

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD REGIONAL LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“IDENTIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES QUE ATACAN A LA
SANDÍA [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansef.] POR ETAPA FENOLÓGICA
Y FECHA DE SIEMBRA”**

Por

Blanca Pérez Pérez

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
Para obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

"IDENTIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES QUE ATACAN A LA
SANDÍA [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansef.] POR ETAPA FENOLÓGICA
Y FECHA DE SIEMBRA"

POR

BLANCA PÉREZ PÉREZ

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito
parcial para obtener el Título de

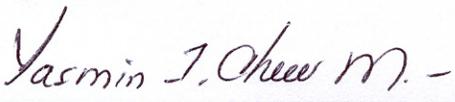
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

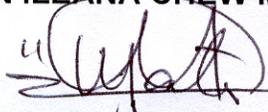
Asesor principal:


DR. PEDRO CANO RÍOS

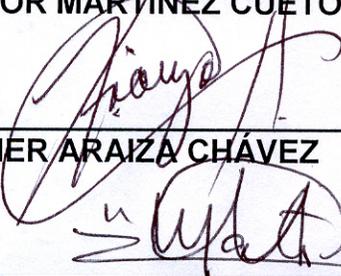
Co-Asesor :

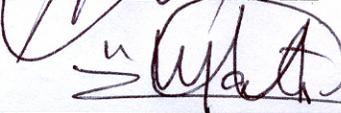

MC. YASMIN ILEANA CHEW MADINAVEITIA

Asesor :


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

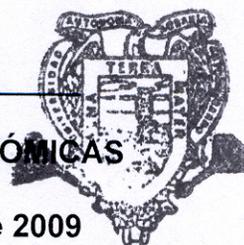
Asesor:


ING. JAVIER ARAIZA CHÁVEZ


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2009



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

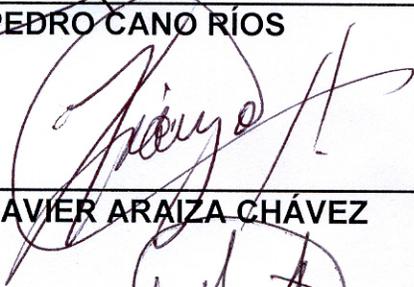
TESIS DE LA C. BLANCA PÉREZ PÉREZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO EN
HORTICULTURA.

APROBADA POR:

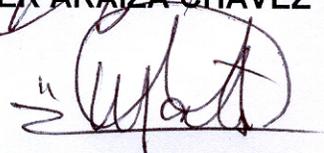
PRESIDENTE:


DR. PEDRO CANO RÍOS

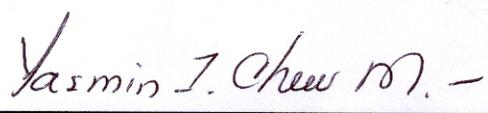
VOCAL:

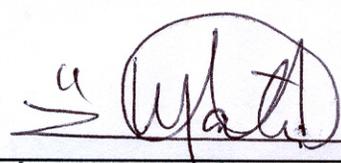

ING. JAVIER ARAIZA CHÁVEZ

VOCAL:


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


MC. YASMIN ILEANA CHEW MADINAVEITIA


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA TERRA MATER** que me dio la oportunidad y facilidad de realizarme como profesionista y cobijarme durante cuatro años y medio de mi carrera

Con todo respeto y admiración muy especial al **Dr. Pedro Cano Ríos** por darme la oportunidad de ser mi asesor principal en la realización de este trabajo de tesis, en mi formación como profesionista y como persona por haberme brindado sus conocimientos, experiencias, consejos, por tenerme paciencia, comprensión y por su dedicación.

A mis asesores Javier Araiza Chávez y Víctor Martínez Cueto por sus apoyo y colaboración en este trabajo de tesis y por la amistad brindada

A las autoridades del campo experimental la Laguna del instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias (INIFAP) por el apoyo durante la realización de este trabajo. Principalmente a la MC. **Yasmin Chew Madinaveitia** por su apoyo, dedicación, paciencia y colaboración en este trabajo de tesis.

A los profesores del departamento de Horticultura, Ing. Francisca Sánchez Bernal, Ing. Lucio Leos Escobedo, Dr. Ángel Lagarda Murrieta, Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa, Dr. Eduardo Madero Tamargo e Ing. Francisco Suárez García. Gracias por compartir sus conocimientos, consejos y por la amistad brindada.

A mis amigos: Bibí, Ceci, Alma, David Díaz, Melesio, Héctor y José Iván (+) gracias por sus confianza, amistad, cariño, consejos, comprensión, regaños y por compartir risas.

A mis compañeros: Zen, Bani, Miriam, Celia, Rita, Elvia, David Sánchez, David Aniceto, Abel, Rosendo, Moisés, Arturo, Diego, Rogelio, Antonio, Efrén, Joel, Fernando y Lázaro. Gracias por compartir momentos alegres conmigo

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo, muy especial y con mucho cariño a :

A Dios por darme la vida y la salud, la voluntad y las ganas de querer seguir prosperando y por permitir llegar a esta etapa de mi vida. Por su poder y no dejar que me rinda ante los problemas económicos y personales. Gracias Dios por bendecir mi camino.

A mis padres:

Joel Pérez López

Roselia Pérez Roblero

Gracias por haberme dado la vida, por sus sabios consejos, por el cariño y amor que siempre me han brindado, por creer y confiar en mi, aunque hemos pasado momentos muy difíciles han estado siempre apoyándome y brindándome su amor. **LOS QUIERO.**

A mis hermanos: Lorenzo (+), Érica, Estela, Yoni Caín, Ervin, Maidi, Gerardo y Nasheli, a quienes quiero, admiro y respeto, gracias por apoyarme, por estar siempre conmigo, espero que para ustedes sea un ejemplo a seguir.

A mi abuela Guadalupe Pérez Roblero, gracias por su apoyo, cariño, comprensión y amor, con todo cariño para ti

A mis sobrinos: Kevin, Abril, Aldrin y Sindi Atciri, gracias por brindarme momentos de alegría a mi vida

A mi novio **Luis Felipe Avalos García**, gracias por estar a mi lado y por que sin proponértelo me haz hecho descubrir la enorme capacidad que se puede tener para amar sin esperar nada a cambio, gracias por los momentos hermosos que pasamos juntos, por tu cariño, comprensión, animo, consejos y permitir que mi sueño se hiciera realidad, nunca olvidare las experiencias que viví a tu lado. **TE QUIERO.**

RESUMEN

La sandía es uno de los frutos más apreciados y que goza de gran demanda en épocas de calor, ocupando el segundo lugar en importancia de las cucurbitáceas por la superficie sembrada en México, lo cual contribuye a la generación de empleos debido a la considerable demanda de obra que requiere (130 jornales por hectárea). La Comarca Lagunera es considerada como una de las principales regiones del país ya que favorece a la adaptación y establecimiento del cultivo de la sandía.

El presente estudio se llevó a cabo en el cuadro agrícola de los Municipios de Matamoros y Viesca Coahuila, donde se seleccionaron tres huertas de sandía sembradas en fechas tempranas en el ciclo agrícola 2009. La superficie de las huertas seleccionadas para la observación de las enfermedades fluctuó entre 1.5 has y 4 has. En dos de ellas el sistema de riego fue cintilla y acolchado y en la otra el riego fue por gravedad y acolchado.

Las enfermedades fungosas que se presentaron en el cultivo de sandía fueron: Ahogamiento (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp). Durante la etapa fenológica de dos hojas verdaderas (2H) hasta la aparición de guías (AG). Marchitez (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*) se presentó durante la etapa fenológica de la quinta hoja verdadera (5H) hasta la terminación de cosecha y Tizón foliar (*Alternaría cucumerina*). Se presentó durante la etapa fenológica de la quinta hoja verdadera (5H) hasta la terminación de cosecha. Los virus que se detectaron fueron: virus mosaico del tabaco (VMT), virus mosaico de la calabaza (VMC), virus mosaico del zucchini (VMZ) y virus mosaico de la sandía (VMS), estos virus se presentaron durante la etapa de cosecha.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, *Alternaría*, Ahogamiento, Marchitez y Etapa fenológica

ÍNDICE	PÁG
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO	3
1.2 HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 ORIGEN.....	4
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	4
2.3 TAXONOMÍA	5
2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	5
2.4.1 Planta	5
2.4.2 Sistema radicular.....	5
2. 4. 3 Tallos.....	5
2.4.4 Hoja.....	6
2. 4. 5 Zarcillos	6
2.4.6 Flores	7
2.4. 7 Fruto	7
2.4.8 Semilla.....	8
2. 5 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y DEL SUELO	8
2.5.1 Clima	8
2.5.2 Temperatura.....	9
2.5.3 Humedad.....	9
2.5.4 Suelo	10
2.5.5 Luz.....	10
2.6 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL.....	11
2.6.1 Valor nutricional.....	11
2.7 PRÁCTICAS CULTURALES.....	12

2.7.1 Preparación del terreno	12
2.7.2 Trazo de camas.....	12
2.7.3 Barbecho	12
2.7.4 Rastreo agrícola	12
2.7.5 Trazos de bordos y camas	12
2.8 SIEMBRA.....	13
2.8.1 Época de siembra	13
2.8.2 Ventajas y desventajas de los momentos de siembra.....	14
2.8.3 Métodos y densidad de siembra.....	14
2.8.4 Germinación	15
2.9 VARIEDADES RECOMENDADAS EN LA COMARCA LAGUNERA SON:.....	15
2.9.1 Variedades con respecto a su tipo de fruto.	16
2.10 POLINIZACIÓN	16
2.11 TRASPLANTE.....	17
2.11.1 Ventajas y desventajas del trasplante.	17
2.12 FERTILIZACIÓN	18
2.12.1 Importancia y característica de los nutrimentos	18
2.13 RIEGO	19
2.14 ACOLCHADO	20
2.15 COSECHA	21
2.16 ENFERMEDADES QUE ATACAN A LA SANDÍA.....	22
2.17 ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS	22
2.17.1 Fusariosis (<i>Fusarium oxysporum</i>) (L&C) Snyder & Hansen.	22
2.17.2 Marchitez vascular causada por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. niveum (E.F. Sm.)	23
2.17.3 Alternaría (<i>Alternaría cucumerina</i>) (Ellis & Everhart) Elliott.	24
2.17.4 Marchites vascular por <i>Verticillum</i>	25
2.17.5 Gomosis del Tallo.....	26
2.17.6 Cenicilla u Oidio de las Cucurbitáceas	27
2.17.7 Mildiu veloso.....	28
2.17.8 Antracnosis.....	29
2.18 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS	31

2.18.2 Virus mosaico de la sandía variante 2 (VMS-2)	31
2.18.4 Virus mosaico del pepino (VMP)	32
2.19 BACTERIAS	34
2.19.1 Marchitamiento bacteriano	35
2.19. 2 Mancha angular de las Cucurbitáceas	35
2.20 ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS	36
2.21 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL.	37
2.22 COMERCIO MUNDIAL	37
2.23 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN EN MÉXICO	38
2.24 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN EN LA COMARCA LAGUNERA	39
2.25 FECHA DE SIEMBRA EN LA COMARCA LAGUNERA	40
PERIODO DE SIEMBRA POCO INTENSA.....	41
2.26 ÉPOCA DE COSECHA EN LA COMARCA LAGUNERA	41
2.27 VENTA Y TRASPORTE DE LA SANDÍA.....	42
2.28 ANTECEDENTES	43
III MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMARCA LAGUNERA	44
3.2 CLIMA DE LA COMARCA LAGUNERA	44
3.3 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	44
3.4 COMPOSICIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO PDA.....	46
3.5 TÉCNICAS ELISA	47
3.5.1 Protocolo:	48
3.5.2 Evaluación de resultados	49
IV RESULTADO Y DISCUSIÓN	50
V CONCLUSIONES.....	59
VI RECOMENDACIONES	60
VII BIBLIOGRAFÍA.....	61
VII APÉNDICE	66

