.

El abonado⁽⁴³⁾ anual debe ser adecuado según la edad, desarrollo y productividad del árbol. En los árboles jóvenes se hace una aportación primaveral del nitrógeno cerca de 100-200 g por planta.

Cuando los árboles⁽¹²⁾ son adultos, las aportaciones anuales son 40g de compuestos nitratos por litro de agua por árbol.

Las sustancias orgánicas y los macroelementos poco movibles (fósforo, potasio, sodio), se entierran en otoño y los nitrogenados se aplican al inicio de la vegetación primaveral. Estos abonos pueden o bien esparcirse en su superficie, cosa que resulta indispensable en los frutedos con herbado controlado permanente, o bien ser enterrados mediante una ligera labor superficial (20 cm de profundidad).

Como complemento del abonado ordinario descrito, se recurre a veces al abonado foliar. Este método consiste en rociar la copa de los árboles con soluciones diluidas de sales de los macronutrientes y micronutrientes.

Una fórmula⁽¹²⁾ de abonado consta de 250-450 Kg/Ha estiércol compuesto 150-180 Kg/Ha fósforo, 200-400 Kg/Ha potasio.

Labores de Cultivo

Con las labores⁽⁹⁷⁾ de cultivo⁽¹²⁾ se persigue un aumento de la capacidad hídrica del suelo, la eliminación de la flora infestante con la consecuente reducción de la competencia trófica, el debilitamiento de los rizomas de las malas hierbas vivaces, combatir insectos invernantes en el suelo, enterrar ciertos herbicidas, abonos químicos y orgánicos, restos de la poda o de sarmientos, previamente trinchados, etc.

En los terrenos con escasa disponibilidad hídrica se adelantan las labores de primavera respecto a los terrenos húmedos.

La segunda cava y nivelar el suelo en primavera y verano no deben sobrepasar los 10 cm. de profundidad y es de máxima importancia^(91,92) no dañar las raíces ni las ramas y troncos de los árboles. A tal fin se utilizan las motoazadas, el cultivador, el rotovador, las gradas de discos, etc. Para las labores de entrecava a lo largo de las filas se utilizan fresadoras intercepa laterales y automáticas, adaptadas a la parte posterior del tractor.

Antes de las lluvias otoñales suele darse un pase de arado superficial con objeto de aumentar la capacidad hídrica del suelo. Al mismo tiempo se entierran abonos orgánicos y abonos químicos estables (fósforo y potasio).

Cosecha

La temporada⁽¹²⁾ en la cual los frutos de mango maduran y están listos para la cosecha, varían de acuerdo con las condiciones del clima y el suelo con las prácticas del cultivo y, por supuesto con la especie.

Como pudimos apreciar⁽⁹⁰⁾ la cosecha empieza a mediados de febrero para terminar en septiembre.

La forma correcta de cosechar es contar de 110 a 125 días transcurridos después del amarre del fruto, para que éste cambie de verde claro a verde olivo, se colectan en cajas de campo (madera), teniendo cuidado al ir colocándolos y que los frutos sean los mejores. Esta práctica es muy importante ya que se reporta que un 20% de la fruta se pierde por deficiencia de manejo.

Clima

La distribución mundial del mango,⁽⁶⁷⁾ se encuentra en la zona tropical y subtropical por las isothermas de 15 grados centígrados al Norte del Ecuador para el mes de enero y 15 grados centígrados al sur del Ecuador para el mes de Julio; así mismo se dice que dicha distribución también obedece a temperaturas invernales mínimas extremas, puesto que el mango no soporta las temperaturas de subcongelación por más de unas cuantas horas.

También, temperaturas arriba de 43 °C afectan el desarrollo de la hoja y permanencia del fruto en el árbol señalando que la temperatura ideal oscila entre 23.7 a 26.6 °C. En México las temperaturas extremas de crecimiento son de 6 a 43 °C.

El mango⁽⁸⁹⁾ prefiere un tipo de clima monzónico. Los estudios del mango indican que se necesitan cuando menos 1,000 mm de lluvia al año, con una temporada seca de aproximadamente de 4 a 6 meses duración, en la cual el promedio mensual⁽⁹⁰⁾ de lluvias no se debe exceder de 60 mm:

La latitud⁽⁶⁵⁾ óptima de adaptación del mango es a los 40 metros sobre el nivel del mar; y la floración se retarda 4 días por cada 120 metros de altitud.

Se considera^(65,90) como ideal una altitud de 0 a 1,000 metros correspondiendo ésto a la condición de México dado que las mayores superficies de cultivo se ubican en las llanuras costeras del Golfo y Pacífico, en donde la mayoría de los casos, se encuentran a menos de 600 metros.

El viento tiene muchos ⁽⁶³⁾ efectos negativos, afecta al crecimiento de las plantas al menos en tres formas significativas las cuales son: transformación, absorción del CO₂ y daños mecánicos de hojas, ramas y frutos, además la distribución del polen.

Los vientos ⁽¹⁵⁾ persistentes se consideran nocivos a la agricultura, y se ha indicado que vientos continuos con fuerzas de 3 ó 4 grados Beaufort (11 a 18 y 18 a 28 Km/h, respectivamente) puede disminuir el crecimiento de los cultivos y vientos más fuerte son nocivos para la mayoría de los suelos agrícolas. ⁽⁸⁰⁾

Condiciones Fisicoquímicas

En base a las investigaciones ⁽⁴⁶⁾ realizadas, los rangos deseables de los elementos indispensables que debe contener un suelo para éste tipo de cultivo, ^(94,95) se resumen en la (TABLA 6).

ELEMENTO	SIMBOLO QUIMICO	RANGO DESEABLE (%)	
		⁽⁹⁶⁾	⁽⁹²⁾
Nitrógeno	N	1.0 a 1.5	1.2 a 1.4
Fósforo	P	0.08 a 0.175	0.1 a 0.2
Potasio	K	0.3 a 0.8	1.0 a 1.2
Calcio	Ca	2.0 a 3.5	suelos ácidos
Calcio	Ca	3.0 a 5.0	suelos alcalinos
Magnesio	Mg	0.15 a 0.4	0.3 a 0.6

TABLA 6. Rangos deseables para el cultivo del mango.

Plagas y Enfermedades del Mango

El mango es atacado por plagas⁽⁸⁹⁾ y enfermedades, que pueden causar daños a éste. Es necesario conocerlas bien, para poderlas combatir.⁽⁴²⁾

Las principales plagas existentes en México se resumen en el (CUADRO 1).

A) PAPALATA (*Hansenia pulverulenta* Guer.):

Las palomillas y las ninfas, se alimentan succionando la savia de las partes tiernas y de los pedúnculos, causando el debilitamiento de las paniculas y la caída prematura de flores y frutas.

B) MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA⁽⁹⁾ (*Anastrepha ludens* lowe):

Esta mosca una vez fecundada introduce los huevecillos dentro de la fruta dando lugar a larvas. Estas larvas se alimentan de pulpa de la fruta, construyendo en ella abundantes galerías, la que contaminan con hongos y pudren. Posteriormente las larvas bajan del árbol y se introducen en el suelo para transformarse en moscas.

C) PULGONES, CHINCHES, ACAROS, ESCAMAS Y TRUPS.

Estos se alimentan de la savia de las hojas y partes tiernas causando en ellos enroscamientos, amarillamiento y caída prematura de hojas y frutos.

CUADRO 1. Las plagas del mango.

Existen muchas enfermedades presentes en el mango la mayoría es causada por hongos. Las motivadas por virus y bacterias no han sido estudiadas aún. (VER CUADRO 2.)

A) ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloeosporioides* penz.)

Es la más importante de las enfermedades en el mango. Esta infección se manifiesta primero en pequeñas manchas café; las que gradualmente se extienden y se fusionan para causar la muerte de las flores.

Los frutos pueden teñirse de negro y mancharse con esporas que acarrea el agua de las hojas infectadas.

B) (*Elsione magniferae* B.T.)

Este hongo ataca tejidos jóvenes en crecimiento, motivando infecciones en hojas, panículas y florales, ramas y frutos.

C) CENILLA (*Oidium* sp.).

Esta enfermedad, que también se conoce como mildew pulverulento, ataca a las panículas florales y al follaje.

D) MOHO ROJO (*Cephaleuros virescens* Kunze.)

Se considera de menor importancia, es causada por un alga que infecta a los tallos engrosándolos y produciendo manchas circulares de color gris verdoso cambiando a rojo mohoso.

E) PUDRICION EN EL EXTREMO PENDUNCULAR.

Enfermedad causada por (*Dipodia natalensis*)

Se manifiesta por reblandecimiento que se inicia a partir de la base del pedúnculo y se extiende por todo el fruto. El tejido invadido toma coloración café casi negra.

F) PUDRICION LATERAL (*Soft rot*.)

Enfermedad causada por hongos. Se manifiesta por una pudrición acuosa que avanza a partir de una mancha.

G) PUDRICION BLANCA (*Soft rot*.)

Enfermedad parecida a la anterior.

H) (*Fusarium* Spp.)

Causa raquitismo y marchitamiento de árboles.

I) *PHYMATOTRICHUM OMNIVORUM* (Shear)

Conocida como pudrición⁽⁴¹⁾ "texana", ataca a las raíces del árbol causándole pudrición y marchitamiento.

CUADRO 2. Enfermedades más comunes en el árbol y fruto del mango.

Control de plagas y enfermedades ⁽¹⁸⁾

Se deben ⁽⁸⁷⁾ destruir residuos de la cosecha anterior, ⁽⁶¹⁾ limpiar las huertas y establecer programas de combate químico que mantengan las enfermedades bajo control, principalmente a la ANTRACNOSIS. ⁽³⁹⁾

Dicho combate químico se puede aplicar por aspersión, seleccionándose del siguiente cuadro un tratamiento, de acuerdo a la disponibilidad y costo de materiales. (VER CUADRO 3).

FORMA Y TIEMPO DE LAS APLICACIONES	FUNGICIDA (24) POR 100 L. DE AGUA
1) Cuando las paniculas florales aparecen, pero antes de que abran las flores.	Sulfato de cobre o trioxil, 350 - 450 g o Zineb* 200 g. Maneb* 200 g.
2) Aplicaciones semanales hasta que la fruta ha cuajado.	Mismo material del punto anterior
3) Aplicaciones mensuales desde que la fruta cuaja hasta que llega a la madurez, siempre que sea necesario para proteger la cosecha.	Mismo material del punto anterior.

* Nombres comerciales de fungicidas.

CUADRO 3. Fungicidas empleados para el mango.

Usos

La corteza ⁽⁶⁰⁾ se utiliza para diarreas crónicas; las hojas contra la tos y el asma. Las semillas se usan para hacer tintas. El tallo se usa como antisifilitico, y los frutos en catarros crónicos.

Una infusión de las flores se utiliza para combatir catarros de la vejiga, y en fumigaciones para ahuyentar a las moscas.