ÍNDICE DE CUADROS

cuadro 2. 1. Clasificación taxonómica de sandía [<i>citrullus lanatus</i> (Thunb) Mansef]. UAAAN-URL. 2009	5
cuadro 2.2. Temperaturas críticas para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo. UAAAN-URL. 2009	9
cuadro 2.3. Valor nutricional de la sandía. UAAAN-URL. 2009	11
cuadro 2.4. La evolución de la superficie cosechada, la producción y el valor de la sandía en la comarca lagunera para el periodo (2000-2004) (SIAP, 2003). UAAAN-URL. 2009.....	39
cuadro 2.5. Fechas de siembra de sandía en la comarca lagunera (año agrícola, 2002). UAAAN-URL.2009	41
cuadro 2.6. Fechas de cosecha de sandía en la comarca lagunera (año agrícola, 2002). UAAAN-URL.2009	42
cuadro 3.1. Huertos seleccionados para la observación de enfermedades de la sandía en la comarca lagunera 2009. UAAAN-URL.2009 ..	45

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 3.1. Proceso para realizar el medio del cultivo PDA (papa, agar y dextrosa). para ½ litro h ₂ o destilada: agar 8.5 gr, dextrosa 10 gr y papa 100gr. UAAAN-URL. 2009	47
figura 3.2. Preparación de la muestra (tejido vegetal-hojas). maceración de tejido en un mortero (a), extrayendo el líquido por medio de una malla o gasa (b) y muestra de tejido vegetal liquido. UAAAN-URL.2009.....	48
figura 3.3. Platos con muestra de tejido vegetal (a), agregando muestra de tejido líquido a cada pozo de la placa (b). UAAAN-URL.2009 ...	49
figura 3.4. Leyendo las muestras con el lector de elisa. UAAAN-URL.2009.	49
figura 4.1. Incidencia y severidad a través del año de Ahogamiento y Marchitez en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago. UAAAN-URL.....	51
figura 4.2. Incidencia y severidad a través del año de virosis en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago. UAAAN-URL	52
figura 4.3. Incidencia y severidad a través del año de Tizón foliar en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago UAAAN-URL.....	52
figura 4.4. Incidencia y severidad a través del año de Ahogamiento y M architez en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Prospero Treviño. UAAAN-URL.....	54
figura 4.5. Incidencia y severidad a través del año de virosis en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Prospero Treviño UAAAN-URL	54
figura 4.6. Incidencia y severidad a través del año de Tizón foliar en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Prospero Treviño UAAAN-URL.....	55

figura 4.7. Incidencia y severidad a través del año de ahogamiento en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Francisco Rodríguez Vega. UAAAN-URL	56
figura 4.8. Incidencia y severidad a través del año de virosis en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Francisco Rodríguez Vega.. UAAAN-URL.....	57
figura 4.9. Incidencia y severidad a través del año de Tizón foliar en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Francisco Rodríguez Vega. UAAAN-URL	57

I INTRODUCCIÓN

En México la sandía es uno de los cultivos hortícolas más importantes, debido a que genera divisas como productos de exportación y utiliza una gran cantidad de mano de obra durante el desarrollo de su ciclo del cultivo (Castillo, 1998). La sandía es un fruto muy apreciado que goza de gran demanda en época de calor, ocupando el segundo lugar en importancia de las cucurbitáceas por la superficie sembrada en México (SARH, 1994). Este es uno de los 7 productos hortícolas de México que representa el 80% de la producción total del país. Además que es uno de los pocos productos agrícolas que se cultiva en casi todas las entidades federativas de nuestro país, quedando al margen el Distrito Federal, Hidalgo y Tlaxcala (Castillo, 1998).

En el mercado internacional, España es el principal competidor de los productores nacionales. Pero, México cuenta con una situación inmejorable para la producción de sandía, gracias a la gran variedad de climas y suelos adecuados para cultivar este producto hortícola (Castillo, 1998).

La sandía es uno de los productos agrícolas que se cultivan en casi todo el mundo. Por su frescura es un producto muy demandado, principalmente en la época de calor, aunque su agradable sabor la hace apetecible en cualquier época del año (Castillo, 1998).

Esta hortaliza es una de las que más divisas genera a nuestro país debido a los altos volúmenes que se exportan año con año. En el 2003 México exportó 316,000 toneladas de sandía, lo que generó una captación de 78.8 millones de dólares (USDA). Por otro lado, el valor de la producción fue de más de \$ 1,275 millones de pesos, el cual se derramó entre productores, proveedores de insumos, transportistas y trabajadores (Espinoza *et al.*, 2006).

Este cultivo representa una importante fuente de empleo durante casi todo el año debido a la gran demanda de mano de obra en todo el proceso productivo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, así como actividades de postcosecha como el acarreo, clasificación, empaque y distribución (Espinoza *et al.*, 2006).

Se estima que en la Comarca Lagunera este cultivo genera aproximadamente 183,540 jornales. Lo anterior solamente durante el ciclo productivo hasta la cosecha; es decir sin contabilizar las labores de la postcosecha donde genera también una gran cantidad de empleos en labores de acarreo, estiba y transportación que no fueron cuantificados. Los municipios donde más se siembra sandía son Matamoros, San Pedro, Tlahualilo y Viesca (Espinoza *et al.*, 2006).

1.1 Objetivo

Determinar los organismos causales de las enfermedades de la sandía por fecha de siembra y etapa fenológica del cultivo

1.2 Hipótesis

Las enfermedades de la sandía fluctúan de acuerdo a la etapa fenológica y fecha de siembra.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

La sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.] es una planta cuyo origen está en África tropical y subtropical. Su cultivo fue conocido desde la más remota antigüedad, desde donde se extendió hacia otras zonas, como por ejemplo la india hacia oriente y en ambas riveras del mediterráneo hacia occidente (Maroto, 2002).

Desde África la sandía fue atraída al continente Americano por esclavos; aunque también se sabe que los colonizadores europeos la trajeron con ellos. La especie se ha extendido por todo el mundo y se le cultiva en las regiones tropicales y sub-tropicales (Juárez, 2003).

2.2 Descripción botánica

La sandía pertenece a la familia de las cucurbitáceas y su nombre científico es el de *Citrullus Vulgaris Schrad*; otros sinónimos que recibe son los de *C. lanatus* (Thunb). Mansf y *Colocynthis citrullus* L. O. Ktze. Es una planta anual, generalmente de desarrollo rastrero (Maroto, 2000).

2.3 Taxonomía

Según (Pérez, 1998) la sandía tiene la clasificación que se indica en el cuadro 2.1.

Cuadro 2. 1. Clasificación taxonómica de sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansef]. UAAAN-URL. 2009.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub- división	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Sub- clase	Dicotiledóneas
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitácea
Sub-familia	Cucurbita
Género	<i>Citrullus</i>
Especie	<i>Lanatus</i>

2.4 Descripción morfológica

2.4.1 Planta

Anual herbácea, de porte rastrero o trepador (Infoagro, 2009).

2.4.2 Sistema radicular

Raíz principal es ramificada en raíces primarias y éstas, a su vez, vuelven a subdividirse. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias (Reche, 1988).

2. 4. 3 Tallos

De desarrollo rastrero es delgado y anguloso, con estrías longitudinales. El tallo principal es cilíndrico asurcado longitudinalmente y muy peloso; los pelos inclinados, cortos y finos, relucen como la ceda emite

las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. Se trata de tallos herbáceos de color verde, que se desarrollan de forma rastrera, pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bífidos o trifidos, y alcanzando una longitud de hasta 4-6 metros. En las brotaciones secundarias se inician la terciario y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados (Reche, 1988).

2.4.4 Hoja

Miden de 5 x 2 hasta 20 x12 cm. Están cubiertas de vello. Peciolada, pinnado. El limbo, o porción laminar de la hoja, tiene el haz, o cara superior, muy suave al tacto y al envés, o cara inferior, muy áspero y con las nerviaciones muy pronunciadas, destacándose perfectamente los nervios secundarios y hasta las últimas nerviaciones o nérvulos que tiene en forma de mosaico (Pérez, 1998).

Las hojas son partidas, con segmentos redondeados, poseyendo de tres a cinco, lóbulos que se insertan alternativamente a lo largo del eje principal, volviéndose a subdividirse estos lóbulos en otros más pequeños, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal, característico de las hojas pinnatipartidas. Por su forma, la hoja es oblonga (Pérez, 1998).

La hoja posee un nervio principal muy pronunciado y otros nervios secundarios que se dirigen a cada lóbulo, volviendo de nuevo a subdividirse para dirigirse a los últimos segmentos o lóbulos de la hoja, imitando a la palma de la mano. Por arrancar los nervios secundarios del principal y en distintos, puntos se trata de la clásica hoja pinnatinervia (Pérez, 1998).

2. 4. 5 Zarcillos

Son complejos y están divididos en 2 o 3 filamentos (Parson, 1981). Los zarcillos bífidos o trifidos que utiliza la planta para sujetarse al suelo o a otras plantas con el fin de que los vientos no la vuelquen, y que, a la vez, le

ayudan a reptar en su crecimiento. Los zarcillos actúan como fijadores gracias a su intensa excitabilidad al contacto (Reche, 1988).

2.4.6 Flores

Son unisexuales y solitarias. En las axilas de las hojas nacen unas yemas que están protegidas por hojitas colocadas en forma embricada. Estas yemas son floríferas y dan lugar a flores masculinas o estaminada y femeninas o pistilada, es decir, los dos sexos coexisten en una misma planta monoica, pero en flores distintas. Con frecuencia, la planta tiene más flores masculinas que femeninas. Son de color amarillo y miden de 2.5 a 3 cm. de diámetro. Solitarias, pedunculadas y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila (Infoagro, 2009).

La corola está formada por 5 pétalos unidos en su base, con simetría regular o actinomorfa. El cáliz de color verde, formado por sépalos libres (dialisépalo o corisépalo) (Infoagro, 2009).

Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos. Tienen ascas o tecas encorvadas o arqueadas. Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero veloso y ovoide por hallarse debajo de los restantes verticilos. Que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas (Reche, 1988).

2.4. 7 Fruto

Baya globosa u oblonga en pepónide formada por 3 carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpio. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kilogramos. El color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro o

amarillo) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillo) y las semillas pueden estar ausentes (frutos triploides) o mostrar tamaños y variables (negro, marrón o blanco), dependiendo del cultivar (Infoagro, 2009).

2.4.8 Semilla

Son de tamaño variable, generalmente de longitud menor que el doble de la anchura, aplastadas, ovoides, duras, de peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.), moteadas unas. Otras no; con expansiones alares en los extremos mas agudos. La madurez de las semillas se logra a los 15 días después de la maduración de la pulpa; si se sacan antes o después disminuye el porcentaje de germinación (Infoagro, 2009).

2. 5 Requerimientos climáticos y del suelo

2.5.1 Clima

Se cultivan en climas templados, subtropicales y tropicales. Los cultivos resisten bien al calor y a la falta temporal de agua pero no soportan heladas (Parsons, 1981).

La sandía se desarrolla bien en climas cálidos con temperaturas óptimas de 18 a 25°C, máximas de 32 °C, mínimas de 10°C. A una temperatura de menos de 32°C, las plantas no prosperan, para una adecuada germinación, las temperaturas del suelo debe ser mayor de 15°C (Parsons, 1981).

Para que las plantas de sandía produzcan frutos dulces es necesario que los cultivos cuenten con noches frescas y suelos secos en la época de la maduración del fruto, ya que esto favorece la acumulación de azúcares (Parsons, 1981).

Las plantas no soportan una humedad excesiva. Además los altos niveles de humedad del ambiente favorecen la incidencia de enfermedades fungosas como el mildiú y la cenicilla. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que las áreas secas (Parsons, 1981).

2.5.2 Temperatura

El cultivo de sandía es de clima cálido y sensible a las heladas. Las temperaturas mínimas del suelo para su germinación es de 16°C, y la máxima de 40 °C, con un rango óptimo de 21-35°C, (Castaños, 1993), y la temperatura óptima para el crecimiento es de 21 a 29.5 °C, pudiendo tolerar una temperatura máxima de hasta 35°C. (Cuadro 2.2), la humedad relativa oscila entre un 65 a 75% (Tiscornia, 1979).