Otros usos del mango lo podemos encontrar en la rama de alimentos como son: jugos, néctares, mermeladas, refrescos, paletas de agua, nieves, alímbares, pasteles, gelatinas, etc.

ANÁLISIS DE SUELOS

Debido a la gran importancia que tienen los suelos ⁽¹⁶⁾ para la agricultura, es necesario conocer su composición mediante el análisis químico.

El análisis químico ⁽³³⁾ que se practica con el propósito de diagnosticar el tipo y la fertilidad del suelo, consta de cuatro etapas universalmente ⁽⁸⁶⁾ aceptadas; (i) obtención de muestra; (ii) preparación y análisis; (iii) interpretación de los resultados y (iv) elaboración de recomendaciones.

Por conveniencia, las muestras ⁽⁶⁷⁾ de los suelos que se analizan en un laboratorio generalmente se secan, tamizan y almacenan. Es necesario, por lo tanto, que el analista esté consciente de las implicaciones que la práctica de muestreo y la preparación tienen en la calidad de muestra.

El éxito de los análisis se basa, por consiguiente, ⁽⁶⁷⁾ en el conocimiento cabal y detallado de la forma en que se debe efectuar cada una de estas etapas y el entendimiento de como ciertos factores pueden afectar los resultados. ⁽⁸⁶⁾

Las determinaciones que se deben realizar para este tipo de cultivo son:

- A) MUESTREO
- B) PREPARACION Y ALMACENAMIENTO
- C) COLOR
- D) HUMEDAD
- E) pH
- F) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
- G) ANALISIS MECANICO
- H) MATERIA ORGANICA
- I) NITROGENO
- J) FOSFORO
- K)CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL
- L) CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLES
- M) SODIO Y POTASIO INTERCAMBIABLES
- N) SALES SOLUBLES

Muestreo

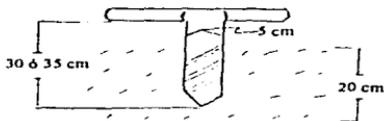
El muestreo es uno de los puntos más importantes, ⁽³³⁾ ya que de éste depende todo el trabajo a realizar. ⁽⁸⁶⁾

Para un mejor empleo de esta técnica es preciso recordar ciertos factores que son fundamentales. ⁽⁶⁷⁾

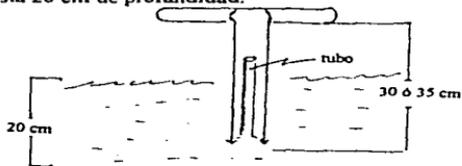
- 1.- Que el suelo es un cuerpo heterogéneo.
- 2.- El propósito del muestreo es hacer una relación acerca de las características químicas o físicas de mayor importancia para la nutrición de las plantas.
- 3.- El tamaño de la unidad de producción a muestrearse no es constante ya que depende de la naturaleza del trabajo que se realiza y de las condiciones edafológicas, fisiográficas o agronómicas.

Los aparatos empleados para tomar muestras se describen a continuación :

A) Barrena de 30 a 35 cm de longitud y 5 cm de diámetro se introduce en el suelo unos 20 cm de profundidad, se tira de ella hacia arriba y se toma la muestra del suelo.



B) Se emplea una sonda, consistente en un tubo cilíndrico, cuya parte inferior es una media caña de 20 cm de longitud, terminada en punta afilada que, después de introducirse en el suelo, por rotación sobre su eje permite extraer una porción del suelo desde la superficie hasta 20 cm de profundidad.



C) Por medio de pala o azadón, se cava un hoyo en forma de V de unos 20 cm de profundidad se corta una porción de cada lado, incluyendo la parte central, despreciando los bordes, recogiéndose de este modo la muestra.



Para la toma de muestras se consideran las siguientes características: tipo de parcela, cultivos que se efectúan en ella, textura, color del suelo, desarrollo relativo de cultivos.

Dentro de la identificación de campo debe incluir los siguientes datos: (a) nombre del interesado; (b) localización del terreno; (c) fecha del muestreo; (d) número de muestras; (e) profundidad de la muestra; (f) pendiente del terreno; (g) manejo del terreno y (h) clima. El registro de las muestras conviene que se realicen con números seriados del propio laboratorio para facilitar el manejo.

Una vez delimitado el terreno⁽⁶⁶⁾ a analizar la forma de tomar las muestras será de la siguiente manera, con algunos de los aparatos descritos anteriormente⁽⁶⁷⁾, se toman las muestras en forma de zig-zag por todo el terreno cada 4 metros y se van recolectando en bolsas de plástico.

Secado

En general se recomienda⁽⁷⁸⁾ que las muestras sean secadas al aire, el secado de las muestras se realiza extendiendo éstas sobre una superficie no contaminante. Esta puede ser polietileno o papel.

Es necesario seguir conservando la identificación de cada muestra, colocándoles la numeración anteriormente asignada.

Molienda

Antes de proceder⁽⁶⁷⁾ a la molienda, deben ser retiradas las rocas y el material orgánico visible. Cuando estos materiales ocupan una porción considerable del suelo, es conveniente que sea evaluado su peso para posteriormente considerarlo en el cálculo de la concentración de los parámetros evaluados⁽⁷⁸⁾. Ya que todo el suelo debe pasar a través de los tamices, los terrones deben ser desmenuzados. Esto se logra con un mazo de madera y/o cilindro de madera.

Tamizado

Una vez que el suelo⁽⁶⁷⁾ ha sido molido, se le hace pasar por un tamiz de 2mm (malla 100 u 80). Este grado de fineza es el conveniente para la mayoría de los análisis requeridos. De este material tamizado, se necesita tener aproximadamente⁽⁷⁸⁾ un kilogramo. Esto puede lograrse por medio de cuarteos diagonales. El procedimiento de cuarteos diagonales se realiza de la manera siguiente. Una vez homogeneizado el suelo, se esparce sobre una superficie no contaminante (papel). Acto seguido se puede formar una figura en círculo o en cuadrado. Posteriormente se divide en cuadrantes esa

figura por medio de una cruz. Con esto se seleccionan los dos cuadrantes opuestos. Con este suelo se repite el proceso hasta tener la cantidad de muestra deseada ⁽⁷⁸⁾.

Para ciertas determinaciones, como las que se realizan a nivel de micro o semimicroanálisis, es recomendable un mayor grado de fineza. Para esto se recomienda el uso de tamiz de 0.5mm (malla 150).

Almacenamiento

Una vez que las determinaciones ⁽⁷⁸⁾ analíticas han sido realizadas, las muestras pueden ser almacenadas para posteriores comprobaciones u otros usos. Estos recipientes deben permanecer herméticamente cerrados y debidamente clasificados, se recomienda conservar el número de registro del laboratorio. La muestra almacenada puede sufrir cambios tanto por el tiempo de almacenamiento, recipiente utilizado, así como grado de humedad. Para propósitos de análisis de rutina el almacenar las muestras secadas al aire parece lo más conveniente.

Cuando se utiliza material de plástico, puede haber modificaciones en la mineralogía de las arcillas. Las muestras almacenadas con humedad sufren considerables cambios microbiológicos.

Todo esto debe tenerse presente para posteriores usos. En todo caso, es conveniente especificar si los resultados analíticos provienen de muestras recientes o con cierto grado de almacenamiento.

Color

El color ⁽⁷⁸⁾ del suelo no tiene un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, pero indirectamente afecta la temperatura y la humedad: a través de su efecto sobre la energía radiante, mientras mayor cantidad de energía calorífica esté disponible en el suelo se causará mayores grados de evaporación. Un suelo obscuro, en idénticas condiciones, se secará más rápidamente, que uno de color claro. Una cubierta de vegetación o de pajas, reducirá naturalmente y aún eliminará esta diferencia.

El color puede ser un indicador de las condiciones climáticas bajo los cuales el suelo se desarrolló, o bien de los materiales parentales de los cuales procede.

Prácticamente encontramos todos los colores en los suelos. Esto incluye al blanco, rojo, café, gris, amarillo y negro. También se pueden encontrar suelos de color verdoso o azuloso. Los colores predominantes en los suelos no son colores puros, sino que son mezclas de ellos. Con frecuencia se encuentran suelos de dos o más colores formando manchas en una misma parcela o lote.

Los suelos húmedos presentan un color más oscuro que los suelos secos. La razón es que los componentes sólidos del suelo tienen propiedades refractivas muy diferentes de las del aire, por lo que la luz que cae sobre un suelo seco es casi totalmente reflejada. Las propiedades refractivas del agua y de las partículas del suelo son muy parecidas, por lo que la mayor cantidad de luz penetra al suelo y mucho menos es reflejada; la determinación, del color del suelo se efectúa mediante la utilización, de las tablas de Munsell ⁽⁵⁷⁾ en su estado seco y húmedo, indicándose el color numéricamente en base a sus tres atributos: tono, valor y croma.

Material

- Tablas de color de Munsell ⁽⁵⁷⁾
- Placas de porcelana con excavaciones
- Espátula
- Gotero

Procedimiento

Colocar sobre las excavaciones de la placa de porcelana dos porciones de la muestra de suelo, humedecer una de ellas, cuidado de no agregar agua en exceso para evitar brillantez. Se determina el color del suelo seco y húmedo comparando con las Tablas de Munsell, indicando tinte, valor e intensidad.

Humedad

El agua es un elemento ⁽⁶⁷⁾ esencial en la formación de los suelos y contribuye de manera decisiva en los fenómenos de descomposición y migración de compuestos químicos a las plantas.

Material

- Pesafiltros
- Espátula
- Balanza analítica
- Pinzas
- Estufa

Procedimiento

Pesar 0.4 a 1.0g de muestra y colocarla dentro de un pesafiltros a peso constante. Debe realizarse por triplicado esta determinación. Posteriormente se introducen los pesafiltros a la estufa a 105-110°C por espacio de tres horas. Transcurrido este tiempo, se sacan de la estufa colocándolos en un desecador, y una vez ya fríos se procede a pesarlos.

Calculos

$$\text{PORCENTAJE DE HUMEDAD (PHU)} = \frac{CH}{PSH} \cdot 100$$

Donde:

A= PESO DEL PESAFILTROS VACIO
B= PESO DEL PESAFILTROS + MUESTRA DEL SUELO HUMEDO
C= PESO DEL PESAFILTROS + MUESTRA DEL SUELO SECO
PESO DEL SUELO HUMEDO (PSH) = (B-A)
PESO DEL SUELO (PSS) = (B-C)
CONTENIDO DE HUMEDAD (CH) = (PSH - PSS)

pH

Quizás⁽³³⁾ la propiedad química⁽⁶⁷⁾ más importante de un suelo, como medio destinado al cultivo de plantas, sea el valor de pH o actividad de los iones de hidrógeno.