Cuadro 2.2. Temperaturas críticas para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo. UAAAN-URL. 2009

Helada		0 °C
Detención de la vegetación		11-13 °C
Germinación	Mínima	15 °C
	Óptima	25 °C
Floración	Óptima	18-20 °C
Desarrollo	Óptima	23-28 °C
Maduración del fruto		23-28 °C

2.5.3 Humedad

La sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto, hay que tomar en cuenta que la sandía alcanza un contenido de cerca del 93% de agua, por lo que el requerimiento de la cosecha depende en gran parte de la humedad disponible en el terreno (Edmond *et al*, 1981).

Esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciando desde el desarrollo de frutos y su maduración (Maroto, 1983),

durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 mm de agua, y se recomienda disminuir los riegos en la maduración para incrementar el contenido de los sólidos solubles (Valadez, 1997).

2.5.4 Suelo

La sandía prefiere suelo con las siguientes características:

- Fértiles, que van de arenoso a franco-arenoso.
- De estructura suelta y granular con alto contenido de materia orgánica. El suelo no debe tener capas duras o compactas.
- De buena profundidad para facilitar la retención de agua. Una gran parte del sistema pedicular se encuentra dentro de los primeros 40 cm. de profundidad.
- De tierra caliente, es decir, bien expuestas al sol.
- En terrenos bien nivelados. Como la sandía se cultiva durante la temporada seca, los terrenos nivelados permiten una buena distribución de agua de riego. Al mismo tiempo, evitan encharcamientos que perjudican la cosecha.
- Suelos con un PH de 6 a 7.5 (Parsons, 1981).

2.5.5 Luz

Todas las plantas de guías (melón, sandía, pepino), son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no deben cultivarse junto con plantas que sombrean. La luz es parte integrante de la reacción fotosintética en la cual produce energía por la combinación de dióxido de carbono y el agua para la formación de primeros compuestos orgánicos (Edmond *et al*, 1981).

Cuanto mayor sea la cantidad de luz aprovechable, con otras condiciones favorables, mayor es la proporción de fotosíntesis y la cantidad de carbohidratos utilizables para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmond *et al*, 1981).

2.6 Composición nutrimental.

2.6.1 Valor nutricional.

La sandía es un magnífico diurético, su elevado poder alcalinizante favorece la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo. Está formada principalmente por agua (93%), por tanto su valor nutritivo es poco importante. Los niveles de vitaminas son medios, no destacando en particular ninguna de ellas (Cuadro 2.3).

El color rosado de su carne se debe a la presencia de carotenoide licopeno, elemento que representa un 30% del total de carotenoides del cuerpo humano.

Cuadro 2.3. Valor nutricional de la sandía. UAAAN-URL. 2009

Valor nutricional de la sandia en 100 g de sustancia comestible	
Agua (%)	93
Energía (kcal)	25-37.36
Proteínas (g)	0.40-0.60
Grasas (g)	0.20
Carbohidratos (g)	6.4
Vitamina A (U.I.)	590
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.20
Ácido ascórbico (mg)	7
Calcio (mg)	7
Fósforo (mg)	10
Hierro (mg)	0.5
Sodio (mg)	1
Potasio (mg)	100

2.7 Prácticas culturales

2.7.1 Preparación del terreno

Para el cultivo de la sandía se requiere que, por lo delicado manejo, se siembre en suelos de textura media, o en suelos ligeros. Para facilitar un buen drenaje, se debe de efectuar un barbecho de 25 a 30 cm. de profundidad, luego realizar uno o dos pasos de rastra según lo requiera el suelo hasta comprobar que la cama quede bien molida (Parsons, 1981).

2.7.2 Trazo de camas

Debe de ser de 3.5 a 4.0 metros de ancho, en siembras tempranas o en intermedia se recomienda que se oriente de Oriente a poniente (Parsons, 1981).

2.7.3 Barbecho

Es la operación fundamental en la preparación del terreno y de ella depende en gran medida el éxito de la cosecha. El objetivo de esta labor es voltear y aflojar la capa arable, dar al suelo mayor aireación e incorporar la maleza y residuos de cosecha anterior, acelerando con ello su descomposición; permitiendo exponer el suelo roturado a los rayos del sol y de esta forma desparasita el mismo (Parsons, 1981).

2.7.4 Rastreo agrícola

Consiste en romper y desmenuzar los terrones formado por el rastreo pesado o el barbecho (Canales, 1998).

2.7.5 Trazos de bordos y camas

La finalidad de esta labor es el manejo de agua de riego y lluvia, abastecer los lotes mediante el riego y permitir el desfogue de excesos de agua. Los bordos o camas deben ser trazados en sentido de la pendiente del

terreno, el distanciamiento entre cada bordo o cama se sugiere que sea entre 1.0 y 3.60 metros (Canales, 1998).

2.8 Siembra

La mayoría de las cucurbitáceas se siembran directamente. El éxito de esta operación depende del conocimiento de factores relacionados con la semilla, la época, los métodos y la profundidad de siembra (Parsons, 1981).

2.8.1 Época de siembra

La fecha de establecimiento en campo para la sandía es a partir del 20 de Enero y hasta principios del mes de Abril; esto es para la región lagunera (Ruiz, 1984). La mejor época de siembra en esta región es del 15 de Marzo al 15 de Abril, en las siembras tempranas y en los tardíos del 15 de Junio al 15 de Julio es posible tener mejor mercado aunque con menos rendimiento y riesgos por heladas durante la primera fecha de siembra y afectación del fruto en la segunda fecha de siembra (Ruiz, 1984).

Existen 3 épocas en las cuales la sandía se puede sembrar en la Región Lagunera (PIAEBAC, 1961-1981).

- Del 15 de Diciembre al 15 de Enero (temprana), iniciando la cosecha en la última semana del mes de Mayo.
- Desde fines de Febrero y todo el mes de Marzo (intermedia), iniciando la cosecha a mediados del mes de Junio.
- La última del 15 de Junio (tardía), iniciando la cosecha en Octubre hasta Noviembre.

2.8.2 Ventajas y desventajas de los momentos de siembra

- Tempranas: a veces se corre el peligro de heladas al sembrar sin embargo, los frutos se maduran con muy buen clima (PIAEBAC, 1961-1981).
- Intermedias: las variedades no sufren por las heladas ni por el principio de las lluvias. Sin embargo, los frutos maduran cuando en el mercado baja el precio de los mismos porque todo el mundo está cosechando (PIAEBAC, 1961-1981).
- Tardías: las variedades tienen muy corto plazo de crecimiento. La calidad de los frutos puede verse afectada por las lluvias si las cosechas coinciden con el principio de la temporada lluviosa (PIAEBAC, 1961-1981).

2.8.3 Métodos y densidad de siembra.

Se recomienda sembrar de 1.5 a 2.0 kilogramos de semilla por hectárea colocando cuatro semillas por mata a una profundidad de 1.5 a 2.5 cm. la distancia entre la planta y planta es de un 1 metro (PIAEBAC, 1961-1981). Sin embargo, con el empleo de semillas híbridas, la cantidad de semilla por mata se ha modificado y se coloca una semilla o dos por cada espacio de siembra (Castaños, 1993).

Sin embargo se ha señalado que el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento no es directo; para lograr elevar el rendimiento por unidad de superficie, los cultivos deben tener la capacidad de captar gran cantidad de radiación solar durante la etapa del crecimiento del fruto, que es cuando la fotosíntesis debe de aportar más carbohidratos (Castaños, 1993).

2.8.4 Germinación

La germinación en campo depende de la temperatura del suelo, con temperaturas de 25 o más grados centígrados la germinación se produce en cinco a seis días. Mientras que para la producción de plántulas, la germinación se debe de llevar a cabo dentro de un invernadero, debido a que se requiere de una temperatura constante de 26° a 29°C siendo 28°C la temperatura óptima para obtener la germinación satisfactoria, además de condiciones semihúmedas de crecimiento (López, 1994).

2.9 Variedades recomendadas en la Comarca Lagunera son:

Las variedades de sandía son diferentes generalmente por la forma y tamaño de los frutos ya que la planta no presenta variaciones notables.

Charleston Gray: Su fruto es alargado con 50 cm. De largo y 25 cm. De diámetro. Tiene forma semicilíndrica y corteza de color verde claro, con nervaduras levemente marcadas de un color verde más oscuro. La pulpa es de color rojo-pálido y las semillas son de color café, madura entre los 100 y 105 días (CAELALA, 1984).

Jubilee: La forma del fruto es oblonga, ligeramente alargada, corteza delgada y dura, de color verde claro, con franjas de una tonalidad más oscura. Su pulpa es roja brillante de un buen sabor y consistencia. Semillas grandes y negras. Peso promedio de 13.5 kilogramos madura a los 90 días, resistente al transporte. Algo resistente a Antracnosis, Fusarium y Marchites (CAELALA, 1984).

Improvét Peacock: Tiene un fruto alargado con puntas achatadas y ligeramente acanalada a lo largo, con 35-40 cm. de largo y de 23 a 25 cm. de diámetro. Su peso promedio es de 8 a 9 kilogramos. La corteza es de color verde oscuro y la pulpa es de color rojo-anaranjado. Sus semillas son pequeñas y casi negras, madura entre los 97 y 100 días y tiene buena resistencia al transporte (CAELALA, 1984).

Peacock WR-60: Es similar en sus características de producción a Improvet Peacock (CAELALA, 1984).

2.9.1 Variedades con respecto a su tipo de fruto.

De acuerdo con (CAELALA, 1984). La sandía, con respecto a su tipo de fruto:

La sandía común: (*Cucurbita citrullus maximus*), de fruto grande, globoso, con corteza de color verde oscuro, pulpa de color rojo vino y semillas negras (CAELALA, 1984).

Sandía moscatel: (*Cucurbita citrullus*), de pulpa amarillenta o blanquecina, con la semilla de color castaño (CAELALA, 1984).

Sandía manchada: Se distingue fácilmente por la corteza del fruto verde, con fajas más claras, la pulpa es de color rosa (CAELALA, 1984).

Sandía napolitanas: (*Cucurbita citrullus medius*), produce frutos pequeños de corteza verde oscura, pulpa roja y semilla blanquecina bordeadas de negro, cuanto más viejo es el color de la pulpa, mucho más azucarado es el fruto (CAELALA, 1984).

2.10 Polinización

La polinización es cruzada, ya sea anemófila o entomófila. Las sandías generalmente son polinizadas por abejas melíferas (Valadez, 1997).

Investigación de campo en la Comarca Lagunera ha mostrado los beneficios de usar abejas como medida para favorecer la polinización en las plantas cucurbitáceas (Cano *et al*, 2002). Con el uso de abejas se obtienen aumentos significativos en los rendimientos de sandía. No obstante es todavía bajo el porcentaje de productores que usan abejas en sus huertos.

Se encontró que solamente el 15% se localiza en los municipios de Matamoros y Viesca y usan en promedio de 2 cajas de abejas por hectárea (Valadez, 1997).

2.11 Trasplante

El trasplante es una práctica cultural, que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almacigo de esas áreas de crecimiento, a los terrenos agrícolas donde completaran su ciclo de desarrollo (Castaños, 1993). Por regla general, las plántulas que se van a trasplantar, deben de haber formado dos o más hojas verdaderas (Castaños, 1993).

2.11.1 Ventajas y desventajas del trasplante.

Ventajas:

- Se utiliza para acelerar el crecimiento inicial de las hortalizas que se adaptan a esta forma de manejo y establecer poblaciones uniformes de plantas que faciliten posteriores labores agrícolas, como riegos, combate de plagas, enfermedades y época de cosecha
- Se puede adelantar el crecimiento de las hortalizas, se acortan los periodos de crecimiento de campo (Castaños, 1993).

Desventajas:

- Si las plantas no se manejan con cuidado se puede dañar el sistema radicular, las labores de trasplante incrementan considerablemente los costos del cultivo, es imprescindible contar con personal especializado en este tipo de actividades, si las plántulas no se desarrollan en buenas condiciones de sanidad, puede ser un foco de diseminación de plagas y enfermedades (Castaños, 1993).