Material

- Potenciómetro con electrodo de vidrio y con electrodo de calomel
- Balanza analítica
- Espátula
- Varilla de vidrio
- Agitador magnético
- Barra magnética
- Tres vasos de precipitados de 50 ml

Reactivos

- Solución buffer de pH 4.0, 7.0 ó 10.0
- Solución saturada de cloruro de potasio KCl. para el puente, aproximadamente 40g por 100 ml.
- Agua destilada o desionizada.

Procedimiento

Se pesan 20g de suelo, se pasan a un vaso de 100 ml y se añaden 50 ml de agua destilada y se agita durante 10 minutos con una varilla de vidrio.

Transcurrido este lapso realizar la medida de pH en el potenciómetro.

Se recomienda preparar las muestras para la determinación de pH, por triplicado.

Resistencia en pasta

Para realizar esta determinación nos apoyaremos en la conductividad eléctrica, la cual se usa comúnmente para indicar la concentración total de componentes ionizados en las soluciones.

Esta íntimamente relacionada con la suma de cationes o aniones que se determinan químicamente y en general tiene correlación estrecha con los sólidos totales disueltos.

Material

- Puente de Wheatstone, corriente alterna apropiada para medición de conductividad
- Celda conductimétrica
- Termómetro
- Vaso de precipitados de 250 ml

Procedimiento

Pesar 10 g de suelo en un vaso de precipitados de 250 ml, añadir agua destilada hasta el punto de saturación, es decir la pasta brilla por la reflexión de la luz, fluye ligeramente si se inclina el recipiente y se desliza fácilmente en la espátula. Se deja reposar por una hora. En seguida se mide la resistencia a temperatura ambiente. Luego se convierte la resistencia a un porcentaje aproximado de sales consultando la TABLA 7. Debido a que el porcentaje de saturación varía según la textura.

Si se encuentra una conductividad eléctrica mayor de 2 mmho, se procede a hacer el extracto de saturación y la determinación de las sales solubles correspondientes.

Conductividad específica del extracto de saturación del suelo mmho por centímetro				
0	2	4	8	16 mmho
No salinos	Ligeramente salinos	Moderadamente salinos	fuertemente salinos	Muy fuertemente salinos
0	0.1	0.3	0.5	1.0 %
tanto por ciento de sales en el extracto de saturación del suelo				

TABLA 7. Escala de salinidad

Análisis Mecánico

La textura del suelo se refiere a la cantidad de partículas de diferentes tamaños que se encuentran en él.

La determinación ⁽⁶⁷⁾ del porcentaje de arena, limo y arcilla es a lo que se llama análisis mecánico. Hay varios métodos para hacer un análisis mecánico pero solamente dos han sido los más comúnmente aceptados. El método de la "pipeta de Robinson" y el método del "densímetro de Bouyoucos". Ambos métodos se basan en la proporción diferencial de asentamiento de las partículas del suelo en el agua.

En el método de Bouyoucos, la cantidad de partículas en suspensión es determinado, usando el hidrómetro para medir la densidad de la suspensión. En el método de la pipeta una porción de la suspensión es sacada con una pipeta, luego evaporada y la cantidad de material del suelo se determina por pesada.

El método que más se usa para determinar la textura de un suelo es el de Bouyoucos y a continuación se describirá:

Método de Bouyoucos ⁽¹³⁾

Material

- Densímetro de Bouyoucos con escala de 0 a 60
- Probeta de 1000 ml Bouyoucos
- Cronómetro
- Agitador mecánico
- Dos termómetros
- Vaso de precipitado de 500 ml
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Pipetas graduadas de 10 ml

Reactivos

- Peróxido de hidrógeno al 6%
- Oxalato de sodio (30g de oxalato de sodio en un litro de agua destilada).
- Metasilicato de sodio saturado (50g de metasilicato de sodio en un litro de agua destilada)
- Agua destilada
- Alcohol n-pentílico

Procedimiento

Se pesan 60g de suelo, si es de textura fina ó 120 g si es de textura gruesa, se coloca el suelo en la copa del agitador mecánico o dispersor. Añadir agua destilada hasta cubrir perfectamente la muestra (se requiere aproximadamente 150 ml). Agregar 100 ml de la solución dispersante de hexametáfosfato de sodio. Aplicar 10 ml de hidróxido de sodio 1M para facilitar la dispersión subiendo el pH arriba de 9. Se dispersa mediante la batidora durante 5 minutos. Se vierte el contenido en una probeta de 1000 ml Bouyoucos, enjuagar el dispersor con agua destilada perfectamente y se afora a un litro, se tapa la probeta y se agita durante un minuto a fin de homogenizar el contenido. Se deja la probeta sobre la mesa de trabajo al mismo tiempo que se dispara el cronómetro. Se introduce el densímetro cuidadosamente en la dispersión y a los 40 segundos del cese de la agitación se anota:

- Medida del densímetro (c)
- Temperatura en grados centígrados (t)
- Hora en que cesó de agitar

Se saca el densímetro de la suspensión y se deja sedimentar ésta. Al cabo de 120 minutos del momento del cese de la agitación se vuelve a introducir el densímetro y se anota:

- Medida del densímetro (c')
- Temperatura en grados centígrados (t')

Preparar un testigo sin suelo con 100 ml⁽⁷⁸⁾ de solución dispersante de hexametáfosfato de sodio en una probeta de 1000 ml Bouyoucos, aforar con agua destilada a un litro. Anotar la lectura testigo en el densímetro se agita por 1 minuto a fin de homogenizar el contenido. Después de este lapso dejar la probeta en la mesa de trabajo y al mismo tiempo disparar el cronómetro. Introducir el densímetro cuidadosamente en la dispersión y a los 40 segundos hacer la lectura sacar el densímetro de la suspensión, anotar la temperatura. Sin mover en lo absoluto la suspensión, dejar reposar 120 minutos, tomar la segunda lectura.

Calculos

Corregir las lecturas, restándoles, a cada una de ellas, la lectura testigo; en seguida, hacer los cálculos de la siguiente forma:

$$X = \frac{c - (t - 20)0.36}{60} \times 100 = \text{PORCENTAJE DE LIMO + ARCILLA}$$

$$Y = \frac{c' - (t' - 20)0.36}{60} \times 100 = \text{PORCENTAJE DE ARCILLA}$$

Donde:

X-Y = PORCENTAJE DE LIMO

100 - Y = PORCENTAJE DE ARENA

60 = PESO DE LA MUESTRA

20 = TEMPERATURA DE CALIBRACION DEL DENSIMETRO

0.36 = FACTOR DE CORRECCION

(0.36 unidades se suma por cada grado centígrado arriba de 19.5°C restando 0.36 unidades por cada grado centígrado a bajo de 19.5°C).

Con estos datos y utilizando el triángulo de texturas, se determina la clasificación de textura.

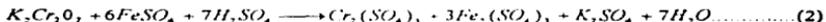
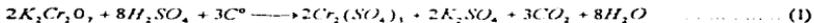
Nota: Si el suelo que va a analizar contiene más de 3% en materia orgánica se deberá realizar un pretratamiento con peróxido de hidrógeno al 6%, para oxidar toda la materia orgánica (aproximadamente 40 ml hasta que no exista efervescencia).

Pero si al hacer la lectura se acumula espuma alrededor del densímetro debido a la deficiente eliminación de materia orgánica, se puede agregar a la suspensión alcohol n-pentílico que actúa como antiespumante.

Materia Orgánica

El contenido⁽³²⁾ de materia orgánica⁽⁶⁷⁾, es tal vez junto con el pH, uno de los factores más importantes en el manejo de suelos, dada su influencia directa o indirecta en las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo; como son: color, estructura, plasticidad, capacidad de retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico y aniónico, disponibilidad para el nitrógeno, fósforo y azufre, pH como control de la microflora, génesis de suelos susceptibles a la erosión, salinidad, etc.

El método de Walkley y Black para la determinación de la materia orgánica, se basa en la oxidación de la materia orgánica del suelo con dicromato de potasio⁽³³⁾ y una sal ferrosa (sal de Mohr) en medio ácido, dando las siguientes reacciones químicas en el proceso.



Material

- Matraces Erlenmeyer de 500 ml
- Pipetas volumétricas de 10 a 20 ml
- Bureta de 50 ml
- Balanza analítica
- Espátula
- Matraz volumétrico de un litro

Reactivos

- Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$, 1N: se disuelven 49.04 g de $K_2Cr_2O_7$, (previamente secado en la estufa a $105^\circ C$), en agua y se afora a un litro
- Acido fosfórico H_3PO_4 al 95%
- Fluoruro de sodio NaF
- Acido sulfúrico H_2SO_4 concentrado
- Indicador difenilamina: se disuelven 0.5g. de difenilamina de calidad reactivo en 20 ml de agua y 100 ml de H_2SO_4 concentrado
- Solución ferrosa 0.5 N: Disolver 196.1 g. de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (sal de Mohr) en 800 ml de agua que contengan 20 ml de H_2SO_4 concentrado, se afora hasta un litro
- Agua destilada

Procedimiento

Pesar 1.0g de suelo previamente secado en la estufa a 105°C y transferir a un matraz Erlenmeyer de 500 ml se agregan 10 ml de solución de dicromato de potasio 1N mediante una pipeta volumétrica, se agita perfectamente la mezcla, y añadir 20 ml de ácido sulfúrico concentrado y se agita por espacio de un minuto, después de este lapso se deja reposar la solución por 30 minutos, con el propósito de que se efectúe la reacción completa, agregar 200 ml. de agua destilada y 10 ml de H_3PO_4 al 95 % y se enfría el matraz en el chorro de agua, después de esta operación añadir unas gotas del indicador difenilamina y titular cuidadosamente con la solución ferrosa 0.5 N, hasta que el color de la solución vare de azul a verde tenue.

Para realizar esta determinación es importante preparar un blanco, de la siguiente manera: en un matraz Erlenmeyer de 500 ml se agrega 10 ml de dicromato de potasio más 20 ml de H_2SO_4 concentrado, se agita por un minuto y se deja reposar por 30 minutos, agregar 200 ml de agua destilada y 10 ml de H_3PO_4 al 95% más unas gotas del indicador y se procede a valorar.

Cálculos

$$\% \text{ MO (MATERIA ORGANICA)} = 10 (1-T/S) 1.34$$

Donde:

S = VALORACION DEL BLANCO, ml DE LA DISOLUCION FERROSA
T = VALORACION DE LA MUESTRA, ml DE LA DISOLUCION FERROSA
1.34 = VALOR QUE SE DEDUCE DE LA SIGUIENTE FORMA

$$(1.0N K_2 Cr_2O_7) (12 / 4000)(1.72 / 0.77) (100 / 0.5)$$

Considerando

0.5 g = PESO DE LA MUESTRA
1.72 = FACTOR CORRESPONDIENTE A LA TRANSFORMACION DE CARBON EN MATERIA ORGANICA
12/4000 = EL PESO meq DEL CARBON
0.77 = CARBONO ORGANICO RECUPERADO POR ESTE METODO

Determinación de nitrógeno

El nitrógeno⁽⁶⁷⁾ presente en los suelos se encuentra en mayor proporción en la materia orgánica. Sin embargo, existen cantidades de nitrógeno en forma inorgánica de compuestos amoniacales, de nitratos y en ocasiones de nitritos. Formas que contribuyen a aumentar la fertilidad del suelo.⁽³¹⁾

Hay varios métodos para determinar nitrógeno. Pero en el presente trabajo describiremos el método espectrofotométrico.