- El trasplante suele realizarse con las plantas que han sido obtenidas en un semillero. Los trasplantes pueden ser con cepellón y a raíz desnuda. En la planta con cepellón, las plantas sufren menos retraimientos y su crecimiento no se paraliza prácticamente nada. Con el trasplante a raíz desnuda siempre hay roturas de raicillas y las plantas experimentan algún tipo de caimiento (Maroko, 2000).
- En cualquier caso inmediatamente después del trasplante, siempre se debe de dar un riego y volver a regar en un plazo breve para asegurar de que las plantas han vivido (Maroko, 2000).

2.12 Fertilización

La época de aplicación de cualquier fertilizante va a depender principalmente de las necesidades del cultivo y de la cantidad disponible de los elementos nutritivos en el suelo y que pueden ser aprovechables por la planta. Los fertilizantes no solo aumentan el rendimiento sino también mejoran la calidad de los frutos (Edmond, *et al*, 1981).

En caso de fertirrigación, la fertilización se realiza con la fórmula 160-80-00 ha⁻¹, distribuidas en ocho fracciones aplicadas cada diez días a través del ciclo vegetativo del cultivo en forma de disolución disuelta en el agua de riego, utilizando urea y fosfato de amonio como fuentes de nitrógeno y fósforo (Mendoza *et al*, 2003).

2.12.1 Importancia y característica de los nutrimentos

Nitrógeno: Asegura el crecimiento rápido y fomenta la producción vegetativa de la planta. El cultivo requiere de este elemento durante su establecimiento y en la fase vegetativa. Su deficiencia provoca un pobre desarrollo de la planta y clorosis en las hojas. Un exceso de nitrógeno favorece el aumento del follaje en detrimento de la floración y la

fructificación. El exceso de este elemento favorece también la incidencia de enfermedades en las plantas (Parsons, 1981).

Fósforo: Estimula la formación del sistema radicular. Abrevia el ciclo vegetativo. El fósforo es muy necesario en la producción de los frutos. El cultivo requiere grandes cantidades de este elemento durante todo el ciclo de vida (Parsons, 1981).

Potasio: Mejora el metabolismo de la planta volviéndola resistente a las enfermedades. El potasio es esencial para la formación de azúcares en los frutos (Parsons, 1981).

Elementos secundarios: Tienen especial importancia en el cultivo de cucurbitáceas ya que, por ejemplo, el magnesio auxilia en la formación de azúcares y es un componente esencial de la clorofila. Otros componentes secundarios son el calcio y el azufre. La deficiencia de los elementos secundarios se puede corregir si el producto añade fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio que además contengan estos elementos (Parsons, 1981).

Micronutrientes: Aunque los micronutrientes son necesarios, las cucurbitáceas los exigen en cantidades pequeñas, ósea, en unas cuantas partes por millón (Parsons, 1981).

2.13 Riego

Durante su ciclo de vida, las cucurbitáceas requieren relativamente mucha agua para producir bien. La necesidad mínima de agua es de aproximadamente 500 a 600 mm (Parsons, 1981).

El riego tiene como finalidad promover el crecimiento más vigoroso de las plantas y mantener o regular la temperatura del suelo, para que las raíces realicen adecuadamente su función de absorber elementos nutritivos. Cuando la siembra se realiza en seco, el primer riego debe realizar por transporo, procurando que solo la humedad llegue a la semilla, para evitar

que se formen costras duras las cuales dificulten su emergencia. Los riegos posteriores deberán aplicarse oportunamente evitando castigar a las plantas por faltas o excesos de humedad ya que esto retrasa su desarrollo y consecuentemente influye en el rendimiento.

Debe tenerse cuidado en la aparición de los riegos antes y durante la floración, procurando que no falte humedad al suelo en esta etapa de desarrollo del cultivo. Durante la cosecha los riegos deberán ser ligeros, con el fin de evitar que los frutos acumulen mucha agua, lo que provoca que se revienten durante su manejo (PIAEBAC, 1961.1981).

Para el caso de la Comarca Lagunera los riegos varían de acuerdo al tipo de suelo y la periodicidad de su aplicación depende de la etapa de desarrollo del cultivo. Un criterio aceptable es aplicar los riegos cada 12 a 15 días, procurando no someter al cultivo a intervalos demasiados amplios de riego durante etapas críticas como son floración y formación de futo (CAELALA, 1984).

2.14 Acolchado

Se define como cualquier sustancia orgánica o inorgánica aplicada a la superficie del suelo, con el propósito de modificar el microambiente justo, abajo o arriba de la superficie en beneficios de las plantas. El uso de estos materiales tiene la finalidad de conservar humedad del suelo, estabilizar la temperatura, prevenir erosión y controlar maleza (Acosta *et al*, 2003).

El uso de acolchado plástico para cubrir parcial o totalmente la cama de siembra o trasplante, es una técnica que contribuye a efficientar el uso de agua de riego, reducir la evaporación incremente el rendimiento del fruto de un 64 a un 108% y adelanta la cosecha de siete a nueve días. Esto por qué incrementa la temperatura máxima del suelo de 1.9 a 6.4 °C, y además es una buena opción para el control de malezas y como repelente de insectos (Acosta *et al*, 2003).

El plástico negro, con espesor de calibre 80 o 100 y ancho de franja de 1.20 m, el cual cubrirá la zona radicular del cultivo en cada línea regante instalada. Esta permite disminuir la evaporación del suelo a demás de incrementar la temperatura de 1.9 a 6.4 °C, con respecto a un sistema de riego, sin cobertura plástica, lo que hace que el cultivo sea más eficiente en utilizar el agua. El acolchado se utiliza principalmente como protección contra los factores ambientales, tales como reducir la evaporación y la incidencia de malezas (Mendoza *et al*, 2003).

2.15 Cosecha

La sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf]. Es un fruto no climatérico y por tanto, para conseguir un grado de calidad óptimo, el fruto debe recolectarse cuando está completamente maduro. La mancha de suelo (la porción del fruto que descansa sobre la tierra) cambia de blanco pálido a amarillo cremoso en el estado apropiado de corte. Otro indicador de cosecha es el marchitamiento (no la desecación) del zarcillo más próximo al área de contacto entre la fruta y el pedúnculo. Cuando se observan unas líneas finas abultadas sobre la cascara a lo largo del fruto. (Quiroz y Arellano. 2001). Los productores afirman que cuando el fruto tiene un sonido sordo y hueco al ser golpeado con los dedos o la palma de la mano esta listo para cosecharse (Pantastico, 1984; Reche 1988).

En los cultivares con semillas, la madurez se adquiere cuando desaparece la cubierta gelatinosa (arilo) que rodea a las semillas y la cubierta protectora de éstas se endurece. Los cultivares varían ampliamente en cuanto a sólidos solubles en la madurez. En general, un contenido de al menos 10% en la pulpa central del fruto es un indicador de madurez apropiada, si al mismo tiempo la pulpa esta firme, crujiente y de buen color (Quiroz y Arellano, 2001).

2.16 Enfermedades que atacan a la sandía

El cultivo de sandía es susceptible de presentar daño por enfermedades en cualquier etapa de su desarrollo. Estas enfermedades son ocasionadas principalmente por hongos, bacterias, nematodos y virus, los cuales pueden atacar a varias partes de las plantas o ser específicos de la raíz, tallo, hojas o frutos (Acosta *et al*, 2003).

2.17 Enfermedades causadas por hongos

2.17.1 Fusariosis (*Fusarium oxysporum*) (L&C) Snyder & Hansen.

Los daños por enfermedad más comunes en este cultivo son ocasionados por la “marchitez por *Fusarium*”, la que es ocasionada por el hongo *Fusarium* spp., que penetra en la planta a través de las raíces. La enfermedad se manifiesta por un marchitamiento generalizado de toda la planta, combinado o no, con un amarillamiento de las hojas viejas. Si ocurre en estado de plántula, se produce una pudrición blanca acuosa y las plantitas se “achaparran” (Acosta *et al*, 2003).

Esta enfermedad se observa, mayormente, cuando las plantas están alcanzando su máximo desarrollo y han iniciado la fructificación. La diseminación del fitopatógeno puede realizarse por el agua de riego, semillas, viento, implementos agrícolas etc. (Acosta *et al*, 2003).

A diferencia de la Fusariosis vasculares clásicas, esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas bajas (18-20°C). Se propaga a través de las conidias que, formadas en las lesiones de los tallos, son transportadas mediante el aire. Estas esporas son muy resistentes a la desecación y a variaciones considerables de la temperatura. Se pueden conservar en las fisuras y en los rincones de las estructuras, en los sustratos y paredes de los contenedores durante varios años. Los residuos de cultivos precedentes enfermos que se han dejado en un lugar ventilado puede ser fuente de contaminación (Gomes, 2005).

Síntomas: Los síntomas más graves suelen presentarse en el momento de la recolección de los primeros frutos. Presencia de marchitez en el cuello de la raíz, como consecuencia del atrofiamiento de los tejidos parenquimáticos. Si las plantas no mueren quedan subdesarrolladas y al realizarse un corte transversal del tallo y raíz, se puede observar la decoloración de los ejes vasculares; esto es, se tornan café o pardos. El sistema radicular presenta podredumbres de color marrón, que en los casos más extremos implican en su totalidad a las raíces principales y secundarias el cuello de la planta muestra, a veces una podredumbre que rodea a la zona de unión entre las raíces y el tallo. La necrosis interna de la zona vascular de la planta puede llegar a una altura de unos 50cm. la muerte de la planta no es sistemática; en condiciones climáticas favorables para el cultivo, la planta puede volver a formar su sistema radicular. El hongo puede formar en la base del tallo fructificaciones de color rosa-anaranjado que son uno de las fuentes de diseminación de la enfermedad (Acosta *et al*, 2003).

En plantas adultas los síntomas de daños se acentúan mas durante las horas de calor intenso, las plantas tienen la apariencia de falta de agua y con frecuencia no llegan a producir y mueren (Gomes, 2005).

2.17.2 Marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (E.F. Sm.)

La sandía es susceptible al ataque de *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* en todos los estados de crecimiento. Cuando la infección se produce en semilleros su resultado es la muerte de las plántulas. En plantas adultas, la secuencia de síntomas que habitualmente comienza con el amarillamiento de las hojas basales avanzando progresivamente por las ramas, que presentan estrías necróticas y exudados de color pardo oscuro. La planta se va marchitando, especialmente bajo condiciones de estrés hídrico o en el momento de la maduración de los frutos. Estos síntomas pueden afectar sólo a unas ramas o a toda la planta. Asimismo, se puede observar el

menor desarrollo de las plantas afectadas respecto a las sanas. El síntoma más claro de la acción de *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* es la presencia de necrosis vasculares que pueden observarse fácilmente en cortes longitudinales o transversales en las raíces o tallos de las plantas infectadas. Finalmente las plantas se secan y mueren (García *et al*, 2002).

Las clamidosporas son la principal estructura de supervivencia de este hongo, permitiéndole permanecer en el suelo durante largos periodos de tiempo de modo que una vez ha sido introducido en un campo puede sobrevivir durante un periodo de 10 años o más (García *et al*, 2002).

Las principales vías de transmisión de la enfermedad son el transporte de suelo infestado y el agua de riego contaminada tras a travesar zonas infestadas. Además, este patógeno puede transmitirse también por semillas infectadas.

Control.

- ❖ Uso de variedades resistentes o tratamiento de las semillas.
- ❖ Rotación de cultivos por lo menos durante cinco años, limpiar y lavar la maquinaria después de usarse en lugares infestado
- ❖ Pulverizaciones preventivas con Oxicloruro de cobre (Acosta *et al*, 2003).

2.17.3 Alternaría (*Alternaría cucumerina*) (Ellis & Everhart) Elliott.

Los síntomas se presentan a mediados de la temporada. Las hojas superiores en el centro de la planta presentan manchas de color café o marrón oscuro formando anillos concéntricos en el haz, las hojas se secan y caen prematuramente. En las hojas superiores aparecen formaciones algodonosas de color negro o café oscuro, cuando el ataque es muy severo, las plantas atacadas por esta enfermedad se desfolian, afectando el rendimiento y calidad del fruto, también es característica la presencia de un

halo clorótico alrededor de las lesiones. En estados muy avanzados de la enfermedad las hojas se secan completamente (García *et al*, 2002).

A. cucumerina se reproduce formando esporas (conidios) que son diseminadas principalmente por el viento. La enfermedad se desarrolla con mayor rapidez bajo condiciones de calor y alta humedad ambiental y es diseminada por el viento, agua de riego, lluvia y ropa de trabajo (Reche, 1988).

Para el control de *A. cucumerina* en el cultivo de sandía, al igual que para *D. bryoniae* es necesario evitar la condensación de agua sobre las plantas. Como rotación es recomendable mantener las parcelas afectadas un mínimo de dos años sin cultivos de cucurbitáceas (García *et al*, 2002).

2.17.4 Marchites vascular por *Verticillium*

El organismo causante de esta enfermedad es *Verticillium dahliae* (Kleb), el cual produce microescleriosis que sobreviven en el suelo por varios años (Chew y Jiménez, 2002).

Síntomas y daño: Como la mayoría de las enfermedades los primeros síntomas se observan en las hojas basales, las cuales pierden su color verde brillante, una o varias partes de la hoja se tornan cloróticas en forma de "V" invertida y posteriormente se mueren. Por lo general todas las hojas más viejas mueren y la clorosis avanza, este síntoma se presenta en una o varias guías antes de que la planta mueran. Si efectuamos un corte en el tallo a la altura de la corona podemos observar la coloración café claro o amarillento que presenta los haces vasculares, esta coloración es más notoria a nivel de los pecíolos. Debido a la defoliación los frutos quedan expuestos (Chew y Jiménez, 2002).

2.17.5 Gomosis del Tallo

Chancro gomoso del tallo y necrosis foliares causadas por *Didymella bryoniae* (Auersw) REM,

Didymella bryoniae causa diferentes tipos de sintomatología en el cultivo de sandía. Sobre las hojas afectadas es característica la aparición de pequeñas manchas necróticas internerviales que van extendiéndose y en algunos casos llegan a destruir casi por completo la parte aérea del cultivo. La infección inicia como un marchitamiento en el margen de la hoja progresando hacia el centro, finalizando en un ennegrecimiento de la hoja (García *et al*, 2002).

En las zonas basales del tallo y ramas principales se forman chancros oscuros acompañados de exudados gomosos rojo o marrón característico. Pequeñas estructuras negras se van desarrollando dentro del tejido infectado. Los tallos sufren un estrangulamiento, causando la muerte de los tejidos por encima de este punto (Infoagro, 2009). En algunos casos las plantas afectadas pueden marchitarse. También se han descrito infecciones a frutos, principalmente en cultivos de invernadero, en forma de podredumbres blandas en la zona apical o peduncular (García *et al*, 2002).

D.bryoniae se reproduce sobre las zonas afectadas mediante dos tipos de esporas. Los conidios, que se diseminan a corta distancia principalmente por salpicaduras de lluvia, y las ascosporas que, al ser fácilmente transportadas por el viento, constituyen la forma de diseminación del hongo a larga distancia (García *et al*, 2002).

El factor más determinante en la aparición de la enfermedad es la presencia de humedades altas, superiores al 95%, y la condensación de agua sobre la planta. *D. bryoniae* se desarrolla dentro de un amplio rango de temperaturas, situándose su óptimo de infección alrededor de 25°C (García *et al*, 2002).

Condiciones para el desarrollo de la enfermedad: El hongo sobrevive de una estación a otra sobre cultivos infectados, maleza o residuos de otros cultivos. Puede también transmitirse por medio de las

semillas. Las heridas producidas durante la poda, recolección o las lesiones causadas por insectos, son una importante fuente de entrada para el hongo en tallos y hojas (Infoagro, 2009).

Control: La primera medida que hay que aplicar para evitar la aparición de esta enfermedad es utilizar material de plantación sano. Las heridas causadas en el proceso de injerto son una vía potencial de entrada de *D. bryoniae*. Como medida preventiva en cultivos bajo abrigo se debe facilitar la ventilación para evitar la condensación de agua sobre las plantas. En parcelas afectadas es aconsejable establecer rotaciones en las que se mantenga un mínimo de dos años sin cultivos de cucurbitáceas. Respecto al control químico, existen diferentes materias activas de acción protectora efectivas frente a este patógeno como Mancozeb, Propineb, Clortalonil, etc. También se dispone de fungicidas con capacidad de penetración en los tejidos vegetales como Iprodiona, Procimidona, Azoxystrobin, Kresoxim-metil, etc. Este tipo de productos mejoran el control, sobre todo en condiciones de alta presión de enfermedad, pero presentan el problema de la aparición de resistencias (Infoagro, 2009).

2.17.6 Cenicilla u Oidio de las Cucurbitáceas

Sphaerotheca fuliginea (Schlechtend: Fr.) Pollaci. El oídio es una enfermedad cada vez más frecuente en el cultivo de la sandía. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y pecíolos e incluso frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan (García *et al*, 2002).

Los oídios se caracterizan por reproducirse mediante una gran cantidad de esporas (conidios) que se forman sobre la superficie afectada, dando el aspecto de pulverulencia blanquecina. Las malas hierbas y otros

cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo.

Estos conidios son fácilmente transportados por el viento y, bajo condiciones ambientales favorables, desarrollan rápidamente la enfermedad. Las temperaturas se sitúan en un margen de 10-35 °C, con el óptimo alrededor de 26 °C. La humedad relativa óptima es del 70 % (Infoagro, 2009).

Para el control de esta enfermedad es importante evitar los cultivos demasiado densos así como la dosis excesiva de abono nitrogenado. Respecto al control cultural se deben eliminar malas hierbas y restos de cultivo, utilización de plántulas sanas y realizar tratamientos a las estructuras. Respecto al control químico es muy importante actuar inmediatamente después de la aparición de los primeros focos para frenar el rápido aumento en la incidencia de la enfermedad. Se puede utilizar fungicidas protectivos pertenecientes a diferentes grupos, como Dinocap, Quinometionato, Clortalonil y azufre. Al no penetrar en los tejidos vegetales, estos productos pueden no controlar correctamente las infecciones en el envés de las hojas y además hay que tener en cuenta las posibles reacciones fitotóxicas de alguno de ellos (García *et al*, 2002).

2.17.7 Mildiu velloso

Esta enfermedad es producida por un hongo endoparásito (desarrollado en el interior de los tejidos), llamado *Pseudoperonospora cubensis* (Berck & Curtis) Rostovtsev. Del grupo de los ficomicetos, que afecta solo a las hojas y tallos en donde la infección se produce a través de los estomas. La humedad es el principal factor para que se inicie la infección, tanto en temperaturas altas como bajas, infección que es frecuente cuando las nieblas y rocios son persistentes. La infección se produce desde los 10°C hasta los 28°C siendo su óptimo de 15 a 19°C. Conviene impedir que la espora del hongo pueda germinar, con lo que se evita la introducción del micelio en los tejidos de las plantas, para ello cuando esta alcanza unos

15cm de altura se dara el primer tratamiento, otro antes de la floracion, un tercero desde del cuajado y algunos mas despues del formado del fruto. Tambien las temperaruras superiores a 30 °C evita el desarrollo del hongo (Reche, 1988).

Daños producidos.- las hojas aparecen cloroticas entre las nervaduras, formandose unas manchas que se conrresponden en el envés con una vellosidad Violácio-grisácea fina constituida por filamentos microscópicos y por las esporas del hongo. La planta presenta al principio un color grisáceo, oscureciéndose después hasta que acaba por secarse; esto ocasiona una pérdida grande de follaje que impide realizar a la planta sus funciones, lo que repercute en los frutos, que no llegan a madurar ni adquirir su típico sabor y color de pulpa (Reche, 1988).

Tratamiento: Cuando se prevean condiciones atmosféricas óptimas para el ataque de este hongo se deberán extremar las precauciones y mantener la planta protegida de acuerdo con los tratamientos antes especificados, utilizando productos a base de sales de cobre, Zineb, Maneb, Mancozeb, Propineb, Ziram, Diclofluanida, tambien se utiliza el Captan en espolvoreo, conviene, además , el uso de un buen abonado preferentemente potásico y fosfatado; no repetir el cultivo en el mismo terreno hasta pasado algunos años; quemas los focos iniciales de hojas y tallos atacados por estas criptógamas y destruir las cucurbitáceas silvestres y los restos de las plantas de sandía una vez realizada la recolección (Reche, 1988).

2.17.8 Antracnosis

Conocido también por (niebla), es quizás una de las más graves enfermedades que afectan a la sandía; está producida por el hongo *Colletotrichum orbiculare* (Berk & Mont) Arx (sinónimo *C. lagenarium* (Pass) (Ellis & Halst). Que ataca a las hojas, tallos y frutos. Se propaga por las semillas de frutos atacados, sobreviviendo durante el invierno en los tallos enfermos, pudiéndose diseminar sus esporas con las lluvias y aguas

superficiales de riego. La germinación y desarrollo del hongo tiene lugar entre los 20 y 30° C. el tiempo húmedo y lluvioso favorece la esporulación y diseminación (Reche, 1988).

Daños producidos.- los daños afectan a las hojas, tallos y frutos (Reche, 1988).

Hojas.- se aprecian manchas más o menos circulares de color amarillamiento, que se van oscureciendo poco a poco hasta convertirse en color atabacado lo que da al campo un aspecto chamuscado; las zonas de las hoja que presentan estas manchas pueden a veces caerse, apareciendo las hojas como perdigonadas (Reche, 1988).

Tallos.- se observan en los tallos y pecíolos lesiones algo hendidas, que, a veces, rodean al tallo y termina por secarse en esta zona (Reche, 1988).

Frutos.- los infectados presentan lesiones circulares u ovaladas de 1 a 2 cm de diámetro que afectan no solo al epicarpio sino también a la pulpa; estas manchas van poco a poco ablandándose y luego se agrietan y se puede apreciar el tejido podrido. En el centro de las depresiones se observan las masas rosadas de los órganos reproductores del hongo; la podredumbre de tejidos que se produce constituye un medio idóneo para las bacterias que atacan a los frutos (Reche, 1988).

El hongo se encuentra normalmente oculto en la corteza en espera de condiciones adecuadas de humedad y temperatura (Reche, 1988).

Tratamiento.- son posibles los siguientes: desinfección de semillas, tratamiento en plantas adultas; utilización de variedades resistentes y otras prácticas culturales (Reche, 1988).

2.18 Enfermedades causadas por virus

Ocasionalmente y durante los últimos años se han presentado problemas por la incidencia de virosis como es el caso del mosaico del pepino (VMP), mosaico de la sandía (VMS) y la mancha angular del tabaco (VMAT), para lo cual se recomienda utilizar variedades tolerantes eliminar plantas infestadas y controlar malezas e insectos como la mosquita blanca, la chicharrita y los pulgones que son los principales insectos transmisores de virus (Acosta *et al*, 2003).

2.18.1 Virosis

La sandía es una de las especies vegetales más sensibles a las infecciones por virus. Actualmente está comprobado que puede ser afectada por varios tipos de virus muy distintos, pero que producen una sintomatología parecida, entre de los que se encuentran: Virus del mosaico del pepino.- transmitido y difundido por pulgones, pero no por semillas (Reche, 1988).

Virus del mosaico de la sandía.- también transmitido por pulgones pero no por semillas. Una estirpe de este virus es la causante del mosaico del melón, que tantos estragos causa (Reche, 1988).

2.18.2 Virus mosaico de la sandía variante 2 (VMS-2)

El virus mosaico de la sandía variante 2 (VMS-2), es otro de los de importancia en las cucurbitáceas, el segundo más importante. Es un potyvirus de varilla flexible que infecta a la mayoría de las cucurbitáceas y a varias especies de leguminosas (Alonso, 2003).

Síntomas y daño: Los síntomas son leves en el follaje de la mayoría de las plantas susceptibles, aunque los productores han observado una disminución de estos tras la fertilización. En las hojas jóvenes se observan mosaicos, decoloraciones intervenales, rugosidades, y reducción y

deformación foliar. En el fruto ocasiona cambios de color, manchas verdes, principalmente en frutos amarillos. La distorsión y decoloración de frutos constituye también un problema. A menudo, los síntomas del virus del mosaico de la sandía se acentúan cuando otro virus se encuentra presente en la misma planta. Una asociación común en campo es el virus mosaico del pepino y virus mosaico de la sandía, cuyos síntomas son más notorios al final del ciclo del cultivo (Alonso, 2003).