Nitrógeno en forma de nitratos

Material

- Tubos de ensaye
- Agitador de vidrio
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica
- Matraz Erlenmeyer
- Bomba de vacío
- Papel filtro
- Matraz kitasato
- Guantes de hule
- Embudo büchner

Reactivos

- Solución de extracción de iones. Disolver 100g de acetato de sodio en 400ml de agua destilada, agregar 30ml de ácido acético glacial y aforar a 1000ml con agua destilada.
- Solución estándar de nitratos. Disolver 0.0361g de nitrato de potasio en 500ml de solución extractiva. Esta solución corresponde a 10ppm de nitratos.
- Solución de brusina, al 4% en cloroformo.
- Acido sulfúrico concentrado
- Carbón activado

Procedimiento

Pesar 10g de suelo en un matraz Erlenmeyer. Añadir 50ml de la solución extractiva y una pequeña cantidad de carbón activado. Agitar la solución durante 30 minutos y filtrar.

En un tubo de ensaye se agregan 2ml de la solución filtrada anteriormente. Posteriormente se agregan 3 gotas de brusina al 4% y 4ml de H_2SO_4 concentrado, se agita cuidadosamente, para esta operación se recomienda usar guantes, el tubo debe estar sumergido en hielo. Esta solución se transfiere a la celda del espectrofotómetro y se procede a leer a una longitud de 530nm, utilizando como blanco la solución extractiva y carbón activado previamente filtrada. Curva estándar de nitratos. De la solución de 10ppm anteriormente preparada se toman diferentes alícuotas entre 0 a 10ppm, añadiendo a cada una 3 gotas de brusina al 4% y 4ml de H_2SO_4 , aforar a 100ml y leer a 530nm.

Cálculos

Hacer una gráfica en un papel milimétrico, donde, en el eje de las ordenadas será el 100% de la absorbancia y el eje de las abscisas las concentraciones de nitratos conocidas mediante la preparación de la curva estándar, en forma creciente. Construida la gráfica se procede a realizar lo siguiente, el valor de porciento de absorbancia de la solución problema se interpola hacia el eje de las abscisas de la gráfica y de esta manera conocemos la concentración de nitratos en la muestra del suelo analizado, considerando que se tomaron 50ml de solución extractiva y 10g de suelo.

Contenido de nitrógeno en forma de amonio

Material

- Balanza analítica
- Espectrofotómetro
- Agitador magnético
- Bomba de vacío
- Matraces volumétricos
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Matraz Kitasato
- Embudo Büchner

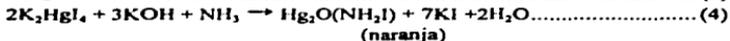
Reactivos

- Solución de Nessler: Disolver 45.5g de yoduro de mercurio (II) y 35.0g de yoduro de potasio en un mínimo de agua destilada. Se agregan 112g de hidróxido de potasio y se lleva esta mezcla a un volumen de 800ml. Se deja enfriar y se afora a 1 litro con agua destilada, dejando esta solución en reposo por 4 ó 5 días.
- Solución de tartrato de sodio al 10%: Disolver 10g de tartrato de sodio en agua destilada y aforar a 100ml con agua destilada.
- Solución de cloruro de sodio al 10% a pH de 2.5: Pesar 10g de cloruro de sodio, se disuelven en agua destilada, para verificar el pH se utiliza el potenciómetro y aforar a 100ml.
- Solución estándar de cloruro de amonio. Pesar 1.337g de cloruro de amonio aforar a 1 litro. Tomar 20ml, transferir a un matraz volumétrico y se afora a 50ml. La solución corresponde a 20ppm.

Procedimiento

Extracción del ión amonio del suelo: Pesar en un matraz Erlenmeyer 10g de suelo, añadir 20ml de la solución de cloruro de sodio, agitar con agitador magnético durante 30 minutos, se filtra y lavar el precipitado: 25ml de la solución de cloruro de sodio y agua destilada.

Este filtrado se afora a 100ml con agua destilada. Tomar una alícuota de 5ml pasarla a un matraz, agregar 2ml de la solución de tartrato de sodio, 80ml de agua destilada y 5 ml de la solución de Nessler, mezclar y aforar a 100ml con agua destilada. Esta solución equivale a 100ppm. Esperar 25 minutos para que la solución desarrolle color el cual es naranja, llevándose a cabo las siguientes reacciones.⁽³³⁾



Después de este lapso se toma la lectura de la muestra en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 475nm.

Curva estándar. De la solución de 100ppm anteriormente preparada se toman diferentes alícuotas entre 1.4 a 14ppm añadiendo 2ml de solución de tartrato de sodio 80ml de agua destilada y 5 ml de solución de Nessler, mezclar y aforar a 100ml, esperar 25 minutos para desarrollar color, leer a 475nm.

Cálculos

En un papel milimétrico hacer una gráfica, donde, el eje de las ordenadas será la absorbancia y el eje de las abscisas las concentraciones del ión amonio conocidas mediante la preparación de la curva estándar, en forma creciente. Construida la gráfica se procede a realizar lo siguiente: el valor de porcentaje de absorbancia de la solución problema se interpola hacia el eje de las abscisas de la gráfica y de esta manera conocer la concentración del ión amonio en la muestra del suelo analizado, considerando los 10g de suelo y las diluciones.

Las gráficas construidas tanto para nitratos como para amonio relacionando las concentraciones conocidas y el % de absorbancia para cada caso son líneas rectas ya que siguen la ley de Lambert-Beer.

Determinación de fósforo

El fósforo⁽⁶⁷⁾ del suelo se encuentra en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos y para que éste sea utilizado por las plantas, se debe transformar a forma soluble y asimilable, a través de procesos de mineralización y solubilización, en donde intervienen (microorganismos) que poseen la capacidad de transformar compuestos fosfatados insolubles hasta la forma asimilable (fosfobacterias).

La determinación de este elemento es importante. Dependiendo del tipo de suelo es el método⁽⁷⁸⁾ a utilizar, los cuales son:

El primer método es el de Bray-Kurtz, para suelos ácidos o que no contengan carbonatos. Para este método se utiliza una solución extractora de fluoruro de amonio en ácido clorhídrico retenido en superficies de minerales de hierro y aluminio; la acidez de la solución ayuda a la disolución de algo de fósforo combinado con calcio, pero si el suelo contiene carbonatos el ácido se neutraliza.

Y el segundo método es el de Olsen, el cual es para suelos alcalinos. Este método se realiza con una solución extractora de bicarbonato de sodio a pH 8.5. Esta solución permite una extracción a pH casi constante y promueve la disolución de los fosfatos de calcio presentes en suelos alcalinos.

Método Bray-Kurtz

Material

- Embudo
- Tubos de ensaye
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica
- Papel filtro
- Matraces volumétricos
- Matraz Erlenmeyer

Reactivos

- Solución base de fluoruro de amonio 1N: Disolver 37g de fluoruro de amonio y aforar a 100 ml con agua destilada.
- Solución extractiva: Diluir en agua 30 ml de la solución base de fluoruro de amonio 1N en 50 ml de ácido clorhídrico 0.5N y aforar a 1 litro con agua destilada. Esto corresponde a una solución 0.03N de fluoruro de amonio y 0.025N de ácido clorhídrico.

- Solución de ácido clorhídrico al 0.5 N: Diluir 40.5 ml de ácido clorhídrico en agua destilada y aforar a un litro con agua destilada.
- Solución de molibdato de amonio: Disolver 15g de molibdato de amonio tetrahidratado en 400 ml de agua destilada, agregar 350 ml de ácido clorhídrico 10N lentamente y agitando. Se deja enfriar y se afora a 1 litro. Esta solución debe renovarse cada dos meses.
- Solución estándar de fósforo: Pesar exactamente 0.0438g de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4 ; previamente secado en la estufa a 100°C), colocarlo en un vaso de precipitados y disolverlo con 40 ml de la solución extractora. Transferir cuantitativamente esta solución a un matraz volumétrico de 1 litro y aforar con solución extractiva. Esta solución corresponde a 10 ppm de fósforo.
- Solución de ácido cloroestano: Disolver 25g de cloruro estano dihidratado en 50ml de ácido clorhídrico concentrado mezclar y llevar a 500ml con agua destilada.

Procedimiento

Pesar 2.0g de suelo en un matraz Erlenmeyer, añadir 20ml de la solución extractora y agitar durante 5 minutos. Filtrar la solución con un papel filtro Whatman Número 2.

Del filtrado anterior transferir exactamente 1ml al tubo de ensaye, se le agregan 6ml de agua destilada y 2ml de la solución de molibdato de amonio⁽³³⁾ y se agita, (se forma un complejo de fosfo-molibdato):



Posteriormente se agrega 1ml de la solución de ácido cloroestano desarrollándose un color azul, la intensidad del color es proporcional a la cantidad de fósforo presente. Se agita y se deja reposar por 10 minutos y se procede a leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 660nm. Esta solución es estable por cuatro horas.

Curva estándar. De la solución de 10ppm de fósforo tomar diferente alícuotas entre 0.25ppm a 2.5ppm en diferentes matraces volumétricos de 100ml, se agregan 6ml de agua destilada y 2ml de la solución de molibdato de amonio, se agita, luego se adiciona un mililitro de la solución de ácido cloroestano, se agita y se deja reposar durante 10 minutos y se procede a leer a 660nm

Cálculos

Registrar los datos obtenidos en las lecturas de la curva estándar en papel milimétrico, donde, se relacione a las concentraciones conocidas con sus respectivas absorbancias y construimos una gráfica con estos datos, posteriormente con el valor de absorbancia de la muestra problema se interpola hacia el eje de las abscisas en la gráfica y de esta manera conocemos la concentración de fósforo en la muestra de suelo analizado, considerando los 2g de suelo y las diluciones.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA EL MÉTODO BRAY-KURTZ

Clase	ppm P
Bajo	<15
Medio	15-30
Alto	>30

Método Olsen

Material

- Espectrofotómetro
- Balanza analítica
- Pipeta volumétrica
- Matraces volumétricos
- Papel filtro
- Embudo
- Matraz Erlenmeyer
- Matraz Kjeldhal

Reactivos

- Solución extractora: Pesar 42g de bicarbonato de sodio en agua destilada y aforar a 1 litro. Ajustar el pH a 8.5 mediante la adición de hidróxido de sodio 1M. Adicionar aceite mineral para evitar la exposición de la solución al aire. Guardar, la solución en un recipiente de polietileno con una llave en la base para extraer porciones de la solución sin tocar o agitar el aceite, y revisar el pH de la solución cada mes.
- Solución de molibdato de amonio: Disolver 15g de molibdato de amonio tetrahidratado en 400 ml de agua destilada agregar 350 ml de ácido clorhídrico 10N lentamente y agitando. Se deja enfriar y se afora a 1 litro.
- Solución de ácido ascórbico, para desarrollar color; Pesar 0.739g de ácido ascórbico a 140 ml de la solución de, molibdato de amonio. Esta cantidad de

solución es suficiente para 24 determinaciones, este reactivo no es estable por más de 24 horas.

- Solución estándar de fósforo: Procedimiento descrito en la página 59.

Procedimiento

Pesar 2.5g de suelo en un matraz Erlenmeyer, agregar 50 ml de la solución extractora, agitar durante 30 minutos y filtrar. De la solución filtrada, transferir 5 ml con pipeta volumétrica a un matraz volumétrico de 25 ml, agregando 5 ml de la solución de ácido ascórbico teniendo cuidado de evitar pérdidas debido a la efervescencia y aforar con agua destilada.

Se deja reposar durante 15 minutos y se procede a leer a una longitud de onda de 660 nm.

Curva estándar. De la solución de 10 ppm de fósforo tomar diferentes alícuotas entre 0.25ppm a 2.5ppm en diferentes matraces volumétricos de 25ml, se adicionan 5ml de la solución extractora, mezclar, posteriormente se agregan 5ml de solución de ácido ascórbico, mezclar y aforar con agua destilada. Dejar reposar 15 minutos y leerlas a una longitud de onda de 660nm.

Cálculos

Registrar los datos obtenidos en las lecturas de la curva estándar en papel milimétrico, donde, relacione las concentraciones conocidas con sus respectivas absorbancias con estos datos construimos una gráfica, posteriormente con el valor de absorbancia de la muestra problema se interpola hacia el eje de las abscisas en la gráfica, de esta manera conocemos la concentración de fósforo en la muestra de suelo analizado, y determinamos los 2.5g de suelo y sus diluciones.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA EL MÉTODO OLSEN

Clase	ppm P
Bajo	<5.5
Medio	5.5-11
Alto	>11

Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico⁽⁷⁸⁾ de los suelos es el resultado que se obtiene al medir, usualmente mediante procesos químicos los miliequivalentes de carga positiva que neutralizan la carga negativa superficial de la fracción coloidal del suelo. Es un dato importante para caracterizar los suelos y manejar su fertilidad.

El procedimiento que más se ha utilizado para determinar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos es el que emplea acetato de amonio 1N, pH=7.0, como solución extractora.

Material

- Tubos de centrifuga de 50ml con fondo redondo
- Agitador de vidrio
- Centrifuga
- Matraces volumétricos
- Matraces Erlenmeyer

Reactivos

- Solución de acetato de amonio 1N, pH=7.0: Diluir 57ml de ácido acético glacial (99.5%) con agua destilada en un volumen de 500ml. Agregar 69ml de hidróxido de amonio concentrado, mezclar, ajustar pH=7.0 y aforar a 1 litro con agua destilada.
- Alcohol etílico al 95%.
- Solución de cloruro de sodio al 10%: Disolver 100.0g de cloruro de sodio en 750ml de agua destilada, ajustar pH a 2.5 con ácido clorhídrico y aforar a 1 litro con agua destilada.
- Óxido de magnesio.
- Indicador mixto: Disolver 0.1g de rojo de metilo y 0.5g de verde bromocresol en 100ml de alcohol etílico al 95% y llevar a un pH de 4.5 con hidróxido de sodio o ácido clorhídrico.
- Solución de ácido bórico al 4%: Pesar 40.0g de ácido bórico y disolverlo en 500ml de agua destilada y llevar a ebullición, enfriar y aforar a 1 litro con agua destilada.
- Acido clorhídrico 0.1N: A 8.02ml de ácido clorhídrico al 36%, agregar agua hasta aforar a 1 litro. Determinar su normalidad.

Procedimiento

Pesar 5g de suelo y transferirlo a un tubo de centrifuga de 50ml. Agregar 33ml de solución de acetato de amonio 1N. Tapar y agitar durante 10 minutos. Luego, centrifugar a 2500 rpm por 5 minutos o hasta que el líquido sobrenadante esté transparente. Decantar el líquido en un matraz de 100ml y repetir la extracción otras dos veces. Los extractos contienen los iones intercambiables del suelo.

El suelo que queda en el tubo de la centrifuga se lava 4 veces con 30ml de alcohol etílico y luego se transfiere a un matraz Kjeldhal, agregándose 40ml de solución de cloruro de sodio al 10% pH=2.5, 0.5g de magnesia calcinada y 150ml de agua destilada; se destila recibiendo el destilado en 40ml de ácido bórico al 4%, usándose indicador mixto para la titulación con HCl 0.1N. Hasta un vire de azul a amarillo.

Calculos

La capacidad de intercambio catiónico expresado en miliequivalentes por 100g de suelo (C1C) se calcula así:

$$C1C = 200 \text{ VN}$$

Donde:

V= VOLUMEN (ml) DE HCl EMPLEADO AL TITULAR EL DESTILADO EN LA SOLUCION BORADA

N= NORMALIDAD DEL HCl

200=100/ALICUOTA X 100/PESO DEL SUELO

ALICUOTA = 10ml Y PESO DEL SUELO = 5g

CLASIFICACIÓN PARA SUELOS ÁCIDOS Y ALCALINOS

Clase	C1C (meq/100g)
Muy alta	>40
Alta	25-40
Media	15-25
Baja	5-15
Muy baja	<5

Determinación de calcio y magnesio intercambiables

La determinación⁽³⁷⁾ de calcio y magnesio^(33,67) conjuntamente en el análisis de suelos es posible empleando un método volumétrico basado en la complejometría usando EDTA (Acido de etilendiamina tetraacético dihidratado).

Material

- Matraz aforado
- Balanza analítica
- Bureta de 25ml
- Matraz Erlenmeyer
- Agitador magnético
- Barra magnética
- Pipeta volumétrica de 25ml
- Pipeta graduada de 10ml
- Vasos de precipitados

Reactivos

- Solución extractora de acetato de amonio 1N a pH 7: Procedimiento descrito en la página 62.
- Solución EDTA 0.01N: Pesar 3.722g de la sal disódica del ácido etilendiamina tetraacético, agitar y aforar a 1 litro con agua destilada.
- Solución reguladora a pH 10: Disolver 68g de cloruro de amonio en 200ml de agua, se agregan 570ml de hidróxido de amonio concentrado, se agita y se afora a 1 litro con agua destilada.
- Indicador de calceína.
- Indicador de eriocromo negro T.

Procedimiento

Para la determinación de calcio y magnesio intercambiables se puede utilizar el extracto obtenido según el procedimiento descrito en la página 62.

Determinación de magnesio intercambiable

Tomar 25ml de la solución anterior, se agregan 10ml de agua destilada, 10ml de la solución reguladora a pH 10 y se agrega una pequeña cantidad de eriocromo negro T. Como indicador y se valora con EDTA 0.01N hasta el vire de color rojo vino-azul, como el EDTA es agente complejante tanto para calcio como para magnesio, en este momento determinamos los dos.

Determinación de calcio intercambiable

La segunda titulación es para la determinación específica de calcio, se toma una alícuota de 25ml de la solución aforada a 100ml, se pasa a un matraz Erlenmeyer y se diluye con agua destilada. Se le agregan 10ml de hidróxido de sodio al 10% a fin de aumentar el pH de 10 a 12 y que el magnesio precipite en forma de hidróxido, de modo que el magnesio quede "enmascarado" y el calcio se pueda valorar. Se utiliza el indicador de calceína y se valora con EDTA 0.01N hasta el vire de incoloro a rojo, y de esta manera se determina calcio. Y para la determinación de magnesio se realiza por diferencia.

Calculos

$$\text{Ca}^{2+} \text{ ppm} = \frac{(V_2 \times M_{\text{EDTA}}) (\text{mol de CaCO}_3) (\text{ml aforados}) (1000)}{\text{alícuota}}$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ ppm} = \frac{(V_1 - V_2 M_{\text{EDTA}}) (\text{mol de MgCO}_3) (\text{ml aforados}) (1000)}{\text{alícuota}}$$

Donde:

V_1 = VOLUMEN TOTAL DE EDTA, PARA LA DETERMINACION DE Ca^{2+} y Mg^{2+}

V_2 = VOLUMEN UTILIZADO DE EDTA, PARA LA DETERMINACION DE Ca^{2+}

1 mol CaCO_3 = 100.06g

1 mol MgCO_3 = 84.29g

AFORO = 100ml

ALICUOTA = 25ml

PESO DE LA MUESTRA = 5g

Determinación de potasio y sodio intercambiables

Generalmente el potasio se encuentra⁽⁶⁷⁾ en los suelos formando minerales y una pequeña parte se encuentra en forma intercambiable o como sales solubles. Por esta razón son las dos formas que se analizan.

Aunque la falta de sodio no es considerado un problema para las plantas, en los suelos si puede serlo si se encuentran en exceso, ya que los suelos alcalinos y sódicos poseen características físicas inadecuadas.

Las determinaciones se realizan en los extractos obtenidos al agitar el suelo con una solución extractora de acetato de amonio 1N a pH=7 en la proporción 1/10. En estas condiciones no hay interferencias.

El método a utilizar para dichas determinaciones es por flammometría.

Material

- Flammómetro
- Balanza analítica
- Matraz aforado de 1000 ml
- Matraces volumétricos
- Pipetas de 1,5, 10 y 20 ml
- Probeta de 1000 ml
- Vasos de precipitados.

Reactivos

- Solución extractora de acetato de amonio, a pH=7. Descrita en la página 62.
- Solución estándar de potasio. Pesar 0.1910 g de KCl (previamente secado en la estufa a 100°C, por espacio de 2 horas), disolver con 50 ml de agua destilada y aforar a 100 ml con agua destilada, esta solución corresponde a 100 ppm de potasio.
- Solución estándar de sodio. Pesar 0.2545 g de NaCl (Previamente secado en la estufa a 100°C por espacio de 2 horas), disolver con 50 ml de agua destilada aforar a 100 ml con agua destilada, esta solución corresponde a 100 ppm de potasio.

Procedimiento

Determinación de potasio intercambiable

De una parte del filtrado obtenido en la página 63, se toma la lectura en el flamómetro a 768 nm ajustando el aparato a 0 con agua destilada y a 100 con la solución de 100 ppm de potasio.

Curva estándar. De la solución de 100 ppm de potasio se toman diferentes alícuotas entre 0 a 100 ppm y se pasan a diferentes matraces volumétricos de 100 ml y se aforan con acetato de amonio 1N a pH=7, se agita y se toman las lecturas en el flamómetro a 768nm.

Cálculos.