2.18.3 Virus Mosaico de la Calabaza (VMC)

El agente casual es el virus Mosaico de la Calabaza que es un comovirus de partícula isométrica. Su distribución es mundial.

Síntomas y daño: en las hojas se observan mosaicos, una coloración más verde a lo largo de las venas principales, moteados muy pronunciados, manchas concéntricas y distorsión en hojas de plántulas jóvenes. Sobre plantas maduras muestran un mosaico verde oscuro ampollado y endurecimiento, provocados por un efecto herbicida hormonal. Las plantas tienen poco desarrollo y producen frutos deformes y con mosaicos, además de que presentan ausencia de red. Los síntomas de este virus son semejantes a los producidos por los Virus Mosaico del Pepino y Virus Mosaico de la Sandía (Alonso, 2003, Chew y Jimenez, 2002).

2.18.4 Virus mosaico del pepino (VMP)

Pertenece al grupo de los cucumovirus, este virus es considerado como uno de los más diseminados y que provoca una de las enfermedades más importantes de las cucurbitáceas. Ataca a más de 40 familias de plantas en todo el mundo. Las razas de VMP difieren en el rango de hospedantes, y métodos de transmisión (Chew y Jiménez, 2002).

Síntomas y daño: Este virus es capaz de inyectar a las cucurbitáceas en cualquier etapa de desarrollo. Por lo general los síntomas se observan en

las hojas más jóvenes cuando las plantas infectadas tienen de 6 a 8 hojas, estas presentan un patrón de mosaico (zonas amarillas o verde claro alternadas con zona verde oscuro). Las hojas se distorsionan, los entrenudos se acortan y en casos severos, las hojas más viejas mueren. Cuando una planta se infecta a la mitad del ciclo, las guías existentes se desarrollan normalmente y producen frutos sanos. Las plantas infectadas en etapas más tempranas, producen pocos frutos de mala calidad y en ellos se observan moteados o mancha verde y amarillas. Además, los frutos afectados presentan resistencia al corte. La declinación temprana de las guías es comúnmente atribuida a la infección del VMP y no deberá ser confundida con el colapso o marchitez repentina, que es una enfermedad más compleja y un síndrome de estrés relacionada con la planta (Alonso, 2003; Chew y Jiménez, 2002 y Conti *et al*, 2000).

Propagación de la enfermedad. Los virus causante del mosaico de la sandía son transmitidos a ésta principalmente por los pulgones *Aphis fabae Scop.* Y *Myzus Persicae Sulz*, raramente por contacto o vía vegetativa y nunca por semilla de plantas que han estado enfermas (Reche, 1988).

Tratamiento

- ❖ Es a través de calor seco en una estufa, a 70°C, por 24 hrs (Nava, 2009).
- ❖ La mejor forma de controlar una enfermedad viral es erradicándolo en un área mediante cuarentenas, inspecciones y sistemas de certificación. A salvo de ciertos virus protegiéndolas de los vectores de esos patógenos. El control de los insectos vectores y la erradicación de las malezas que le sirven de hospedantes, es útil para controlar a la enfermedad (Agrios, 1996).

2.19 Bacterias

Probablemente este grupo de patógenos constituye el segundo en importancia, luego de los hongos, si tenemos en cuenta el número y gravedad de las enfermedades que produce. Pueden ser consideradas como los organismos más pequeños capaces de desarrollarse independientemente, a diferencia de los virus (Mendoza, 1999).

Normalmente tienen forma esférica o de varilla y se pueden encontrar agrupadas en racimos, cadenas, u otras formas. Por otra parte, pueden multiplicarse rápidamente a través del proceso conocido como fisión binaria, pudiendo doblar su población en periodos tan cortos como 20 minutos (Mendoza, 1999).

Un gran número de enfermedades causadas por bacterias pueden ser determinadas con cierto grado de seguridad por el tipo de síntomas que producen en la planta. Las bacterias fitopatógenas pueden sobrevivir por periodos prolongados en suelo y restos vegetales como saprófitos, o bien en malezas como poblaciones epífitas (Mendoza, 1999).

De esta forma, a través del salpicado de agua pueden diseminarse y dar inicio a una nueva infección. Algunas incluso, pueden dispersarse a través de suelo contaminado arrastrado por el viento , también puede moverse fácilmente a través de herramientas, manos o ropa contaminada, pasando en este caso a tener importancia como medida de control la higiene dentro de nuestro cultivo (Mendoza, 1999).

En la actualidad se reconocen alrededor de 60 especies de bacterias causantes de enfermedades en plantas, que incluyen aproximadamente 300 subespecies y patovares (Mendoza, 1999).

2.19.1 Marchitamiento bacteriano

Erwinia tracheiphila. Enfermedad vascular cuyos daños oscilan desde algunas plantas muertas hasta la destrucción total del cultivo.

Ataca a todas las Cucurbitáceas (melón, sandía, calabaza).

Aparecen en las hojas manchas de color verde que se extienden con rapidez, pasando a través de los peciolo, a los tallos, lo que provoca un marchitamiento general de la planta. Al cortar un tallo enfermo y presionar, aparece un líquido blanquecino y pegajoso formado por bacterias y savia (Guerrero y Zamora, 2008)

2.19. 2 Mancha angular de las Cucurbitáceas

Afecta a las cucurbitáceas (melón, sandía, calabaza). En melón, sobre todo en semilleros, donde ocasiona importantes daños. Los síntomas son manchas en hojas de 8 milímetros delimitadas por las nervaduras (Guerrero y Zamora, 2008)

Control

- ❖ Utilizar semilla sana o desinfectada.
- ❖ Evitar el exceso de humedad ambiental.
- ❖ Al observar los primeros síntomas eliminar las plantas enfermas.
- ❖ Realizar tratamientos en caso de desarrollo de la enfermedad con Oxocloruro de cobre, Mancozeb, Maneb o Zineb.

2.20 Enfermedades causadas por nematodos

Meloidogyne spp. (Kofoid & White) TYLENCHIDA: HETERODERIDAE.

En hortícolas en Almería se han identificado las especies *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita* afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “jicamilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado (Chew y Jiménez, 2002).

Técnicas culturales: Utilización de variedades resistentes, desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores y utilización de plántulas sanas.

Control biológico mediante enemigos naturales

Productos biológicos: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis*

Control por métodos físicos: Esterilización con vapor y solarización, que consiste en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días (Chew y Jiménez, 2002).

Control químico: Benfuracarb, cadusafos, carbofurano, dicloropropeno, etoprofos, fenamifos, oxamilo.

2.21 Superficie y producción mundial.

La superficie cosechada de sandía en el mundo es de 2.9 millones de hectáreas anuales (promedio 1995-2004) con una producción de 70.7 millones de toneladas. China es el país más importante a nivel mundial en términos de superficie con una participación del 52% del total. Muy lejos le siguen Turquía con el 4.77%, Irán 3.50%, Estados Unidos 2.34%. Egipto 1.99% y en sexto lugar se ubica México con el 1.33% de la superficie total mundial. Cabe mencionar que China no solamente es el país con la mayor participación en superficie de sandía en el mundo, sino que también registra la mayor tasa anual de crecimiento con un 9.79% (SIAP, 2003).

2.22 Comercio mundial

Las exportaciones mundiales de sandía durante el periodo 1995-2003 ascendieron en promedio a 1.5 millones de toneladas anuales, con una tasa media anual de crecimientos del 4.36%. Los principales países exportadores de sandía en el mundo en orden de importancia son: España, México, Grecia, Estados Unidos y Malasia cuyas ventas en conjunto representan alrededor del 61% del total. España es el país que más exporta con alrededor de 280 mil toneladas anuales (19% del total), seguida por México con alrededor de 242 mil toneladas respectivamente. El principal país de destino de las exportaciones mexicanas es Estados Unidos a donde se envía más del 90% del volumen exportado (Espinoza *et al.*, 2006).

Las importaciones mundiales de sandía muestran un crecimiento anual de 3.28% anual durante el periodo 1995-2003. Los principales países importadores de sandía son Estados Unidos, Alemania, Canadá, Italia, y los Emiratos Árabes unidos, cuyas compras externas en conjunto representan el

45% del total mundial. Estados Unidos es el principal país importador de este producto. En 1995 importó 153 mil toneladas y para el año 2003 el volumen importado aumentó a 208 mil lo que representó una tasa de crecimiento anual en las importaciones de 5.54%. Es importante mencionar que Estados Unidos es abastecido principalmente por países latinoamericanos, entre ellos México, las importaciones de estos países ubicados en la parte norte del hemisferio, se dan principalmente durante los meses de Noviembre a Mayo, ya que su invierno es muy crudo y la producción de este cultivo, que requiere calor, es casi nula (Espinoza *et al.*, 2006).

2.23 Superficie y producción en México

La superficie cosechada promedio de sandía en México durante el periodo 1980-2003 fue de 38,358 ha anuales con un rendimiento de 16.11 toneladas por hectárea y una producción de 558,010 toneladas. Durante este periodo la superficie registró un incremento de solamente el 22% al pasar de 31,465 en 1980 a 38,677 en el 2003. En contraste, la producción para el mismo periodo se incrementó el 80% al pasar de 446,598 a 803,386 toneladas. Este mayor incremento en producción se ha debido al mejoramiento en los rendimientos unitarios los cuales pasaron de 15.23 a 22.04 toneladas por hectárea. Esta mejoría en productividad se debe al desarrollo y uso de paquetes tecnológicos (Espinoza *et al.*, 2006).

La producción anual de sandía en nuestro país se obtiene tanto en el ciclo primavera - verano (P-V) como en el otoño - invierno (O-I). La producción del ciclo primavera - verano está orientada principalmente al mercado nacional, mientras que la de otoño-invierno está orientada al mercado internacional debido a las ventajas que México tiene en cuanto a las condiciones climáticas, ya que en este periodo a Estados Unidos no le es favorable el clima invernal (Espinoza *et al.*, 2006).

Por entidad federativa, los estados que más producen son Veracruz, Sonora, Jalisco, Sinaloa, y Nayarit con participaciones de 16.07, 12.47, 9.44, 8.16 y 7.52%, respectivamente. La Comarca Lagunera participa con un 4.2% de la producción nacional. En general se aprecia que la producción se encuentra bastante dispersa a lo largo y ancho del territorio nacional (Espinoza *et al.*, 2006).

2.24 Superficie y producción en la Comarca Lagunera

En caso de los factores sanitarios la sandía es afectada por plagas y enfermedades, principalmente de tipo fungoso y virosis. En el caso del mercado, en los años en que la producción se incrementa mas allá de determinado nivel se observan situaciones de desplome de precios que provocan desánimo en los productores reflejándose lo anterior en disminuciones en la superficie sembrada al año siguiente. Por el contrario en años de baja producción, cuando el precio es bueno y la inversión es rentable, se observa que al año siguiente muchos productores se ven atraídos por este cultivo incrementándose sustancialmente la superficie (Cuadro 2.4) (Espinoza *et al.*, 2006).

Cuadro 2.4. La evolución de la superficie cosechada, la producción y el valor de la sandía en la comarca lagunera para el periodo (2000-2004) (SIAP, 2003). UAAAN-URL. 2009

Año	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton/ha)	Valor (pesos)
2000	1,954	50,747	60,896,400
2001	1,794	43,364	52,036,800
2002	1,000	24,730	40,500,600
2003	1,610	50,046	45,041,400
2004	1,107	33,941	22,865,030

Los municipios donde se concentra la mayor superficie sandillera en el ámbito de la Comarca Lagunera son: Matamoros, que participa con el 31.37%, San Pedro, con el 21.93%, Tlahualilo, con el 17.38% y Viesca con 16.65% (Espinoza *et al.*, 2006).