Representar sobre papel milimétrico los lecturas medidas en el flamómetro relacionando las concentraciones y sus absorbancias, obteniendo de esta manera una línea recta. Posteriormente con el valor de absorbancia de la muestra problema se interpola hacia el eje de las abscisas en la gráfica y de esta manera conocemos la concentración de potasio en la muestra de suelo considerando peso y diluciones.

Determinación de sodio intercambiable.

A la otra parte del filtrado obtenido en la página 63, se toma la lectura en el flamómetro a 589nm, ajustando a 0 con agua destilada y a 100 con la solución de cloruro de sodio de 100ppm.

Curva estándar. De la solución de 100ppm de sodio se toman diferentes alícuotas entre 0 a 100ppm, se pasan a diferentes matraces volumétricos de 100ml y se aforan con acetato de amonio 1N a pH=7, se agita y se toman las lecturas en el flamómetro a 589nm.

Cálculos

Hacer una gráfica que relacione absorbancias y concentraciones de la curva estándar. Construida dicha gráfica con el valor de la absorbancia de la muestra problema se interpola hacia el eje de las abscisas en la gráfica y de esta manera conocemos la concentración de sodio en el suelo, considerando peso y diluciones.

Sales Solubles

El término "sales solubles", aplicado⁽⁷⁸⁾ a los suelos se refiere a los constituyentes inorgánicos del suelo que son apreciablemente solubles en agua. Muchas sales son utilizadas por las plantas como nutrientes, aun cuando su uso sea selectivo y preferente. Cuando la cantidad total de sales exceda ciertos límites puede dañar a las plantas y a los animales.

La información que proporciona la determinación de las sales solubles en el suelo sirve principalmente para caracterizar y delimitar áreas afectadas por salinidad.

Las sales se determinan en extractos acuosos de las muestras de suelo. Para conocer el contenido total de sales solubles se aprovecha la relación que existe entre la concentración salina de una solución y su conductividad eléctrica.

Las determinaciones de conductividad eléctrica se basan en el extracto obtenido de una pasta de suelo saturada con agua destilada, el resultado no se expresa en términos de concentración salina si no como conductividad eléctrica. Las unidades más usadas mho/cm.

Material

- Medidor de conductividad equipado con celda de conductividad
- Termómetro en caso de que la celda no tenga compensación automática por temperatura
- Espátula
- Matraz Kitasato
- Embudo Büchner
- Papel filtro Whatman Número 2
- Tubos de ensaye de 50 ml
- Probeta

Procedimiento

Preparación de una pasta saturada

Pesar 400g de suelo, se va agregando agua destilada desde una probeta y agitar con una espátula.

Al saturarse, la pasta brilla por la reflexión de la luz, fluye ligeramente si se inclina el recipiente y se desliza fácilmente en la espátula.

Dejar reposar la pasta durante 2 horas y verificar el criterio de saturación. La pasta no debe acumular agua en la superficie; por otro lado, puede perder su brillo o endurecerse durante el reposo. Si ha perdido brillo, si se ha endurecido es necesario mezclar nuevamente, agregando un poco de agua. En caso contrario, agregar suelo seco, registrando la cantidad agregada.

Después la pasta de saturación se filtra en un embudo Büchner con papel filtro N° 2 y se colecta el extracto mediante un tubo de ensayo. Si el filtrado inicial es turbio, filtrar nuevamente.

Posteriormente se realiza la determinación con el medidor de conductividad, la celda de conductividad normalmente debe enjuagarse con agua destilada y secarla (sin frotarla) con papel absorbente. Es recomendable enjuagar la celda con el mismo extracto, sumergiéndola dos o tres veces en el extracto para evitar una posible dilución con el agua destilada.

Si el aparato no tiene un compensador de temperatura, tomar la temperatura con el termómetro y corregir la temperatura como se indica en la TABLA 8.

Calculos

Se acostumbra⁽⁷⁸⁾ expresar los resultados de esta determinación en términos de conductividad eléctrica de extracto acuoso. Recordando que se tiene que determinar la constante K de la celda si el aparato que está usando no la da. En caso de que el equipo sí tenga este dato únicamente se multiplica la constante de la celda K, por la lectura obtenida. Este resultado debe ser corregido para la temperatura de manera que quede expresado como valores a 25°C. La forma de corregir por temperatura es:

$$(\text{Conductividad Eléctrica}) CE_{25} = CE_t \times Ft$$

Donde:

CE₂₅ = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A 25°C

CE_t = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A LA TEMPERATURA t

F_t = FACTOR DE CORRECCION CORRESPONDIENTE A LA TEMPERATURA t. CONSULTAR TABLA 8.

Para la determinación de la constante K de la celda, se realiza por medio de la conductividad eléctrica de una solución de cloruro de potasio 0.010M utilizando la ecuación 1.

$$K = L/C \dots\dots (1)$$

Donde:

L = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ESPECIFICA DE LA SOLUCION ESTANDAR DE CLORURO DE POTASIO (KCl) 0.010M, A LA TEMPERATURA LEIDA. VER TABLA 9.

C = CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE LA SOLUCION ESTANDAR DE CLORURO DE POTASIO (KCl) 0.010M MEDIDA EN LA CELDA.

Obtenido el valor de K se procede al cálculo de CE, descrito anteriormente.

°C	ft	°C	ft	°C	ft
3.0	1.709	18.0	1.163	33.0	0.858
4.0	1.660	19.0	1.136	34.0	0.843
5.0	1.613	20.0	1.112	35.0	0.829
6.0	1.569	21.0	1.087	36.0	0.815
7.0	1.528	22.0	1.064	37.0	0.801
8.0	1.488	23.0	1.043	38.0	0.788
9.0	1.448	24.0	1.020	39.0	0.775
10.0	1.411	25.0	1.000	40.0	0.763
11.0	1.375	26.0	0.979	41.0	0.750
12.0	1.341	27.0	0.960	42.0	0.739
13.0	1.309	28.0	0.943	43.0	0.727
14.0	1.277	29.0	0.925	44.0	0.716
15.0	1.247	30.0	0.907	45.0	0.705
16.0	1.218	31.0	0.890	46.0	0.694
17.0	1.189	32.0	0.873	47.0	0.683

TABLA 8. Factor de corrección correspondiente a la temperatura t.

Temperatura °C	Conductividad eléctrica microhom/cm	Temperatura °C	Conductividad eléctrica microhom/cm
15.0	1141.5	23.0	1353.6
16.0	1167.5	24.0	1380.8
17.0	1193.6	25.0	1408.1
18.0	1219.9	26.0	1435.6
19.0	1246.4	27.0	1463.2
20.0	1273.0	28.0	1490.9
21.0	1299.7	29.0	1518.7
22.0	1326.6	30.0	1546.7

TABLA 9. Conductividad eléctrica de la solución estándar de cloruro de potasio (KCl) 0.010M a la temperatura t.

Clasificación más generalizada de los suelos en función de su conductividad eléctrica. Se muestra a continuación:

Conductividad eléctrica del extracto de saturación mmho/cm	Efectos de la salinidad sobre los cultivos
0-2	Efectos despreciables de la salinidad
2-4	Los rendimientos de los cultivos muy sensibles pueden ser restringidos
4-8	Los rendimientos de muchos cultivos son restringidos
8-16	Sólo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente
> 16	Muy pocos cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente

TABLA 10. Clasificación de suelos en función de su conductividad eléctrica.

Determinación de cationes y aniones solubles en el extracto de saturación

1. Sodio, potasio, calcio y magnesio. Se cuantifican en igual forma que los intercambiables y se reportan en meq/l.
2. Carbonatos y bicarbonatos.

Material

- Pipeta volumétrica de 1 ml
- Matraz erlenmeyer de 250 ml
- Pipeta graduada de 5 ml
- Matraz volumétrico de 1000 ml
- Soporte Universal
- Pinzas de tres dedos

Reactivos

- Fenolftaleína al 1% en etanol al 60%
- Anaranjado de metilo al 0.01%.
- Acido Clorhídrico 0.01 N.

Se miden aproximadamente 4.25 ml de HCl concentrado y se afora a un litro con agua destilada y se determina su factor de normalidad.

Procedimiento

Se toma una alícuota de 1ml del extracto de saturación del suelo obtenido en la página 68, se agrega una gota de fenolftaleína, si la solución toma color rosa, se agrega HCl 0.01N gota a gota, hasta que desaparezca el color.

Esta lectura se designa como A, se agregan 2 gotas de anaranjado de metilo y se titula hasta la primera coloración canela, esta nueva lectura se designa como B.

Cálculos

$$\text{meq/l CO}_3^{2-} = \frac{(2A) (N)(1000)}{\text{ml de alícuota}}$$

$$\text{meq/l HCO}_3^{-} = \frac{(B-2A) (N)(1000)}{\text{ml de alícuota}}$$

Donde:

N = NORMALIDAD DEL ACIDO CLORHIDRICO

2 = DA LA CANTIDAD DE CO₃²⁻ en meq / l

3. Cloruros

Titulación con nitrato de plata

Material

- Vidrio de reloj
- Espátula
- Matraz volumétrico de 1000 ml
- Embudo
- Papel Filtro
- Matraz erlenmeyer de 250 ml
- Pipeta volumétrica de 1 ml
- Bureta
- Soporte Universal
- Pinzas de tres dedos

Reactivos

- Indicador de cromato de potasio al 5%. Disolver 5g de cromato de potasio 50 ml de agua destilada y, después se añade una solución saturada de nitrato de plata gota a gota, con agitación, hasta que se produzca un precipitado de color ligeramente rojo. Se filtra la disolución y se diluye el filtrado hasta 100ml.
- Solución de nitrato de plata al 0.05N. Se pesan exactamente 8.494g de AgNO_3 en un litro de agua destilada, se determina el factor de normalidad y se guarda en frasco ámbar.

Procedimiento

Se toma una alícuota de 1 ml del extracto de saturación del suelo obtenido en la página 68, se agregan 4 gotas de cromato de potasio, agitar y titular gota a gota con nitrato de plata hasta un color rojizo que sea estable.

Realizar un blanco de la siguiente manera, en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, agregar 4 gotas de cromato de potasio, agitar y titular gota a gota con nitrato de plata hasta un color rojizo.

Cálculos

$$\text{meq} / \text{l } \text{Cl}^- = \frac{\text{ml AgNO}_3 - \text{ml AgNO}_3 \text{ testigo} \times 0.05 \times 1000}{\text{Alícuota}}$$

0.05 = CONCENTRACION DE LA SOLUCION DE NITRATO DE PLATA.

4) Sulfatos

La determinación de Sulfatos puede determinarse por espectrofotometría.

Material

- Vidrio de reloj
- Matraz erlenmeyer de 125 ml
- Espátula
- Pipeta volumétrica de 1 ml
- Probeta de 10 ml
- Pipeta graduada de 5 ml
- Espectrofotómetro

Reactivos

- Acido Clorhídrico 1N
- Cloruro de bario al 20%. Se disuelven 20 g de cloruro de bario en 100 ml de agua destilada.
- Solución estándar de Sulfato de sodio. Se pesan 0.35515 g de sulfato sodio y se colocan en un matraz de un litro y se afora con agua destilada. Esta solución equivale a 10 meq/l de sulfato de sodio.

Procedimiento

Curva estándar. De la solución de 10 meq/l de sulfato de sodio tomar diferentes alícuotas entre 0 a 10 meq/l, agregar a cada una de las diferentes alícuotas 1ml HCl 1N, más 1ml de cloruro de bario al 20% y llevar a 5ml, desarrollar color y tomar las lecturas en el espectrofotómetro a 445 nm.

Cálculos

Representar sobre papel milimétrico las lecturas medidas en el espectrofotómetro relacionando las concentraciones y sus absorbancias. Posteriormente con el valor de absorbancia de la muestra problema se interpola hacia el eje de las abscisas en la gráfica y de esta manera conocemos la concentración de sulfatos en la muestra de suelo.

$$\text{meq/l SO}_4^{2-} = \frac{\text{meq / l de la gráfica} \times 100}{\text{ml alícuota}}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones que se obtienen de este trabajo son las siguientes:

1. Como primer punto y el más importante es realizar un análisis de suelos, para comprobar y verificar si el suelo donde se quiere sembrar mango está en óptimas condiciones y si es el adecuado para dicho cultivo.
2. Las semillas deben ser de la mejor calidad posible.
3. Informar, fomentar y aplicar medidas preventivas para plagas y enfermedades tanto para el árbol como para el fruto del mango.
4. El uso de nitrato de potasio,⁽⁷⁵⁾ para aumentar la floración, se deberá aplicar cuando el árbol tenga 4 años de edad en adelante. La concentración es de 40 gramos de nitrato de potasio por litro de agua, deben evitarle concentraciones más elevadas debido a que provocan quemaduras en las hojas. Estas aspersiones se aplicarán en la primera quincena de noviembre y para facilitar dicha operación se recomienda iniciar la aplicación por la parte interior del árbol y enseguida rociar la parte de la copa. Las primeras indicaciones de respuesta de las aspersiones se notan rápidamente: a los 2 ó 3 días el follaje muestra síntomas de deshidratación, las hojas se ven opacas, ligeramente arrugadas, y en algunos casos con la punta levemente quemada (esto es normal ya que el nitrato de potasio es una sal y por lo tanto absorbe la humedad del tejido foliar) a los 30-40 días las paniculas están completamente desarrolladas y con flores abiertas, claro está que se va a adelantar la cosecha, pero los frutos serán de mejor calidad.
5. Una vez que termine la cosecha del mango, es recomendable realizar un análisis de suelo para ver qué requiere el suelo.
6. El análisis de muestras de suelos en el laboratorio, es importante para el diagnóstico de los factores limitantes para la producción frutícola; pero no sustituye a los indicadores climáticos, patológicos, ni a la sintomatología observada *in situ*.
7. No debe olvidarse que el muestreo, es la columna vertebral de los análisis, ya que éstos deben muestrearse en el mismo lugar y de la misma forma que la primera vez que se realizó. De no seguir de la misma forma los análisis no tendrán ninguna validez y serán reactivos y tiempo perdido.

- 8. Es importante la calibración de las metodologías y estándares para los análisis de los suelos y así obtener buenos resultados.**
- 9. Cada muestra requiere un tratamiento especial, por lo que se debe establecer previa y claramente lo que se espera de un análisis.**

Las recomendaciones se mencionan a continuación:

- El suelo más apropiado para el cultivo de mango es aquél de textura media, profundo y bien drenado. Los cuales son: aluviales arcillosos, limosos y los rojos lateríticos.
- La precipitación pluvial anual mínima debe ser de 1000 mm de lluvia. Con una temporada seca de aproximadamente cuatro a seis meses de duración, el promedio mensual no debe exceder los 60mm.
- La temperatura ideal para el cultivo de mango debe oscilar entre 23.7 y 26.6°C.
- La altitud óptima de adaptación del mango es de 40 metros a nivel del mar.
- Los vientos no deben exceder los 3 ó 4 Beaufort (11 a 18 y 18 a 28 Km/h, respectivamente).
- Las sales solubles no deben exceder 1.0 a 1.2 mho/cm.
- El pH óptimo para el cultivo del mango es de 5.5-7.5.
- En cuanto a los elementos esenciales, se resumen en la siguiente TABLA 11.

Elemento esencial	Porcentaje (%)
Nitrógeno (N)	1.0-1.5
Fósforo (P)	0.1-0.2
Potasio (K)	0.3-0.8
Sodio (Na)	Menor de 10
Calcio (Ca)	2.0-3.5 Suelos ácidos 3.0-5.0 Suelos alcalinos
Magnesio (Mg)	0.15-0.5
Hierro (Fe)	0.5-5.0
Manganeso (Mn)	0.020-1.0
Cobre(Cu)	0.0005-0.015
Boro (B)	0.001-0.25
Materia orgánica (MO)	3.0-5.0

TABLA 11. Elementos esenciales para el cultivo de mango.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, A. S., CASTELLANOS, J.Z.
"ANALISIS QUIMICO PARA EVALUAR LA FERTILIDAD DEL SUELO"
PUBLICACION ESPECIAL N° 1
(1987)
2. AGUILAR, ZAMORA, AGUSTIN, A.
"APLICACION DE NITRATO DE POTASIO EN MANGO PARA
ADELANTAR LA FLORACION"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
(1972)
3. ANONIMO
"EL MANGO"
COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA, S.A.G.
(1971)
4. AROZA, MENA, I.C.
"ENCICLOPEDIA PRACTICA DEL AGRICULTOR"
VOL. III
Ed. SINTES
BARCELONA
(1963)
5. ARREDONDO, SERGIO.
"PROGRAMA NACIONAL DE FRUTICULTURA
MEXICO
(1974)
6. AVILAN, R. L., CHAURA, O.
"EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL MANGO"
ING. AGRONOMIC TROPICAL 28, 1, 5-18
(1975)
7. AVILAN, R. L.
"LA FERTILIZACION DEL MANGO EN VENEZUELA"
FRUITS 38, 7-8, 553-562
(1983)

8. BARNEL, E.
"STUDIES IN THE TROPICAL FRUITS"
ANN. BOT LUND 3, 77
(1934)
9. BAYER DE MEXICO, S. A.
"MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA"
CI. I
MEXICO
(1973)
10. BEAR, F. E.
"CHEMISTRY OF THE SOIL"
2nd. PRITING
REINHOLD PUBLISHING CORPORATION
N.Y.
(1964)
11. BERGER, O.C.
"INTRODUCTORY SOILS"
Mc. MILLAN COMPANY
N.Y.
(1965)
12. BIBLIOTECA PRACTICA AGRICULTURA Y GANADERIA
"FRUTALES Y BOSQUES"
LIMUSA S. A. DE C. V.
(1979)
13. BOUYOCOS, G. L.
"DIRECTION FOR MARKING MECHANICAL ANALYSIS OF SOILS"
BY HIDROMETER METHOD
SOIL SCIENCE 42, 225-230
(1936)
14. BUCKMAN, H.O. Y NYLE, C.B.
"NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS"
2nd. EDICION
UNION TIPOGRAFICA
HISPANOAMERICANO, S.A. DE C.V.
MEXICO
(1982)

ESTA TEXTO NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

15. CAMPBELL, C.W. Y MALO, S.E.
"THE MANGO COOPERATIVE EXTENSION WORK IN AGRICULTURE
AND HOME ECONOMICS"
FRUITS CROPS FACT SHEET
FLORIDA, U.S.A.
(1967)
16. CHAPMAN, H.D. Y PRAT, P.F.
"METODOS DE ANALISIS PARA SUELOS, PLANTAS Y AGUA"
1ª EDICION
TRILLAS
(1979)
17. COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
"MAYO N° 46"
MEXICO
(1973)
18. CROQUIST, A.
"BOTANICA BASICA"
C.E.C.S.A.
MEXICO
(1973)
19. DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONOMICOS DE LA COMISION
"NACIONAL DE FRUTICULTURA"
MEXICO
(1974)
20. DEPARTAMENTO DE COMERCIALIZACION
"COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA"
MEXICO
(1974)
21. DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA
MEXICO
(1974)
22. DUCHAU FOUR, P.
"MANUAL DE EDAFOLOGIA"
TOMY-MASSON, S. A.
BARCELONA, ESPAÑA
(1975)

23. ESTADISTICA DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
(1968-1969)
24. FRAIRE, MR. Y MOSKETA, J.R.
"ENSAYO DE FUNGICIDAS PARA PREVENIR LA ANTRACNOSIS"
Collete trichun gloeosporioides penz EN MANGO
AGRICULTURA TECNICA
VOL II
INIA, MEXICO
(1969)
25. FRAIRE, M. R.
EVALUACION DE FUNGICIDAS PARA PREVENIR LA ANTRACNOSIS
Collete trichun gloeosporioides penz EN MANGO
AGRICULTURA TECNICA
VOL. III
INIA, MEXICO
(1974)
26. GALAN, SAUCO, VICTOR.
"LOS FRUTOS TROPICALES EN SUBTROPICOS"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
(1975)
27. GONZALEZ, SANTOS, ARMANDO.
PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL MANGO EN MEXICO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
(1982)
28. GRAN ENCICLOPEDIA RIALP
TOMO XXIII
EDICIONES RIALP, S. A.
MADRID
(1979)
29. HAYES, W. B.
"FRUIT GROWING AND INDIA"
KITABISTAN AZA 154-195
INDIA
(1970)

30. HULME, A. C.
 "THE BIOCHEMISTRY OF FRUITS AND THEIR PRODUCTS"
 VOL. II
 ACADEMIC PRESS LONDON AND NEW YORK
 (1965)
31. INFORMACION AGROPECUARIA Y FORESTAL
 SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS"
 DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA
 MEXICO
 (1983)
32. INFORMACION SOBRE ASPECTOS GEOGRAFICOS, SOCIALES Y
 ECONOMICOS
 SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO"
 COORDINACION DE LOS SEVICIOS NACIONALES DE ESTADISTICA,
 GEOGRAFIA E INFORMATICA
 VOL I
 ASPECTOS GEOGRAFICOS
 MEXICO
 (1984)
33. JACKSON, M. L.
 "ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS"
 OMEGA, S. A.
 BARCELONA
 (1964)
34. KASHYAP, R. JYOTISHI, R. P. SHARMA, A. B.
 "SYMPOSIUM ON MANGO AND MANGO CULTURE"
 ACTA HORTICULTURATE 24, 99-100
 INDIA
 (1972)
35. KONONOVA, M. M.
 "MICROORGANISMS AND ORGANIC MATTER OF SOILS"
 2nd. EDITION
 PARGANON PRESS LTD
 OXFORD
 (1966)