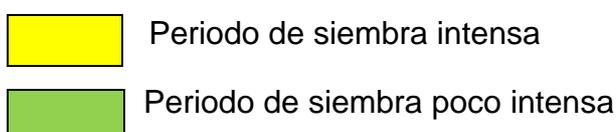
2.25 Fecha de siembra en la Comarca Lagunera

Las siembras inician en el municipio de Matamoros en la primera quincena del mes de Enero. Sin embargo, es en la segunda quincena del mismo mes y en la primera de Febrero cuando siembran la mayoría de los productores de este municipio. En el caso de Viesca las siembras inician en la segunda quincena de Febrero y continúan durante el mes de Marzo (Espinoza *et al.*, 2006).

En los municipios de San Pedro, Francisco I. Madero y Tlahualilo las siembras se realizan a partir de la primera quincena del Marzo pero se concentran principalmente en la segunda quincena del mismo mes. Cabe mencionar que en estos tres municipios el cultivo de la sandía se riega con agua de gravedad proveniente de las presas locales. Debido a lo anterior, el productor siembra en función del candelario de distribución del agua del distrito de riego local. Por lo anterior, cualquier cambio en la decisión de modificar el calendario de riegos del distrito cambiará la fecha de siembra de sandía. Sin embargo, la experiencia indica que las modificaciones en las fechas de distribución del agua son pocos frecuentes ya que están sujetas al ciclo del cultivo del algodnero. Cabe mencionar que los municipios de Matamoros, Viesca, San Pedro y Francisco I. Madero pertenecen al estado de Coahuila; Tlahualilo y Lerdo al estado de Durango (Espinoza *et al.*, 2006).

En el caso del municipio de Lerdo, en el área de Nazareno, las siembras se realizan en la primera quincena de Marzo (Cuadro. 2.5). En el área de Nazareno las siembras se realizan con agua de bombeo, a diferencia de la mayoría de las comunidades que siembran hortalizas en este municipio que siembran con agua de la presa.

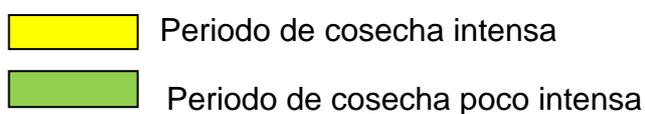
Cuadro 2.5. Fechas de siembra de sandía en la Comarca Lagunera (año agrícola, 2002). UAAAN-URL.2009



2.26 Época de cosecha en la Comarca Lagunera

Los primeros cortes de la temporada se obtienen en la primera quincena de Mayo en el municipio de Matamoros. En la segunda quincena de Mayo la cosecha se generaliza en Matamoros y empieza en el municipio de Viesca. Durante el mes de Junio la cosecha se encuentra en su máximo apogeo en estos municipios y termina en la primera quincena de Julio. En San Pedro, Francisco I. Madero y Tlahualilo la cosecha empieza a fines de Junio cuando en Matamoros y Viesca está terminando. La cosecha en estos municipios se encuentra en su máximo nivel durante el mes de Julio para terminar a principios de Agosto. En el caso de San Pedro se extiende un poco más la cosecha debido a que cuenta con algunas pequeñas áreas que se riegan con agua de bombeo que se siembran un poco más tarde como se mencionó arriba. En el caso de Nazareno, en el municipio de Lerdo, se obtiene cosecha desde principios de Junio se generaliza en la segunda quincena de Junio y termina en la primera de Julio (Cuadro 2.6) (Espinoza *et al.*, 2006).

Cuadro 2.6. Fechas de cosecha de sandía en la Comarca Lagunera (año agrícola, 2002). UAAAN-URL.2009



2.27 Venta y transporte de la sandía

El 100% de los productores venden la sandía a “granel”, es decir, sin empacar. De ellos el 85% venden la sandía en la misma huerta o en los centros de acopio donde la descarga directamente en el camión del comprador; el 10% la venden al “menudeo” directamente al consumidor y el 5% la vende en el mercado de abastos local. Cabe mencionar que una proporción importante de otros productos hortícolas de la región como el melón y el tomate rojo se comercializan empacados lo cual facilita la utilización de etiquetas y marcas propias dándose a conocer de esta manera el mercado. En cuanto al transporte de la sandía a los mercados de destino destaca el camión tipo thorton sin refrigeración con capacidad de 14 a 16 toneladas (Espinoza *et al.*, 2006).

2.28 Antecedentes

Tercero (2007) menciona que realizó un experimento el 5 de abril del 2006, en el campo experimental de la universidad autónoma agraria Antonio Narro, en el cual en esa fecha la enfermedad que se le presento fue damping off. Para combatir el hongo aplicó tecto 60 con una dosis de 10gr para una superficie de 642 m² .

Noel (2008) menciona que durante la realización de su experimento el 5 de mayo 2008 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Unidad Laguna, durante la etapa de fructificación se presentaron problemas de antracnosis y secadera tardía. Las enfermedades antes mencionadas se controlaron aplicando fungicidas tales como: tecto 60, Fionex m2 400 y Agrimyco.

Eng (2007) menciona que durante su experimento primavera- verano 2006 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna la principal enfermedad que se le presento durante el experimento fue Damping off para lo cual se aplico tecto-60 a una dosis de 20 g/ 200 l de agua una vez por semana durante 4 semanas también aplico Beninge 500 P.H. a una dosis de 0.35 kg/ha como preventivo de cenicilla

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera ésta situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Comprendida entre los meridianos 101° 41" y 105° 15" de longitud oeste del meridiano Greenwich y los paralelos 24°59" y 26°53" longitud norte. Colinda al norte con el estado de chihuahua y los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas, Coahuila; al sur con el estado de Zacatecas (Gutiérrez, (1947)

3.2 Clima de la Comarca Lagunera

El clima se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18° y 22°C y la del más frío menor de 18°C; con régimen de lluvias de verano, por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual ; muy extremo, oscilación mayor de 14°C; con una precipitación media de 250 mm anuales y una evaporación potencial del orden de 2,500 mm anuales, es decir, diez veces mayor a la precipitación pluvial (DETENAL y UNAM, 1970).

3.3 Localización del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en el cuadro agrícola de los Municipios de Matamoros y Viesca, Coahuila, donde se seleccionaron tres huertas de sandía sembradas en fechas tempranas, en el ciclo agrícola 2009. La superficie de las huertas seleccionadas para la observación de las enfermedades fluctuó entre 1 ½ ha la menor y 4 ha la mayor, en dos de

ellas el sistema de riego fue por cintilla y acolchado y en la otra riego por gravedad y acolchado (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Huertos seleccionados para la observación de enfermedades de la sandía en la Comarca Lagunera 2009. UAAAN-URL.2009.

Nombre del productor	Ubicación (Municipio)	Fecha de siembra 2009	Superficie (has)	Variedad	Sistema de riego	
1.- Antonio de Santiago	Ej. Matamoros 3, Mpio. de Matamoros, Coahuila	20 de enero	1.5 ha	Sangría	Cintilla acolchado	y
2.- Prospero Treviño	Ej. Redención Agraria Mpio. de Matamoros, Coahuila	20 de febrero	4 ha	Summer flavor 800	Gravedad acolchado	y
3.- Francisco Rodríguez Vega	Ej. Benito Juárez sector 1. Mpio. de Viesca, Coahuila	20 de enero	2.5 ha	Improvét peacock	Cintilla acolchado	y

En cada huerta se revisaban 100 plantas distribuidas al azar para observar las enfermedades que pudieran atacarlas. La severidad de la enfermedad se cálculo utilizando una escala visual arbitraria donde 0= planta sana; 1= 1-25% del follaje con síntomas; 2= 26-50% del follaje con síntomas; 3= 51-75% del follaje con síntomas y 4= 76-100% del follaje con presencia de síntomas o planta muerta. Se realizaron visitas cada ocho días. Las etapas fenológicas que se estudiaron fueron: 2H, 3H y 5H, hojas verdaderas respectivamente, aparición de guías (AG), crecimiento de guías (CG), flor, aparición de fruto(AF), crecimiento de fruto del tamaño de una nuez (CFN), crecimiento de fruto del tamaño de una toronja (CFT), crecimiento de fruto final (CFF), principio de cosecha (Pcos) y cosecha (Cos)

Cada enfermedad se identificó en el campo en base a la presencia de los síntomas, además se tomaron muestras de follaje afectado, colocándolo en bolsas de plástico correctamente etiquetadas poniéndolo el nombre del productor y la fecha de recolección, colocándolos dentro de una hielera para ser trasladado al laboratorio de fitopatología del INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Las muestras sospechosas de enfermedades fungosas se observaron al microscopio para determinar la presencia de la estructura característica de los hongos (conidio y micelio), colocándose parte del tejido infectado en un medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) incubándose a una temperatura de 27°C durante una semana para observar su crecimiento el cual se observo a simple vista y en el microscopio. Para la identificación de las enfermedades ocasionados por hongos.

3.4 Composición del medio de cultivo PDA

Papa- dextrosa- agar (PDA)

Agar- 17 g

Papas- 200 g

Dextrosa- 20 g

Agua destilada- 1000 ml

Las papas se pelan y se parten en cubos medianos. En 500 ml de agua se cuecen las papas, posteriormente se cuele para obtener solo el jugo. En los 500 ml de agua restantes se coloca el agar y la dextrosa y se completa a 1 litro con el jugo de la papa. Se reparte en 2 matraces de 1,000 ml, se tapan con un tapón de algodón y se coloca en una autoclave por 15 min. a 1.5 g/cm² de presión. Se sacan los matraces de la olla, se dejan enfriar y se vacía el medio de cultivo en cajas petri estériles (Figura 3.1) (Zitter y Banik (1984; Sikora, 1997; Streets, 1997).



Figura 3.1. Proceso para realizar el medio del cultivo PDA (papa-dextrosa-agar). UAAAN-URL. 2009.

De igual forma se tomaron muestras de follaje de la parte apical (dos o tres hojas) que presentaba síntomas de virosis, las cuales se procesaron con el método ELISA utilizando los siguientes antisueros: virus mosaico del pepino (VMP), virus mosaico de la calabaza (VMC), virus mosaico del tabaco (VMT), virus del mosaico de la sandía-2 (VMS -2), virus mancha anular del papayo (VMPA) y virus mosaico amarillo del Zucchini (VMAZ).

3.5 Técnicas ELISA

Preparación de la muestra (tejido vegetal- hojas)

Se tomó 1 g de la muestra de varias plantas, se le agregan 10 ml de solución amortiguadora de extracción y se macera en un mortero. El macerado se pasa por una malla, gasa o tul para separar el tejido vegetal del líquido, el cual se preserva en vasos de precipitados en refrigeración hasta que se utilicen (Pernezny *et al.*, 2003)

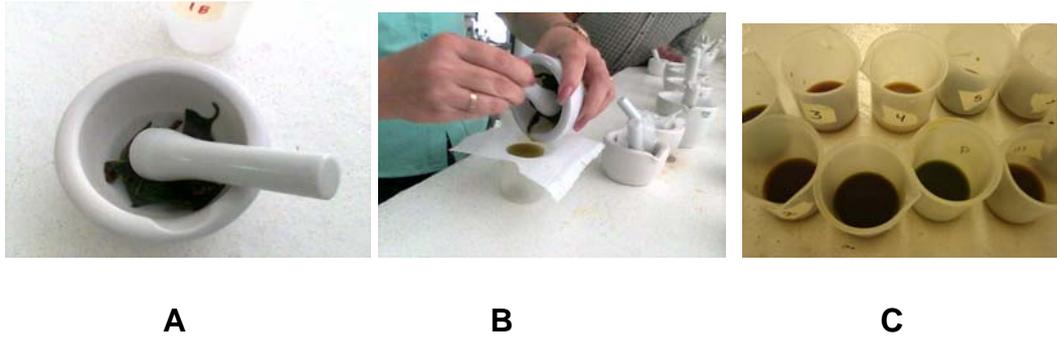
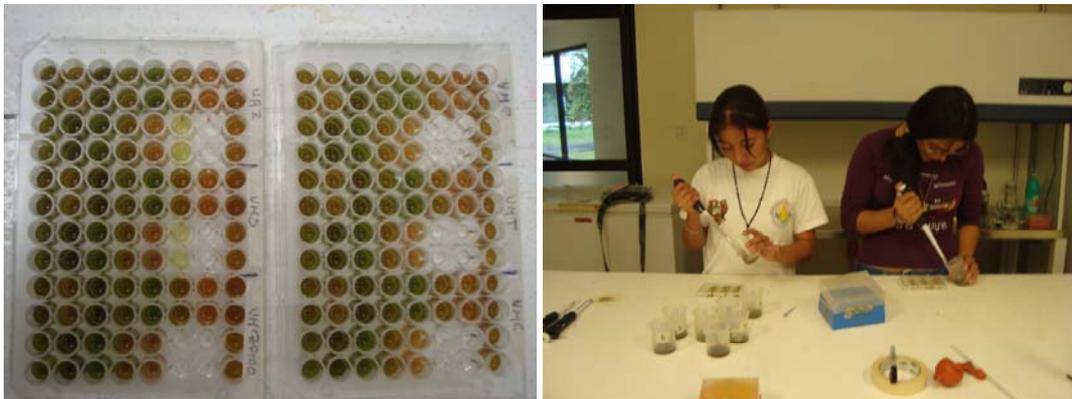


Figura 3.2. Preparación de la muestra (tejido vegetal-hojas). Maceración de tejido en un mortero (A), filtrado de la muestra con una malla o gasa (B) y vasos con las muestra (C). UAAAN-URL.2009.