36. KOO, C. J., AND YOUNG, T. W.
"EFFECT OF AGE AND POSITION ON MINERAL COMPOSITION OF MANGO LEAVES"
JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR HERTI CULTURAL SCIENCE
VOL. 77
U.S.A.
(1972)
37. KUANG, L. CH., Y BRAY, R. H.
"DETERMINACION DE Ca Y Mg EN SUELOS Y PLANTAS"
SOIL SCI. 50, 239-252
(1951)
38. LAKSHMI, NARAYANA. S.
"LA MALFORMACION EN EL MANGO"
COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
SERIE INV. FIS N°1.
MEXICO
(1973)
39. LAKSHMI, NARAYANA. S.
"COMUNICACION PERSONAL"
CONAFRUT
MEXICO
(1973)
40. LAURENCE, GEORGE. H.
"TAXONOMY OF VASCULAR PLANTS"
THE MC. MILLAN COMPANY
U.S.A.
(1971)
41. LEZAMA, M. M.
"PUDRICION TEXANA"
NOTICIERO CONAFRUT
N° 5, AÑO 1, TOMO 1
MEXICO
(1971)

42. LEON, J.
"FUNDAMENTOS BOTANICOS DE LOS CULTIVOS TROPICALES"
INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
SAN JOSE, COSTA RICA
(1972)
43. MALO, S.E. AND MILLAN, MR.
"A DISEASE OF MANGIFERA INDICA L. IN FLORIDA"
SIMILAR TO MANGO MALFORMATION
PROCEEDINGS OF THE FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY
VOL. 85
U.S.A.
(1972)
44. MANZANILLO, NUÑEZ
"NEW CULTIVAR DE MANGO"
SARH OCT
(1985)
45. MANZANILLO, NUÑEZ
LA COMERCIALIZACION DE UN NUEVO CULTIVO DE MANGO EN UNA
PARCELA LLAMADA "EL COLOMO"
MEXICO
(1982-1984)
46. MARSHALL, C. E.
"THE PHYSICAL CHEMISTRY AND MINERALOGY OF SOILS"
VOL. 1
N. Y.
(1977)
47. MELA, N. P.
"TRATADO DE EDAFOLOGIA"
2nd. EDICION
AGROCIENCIA
ESPAÑA
(1963)
48. MENA, L. E.
"COORDINACION GENERAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1984)

49. "MEXICO EN LA ORBITA DEL MERCADO MUNDIAL DEL MANGO"
AGROVISION 8, 33-37, AÑO 1
(1994)
50. MILLAR, C. E. Y TURK, L. M.
"EDAFOLOGIA"
2a EDICION
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.
MEXICO
(1975)
51. MOJICA, BRAVO. HIRAM.
"PLAGAS FRUTALES"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1975)
52. MORENO, D. R.
"CLASIFICACIONES TENTATIVAS DEL pH, MATERIA ORGANICA Y
MACRONUTRIMENTOS DEL SUELO"
SARH INIA
MEXICO
(1970)
53. MORIN, CHARLES.
"CULTIVO DEL MANGO"
BOLETIN TECNICO
MEXICO NOV
(1963)
54. MORIO, C.
"CULTIVO DE MANGO"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1976)
55. MOSQUEDA, V. R. DE LOS SANTOS, R. DE LA F.
"ASPERSIONES DE NITRATO DE POTASIO PARA ADELANTAR E
INCIDIR LA FLORACION DEL MANGO MANILA EN MEXICO"
Am. Soc. Hort Sci. 22, 311-316
(1983)

56. MUKHERJEE, S. K.
"THE ORIGIN OF THE MANGO"
J. hort. 12, 128-34
INDIAN
(1958)
57. MUNSELL SOIL COLOR CHART
"MUNSELL COLOR COMPANY INC"
BALTIMORE U.S.A.
(1971)
58. NAIK, K. C.
"A MONOGRAPH ON CLASIFICACION AND NOMENCLATURE OF
SOUTH INDIAN MANGOES"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1975)
59. NARAYANA, L. SUBRAMAYAM, H., SUBMANDRA, N. V.
"SOME ASPECTS OF DEVELOPMENT PHYSIOLOGY OF THE MANGO
FRUIT"
J. Hort. SCI. 48, 138-42
(1970)
60. "NUEVA FARMACOPEA MEXICANA DE LA SOCIEDAD
FARMACEUTICA"
SEXTA EDICION
BOTAS
MEXICO
(1970)
61. NUÑEZ, E. R.
"EDAFOLOGIA GENERAL"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1978)

62. OCHSE, J. J., SOUCE, M. J., DICKMAN, M. J., and WEHLBURG, C.
"MANGO, CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE PLANTAS TROPICALES Y
SUBTROPICALES"
VOL. 1
LIMUSA S. A. DE C. V.
MEXICO
(1982)
63. ORTEGA, E. T.
"QUIMICA DE SUELOS"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1981)
64. ORTEGA, O. D.
"QUIMICA AGRICOLA APLICADA"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1981)
65. PALACIO, MARTINEZ, VICTOR
"DIAGNOSTICOS NUTRICIONAL DEL MANGO"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1991)
66. PALMER, R. G., THOLET, F. R.
"INTRODUCCION A LA CIENCIA DEL SUELO"
MANUAL DE LABORATORIO
EDITOR, S. A.
MEXICO
(1980)
67. PRIMO, Y. E., CARRASCO, D. J.
"QUIMICA AGRICOLA"
VOL. 1, SUELOS Y FERTILIZANTES
ALHAMBRA
MADRID
(1963)

68. "PLAN DISEASE THE YEAR BOOK OF AGRICULTURE"
UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
U.S.A.
(1953)
69. "PROPAGACION VEGETATIVA DEL MANGO"
FOLLETO 1092
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1985)
70. RAEHLE, G. D., and PRUCE, L. R.
"MANGO GROWING IN FLORIDA AND AGRICULTURAL EXPERIMENT"
STATION, UNIVERSITY OF FLORIDA BOLLENTIN 574
U.S.A.
(1955)
71. RAMESHWAR, A.
"UN MANGO ENANO PARA EL HUERTO DE SU CASA"
HORTICULTURA
LIMUSA S. A. DE C. V.
MEXICO
(1973)
72. RAMIREZ, D. J., Y IRETA, A. O.
"ESTUDIOS COMPARATIVOS DE CULTIVARES DE MANGO, EN
PLANTACIONES DE CULIACAN, SINALOA"
AGRICULTURA TECNICA EN MEXICO
MEXICO
(1973)
73. RANSIT, SINGH.
"FRUITS"
NATIONAL BOOK TRUST 16-46
(1969)
74. REYNA, MA. TERESA.
"COMUNICACION PERSONAL"
CONAFRUT
MEXICO
(1974)

75. ROSADO, MARTINEZ, JUAN
 "EFECTOS DE LA APLICACION DEL NITRATO DE POTASIO A
 DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA FLORACION EN MANGO"
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
 MEXICO
 (1990)
76. SANCHEZ, C. S., SARMIENTO, I. L., Y LAKSHMINARAYANA.
 "ESTUDIOS PRELIMINARES EN SELECCION DE MANGO"
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
 MEXICO
 (1986)
77. SCHNITZER, M., and KAHN, S. V.
 "SOIL ORGANIC MATIER"
 ELSERVIER AMSTERDAM
 (1978)
78. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 "INSTRUCTIVO PARA ANALISIS DE SUELOS"
 MEXICO
 (1988)
79. SERVICIO DE INVESTIGACION AGRICOLA
 MEXICO
 (1973)
80. SINGH, L. B.
 "THE MANGO BOTANY CULTIVATION AND UTILIZATION WORLD
 CRUP BOOKS"
 LEONAR HILL LONDON
 U. K.
 (1968)
81. SINGH, R. N.
 "STUDIES IN FLORAL BIOLOGY AND SUBSEQUENT DEVELOPMENT
 BEHAVIOR OF SOME SOUTH INDIAN VARIETIES OF MANGO"
 (*Mangifera indica* L.)
 UNDER NORTH INDIAN CONDITION
 TROP. Agric trin. 42, 171-174
 (1954)

82. SKOOG, D. A. Y WEST, D. M.
 "ANALISIS INSTRUMENTAL"
 2a. EDICION
 NUEVA EDITORIAL INTERAMERICANA
 MEXICO
 (1984)
83. SMOOT, J. J., HOUCK, L. G. and HOWARD, J. B.
 "DISEASES OF CITRUS AND OTHER SUBTROPICAL FRUITS"
 AGRICULTURE HANBOOK
 U.S.A.
 (1971)
84. SNELL, F. B., and SNELL, C.
 "COLORIMETRIC METHODS OF ANALYSIS"
 INORGANIC
 DE VAN NOSTRANO CO. INC.
 (1973)
85. SOCIEDAD MEXICANA DE FITOPATOLOGIA
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
 MEXICO
 (1987)
86. TAH IUIT, J. F.
 "EL ANALISIS QUIMICO DE SUELOS"
 1a. EDICION
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
 MEXICO
 (1987)
87. TISDALE, S. L., Y NELSON, W. L.
 "FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y FERTILIZANTES"
 1a. EDICION
 UTHEA, S. A. DE C. V.
 MEXICO
 (1982)
88. TURUTAKASHI.
 "COMUNICACION PERSONAL"
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
 MEXICO
 (1974)

89. VALENCIA, G. H., Y VELASCO, H. S.
"LA PAPALOTA DEL MANGO Y SU CONTROL EN VERACRUZ"
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DEL SURESTE DE
MEXICO
(1972)
90. VELASCO, CARDENAS, J.
"EL MANGO EN MEXICO"
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO
MEXICO
(1975)
91. VILLEGAS, M.
"COMUNICACION PERSONAL"
CONAFRUT MEXICO
(1974)
92. WOLFE, H. E., GORT, R.
"EL CULTIVO DE MANGO EN EL PERU"
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA
Bol. Tec. 74, 39
(1969)
93. YOUNG, T. W.
"INFLUENCE OF TEMPERATURE ON GROWTH OF MANGO PALLEN"
Proc. Fla. Hort. Soc. 68, 308-313
(1955)
94. YOUNG, T. W.
"FERTILIZING MANGO TREES IN FLORIDA"
UNIVERSITY OF FLORIDA
U.S.A.
(1967)
95. YOUNG, T. W., and KOO, C. J.
"MINERAL COMPOSITION OF FLORIDA MANGO LEAVES"
Hort Soc. 82, 324-328
(1969)

96. YOUNG, T. W., and KOO, C. J.
"VARIATION IN MINERAL CONTENT OF FLORIDA MANGO LEAVES"
Hort. Soc. 84, 298-303
(1971)
97. YOUNG, T. W., and MINER, J. T.
"RELATION OF NITROGEN AND CALCIUM TO "SOFT-MOSE"
DISORDER IN MANGOS FRUITS"
Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. 78, 201-208
(1961)