3.5.1 Protocolo:

Se agregaron 100 ul de gama globulina del virus a detectar, en solución amortiguadora de cubrimiento a cada pozo de la placa (estas vienen en el kit de los antisueros y son platos de plásticos con 96 orificios en los cuales se depositan las muestras). (Concentración utilizada 1 ul de gama globulina/ 200 ul de solución de cubrimiento). Se incubó a 37°C por 2-3 h. Se lavó la placa con una solución de lavado (PBST) usando una piseta. Se espera 3 min. Vacía la solución y se sacude la placa sobre toallas de papel. Repetir el lavado 3 veces. Vaciar y sacudir. Se agregaron 100 ul de savia de la muestra a pozos duplicados. Se colocaron también dos pozos con testigo positivo y dos pozos con solución amortiguadora de extracción (testigo negativo). Se incubó a 6° C toda la noche o 37° C por 4-6 h. Se lavó la placa tres veces con PBST. Se agregaron 100 ul de conjugado de gammaglobulina- enzima a cada pozo (concentración utilizada: 1 ul de conjugado gamaglobulina-enzima/200 ul de solución amortiguadora del conjugado). Se incubó a 30° C por 3-6 h. Se lavó la placa tres veces con PBST. Se agregaron 100 ul de sustrato fresco a cada pozo (concentración: 0.6 mg de p-nitrofenil fosfato/ml de solución amortiguadora de sustrato). Se incubó a temperatura ambiente por 30 a 60 min. En un lugar en donde no

este expuesto a la luz. Para la reacción se agregan 5 ul de NaOH_3M a cada pozo.



A

B

Figura 3.3. Platos con muestra de tejido vegetal (A), agregando muestra de tejido líquido a cada pozo de la placa (B). UAAAN-URL.2009

3.5.2 Evaluación de resultados

Para evaluar la reacción se utilizó un Lector de ELISA marca Das. La reacción se considera como positiva (presencia del virus) si la lectura de la densidad óptica es mayor o igual a tres veces la media del testigo negativo. Si el testigo negativo presenta un promedio de valores de densidad óptica de 0.3, solo se considerarán positivos aquellas muestras con densidades ópticas mayores a 0.9.



Figura 3.4. Lector de ELISA. UAAAN-URL.2009.

IV RESULTADO Y DISCUSIÓN

Enfermedades fungosas y virosas

Las enfermedades que se detectaron en las huertas de sandía se presentan a continuación:

Fecha de siembra temprana

Huerta 1.

Fecha de siembra: 20 de Enero del 2009.

Propietario: Sr. Antonio de Santiago

Ubicación: ejido Matamoros 3, municipio Matamoros Coahuila

- Ahogamiento (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp) Se presentó durante la etapa fenológica de dos hojas verdadera (2H) con una incidencia de 1% y una severidad de 0.02. Esta enfermedad se observó hasta crecimiento de guías (Figura 4.1).
- Marchitez (*Fusarium oxysporum*). Se presentó durante la etapa fenológica del crecimiento de fruto en forma de una nuez (CFN) con una incidencia de 1% y una severidad de 0.01. Esta enfermedad continuó a lo largo de las evaluaciones hasta, la terminación de cosecha (Figura 4.1).
- Virosis: Los síntomas se presentaron durante la etapa fenológica de crecimiento de guías (CG), con una incidencia de 5 % y una severidad de 0.08. Esta enfermedad continuó a partir de las siguientes evaluaciones hasta terminar la cosecha con una incidencia de 100% y una severidad de 2.81 (Figura 4.2).
- Tizón foliar (*Alternaria cucumerina*). Los síntomas de esta enfermedad iniciaron a partir de la etapa fenológica de quinta hoja verdadera (5H) con una incidencia de 35 % y una severidad de 0.42. Esta enfermedad continuó a partir de las siguientes evaluaciones hasta, terminar la cosecha con una incidencia de 100% y una

severidad de 2.15. pero esta enfermedad tuvo mayor incidencia y severidad que las siguientes enfermedades (Figura 4.3)

De las enfermedades que se presentaron en esta parcela, el Tizón foliar fue el que se presento desde el inicio del cultivo y continuó incrementándose hasta la cosecha

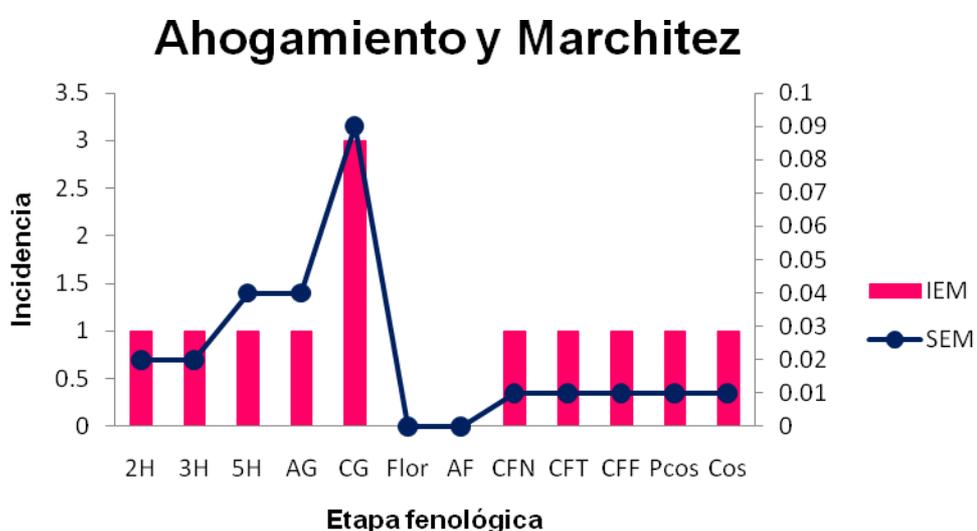


Figura 4.1. Incidencia y severidad a través del año de Ahogamiento y marchitez, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago. UAAAN-URL.

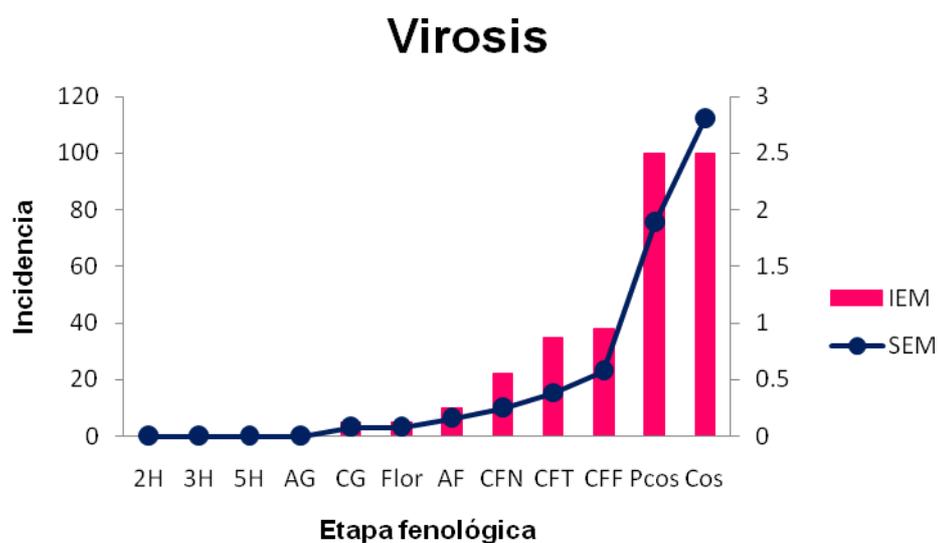


Figura 4.2. Incidencia y severidad a través del año de virosis, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago. UAAAN-URL.

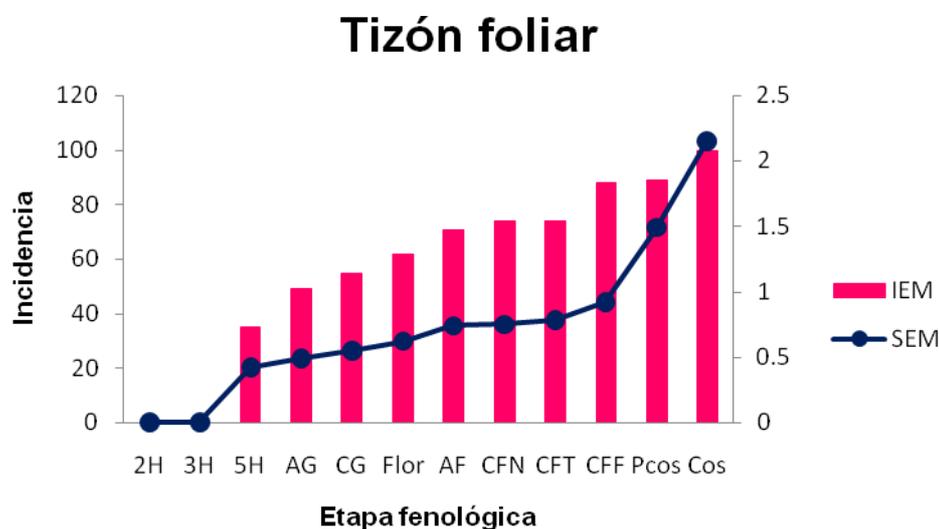


Figura 4.3. Incidencia y severidad a través del año de Tizón foliar, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Antonio de Santiago. UAAAN-URL.

Huerta 2.

Fecha de siembra: 20 de Febrero del 2009.

Propietario: Sr. Prospero Treviño

Ubicación: Ejido Redención Agraria, municipio de Matamoros Coahuila

- Ahogamiento (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp), esta enfermedad se presento durante la etapa fenológica de dos hojas verdadera (2H) con una incidencia de 1% de plantas con síntomas y una severidad de 0.04. Esta enfermedad continuo hasta, la quinta hoja verdadera (5H) (Figura 4.4).
- Marchitez (*Fusarium* spp) Se presento durante la etapa fenológica de la aparición del fruto (AF) con una incidencia de 1% de plantas con síntomas y una severidad de 0.01. Esta enfermedad se detecto hasta el termino de la cosecha (Figura 4.4)
- Virosis: Se presento durante la etapa fenológica a principios de cosecha (Pcos) con una incidencia de 10 % y una severidad de 0.15. Incrementándose hasta tener una incidencia de 31% y una severidad de 0.53 al final de la cosecha (Figura 4.5)
- Tizón foliar (*Alternaria cucumerina*). Los síntomas de esta enfermedad iniciaron a partir de la etapa fenológica aparición de guías (AG) con una incidencia de 2 % y una severidad de 0.02. Al término de la cosecha se tenía una incidencia de 83 % y una severidad de 1.36. (Figura 4.6).

De las enfermedades que se presentaron en esta parcela, el Tizón foliar fue la que mayor se presento.

Ahogamiento y Marchitez

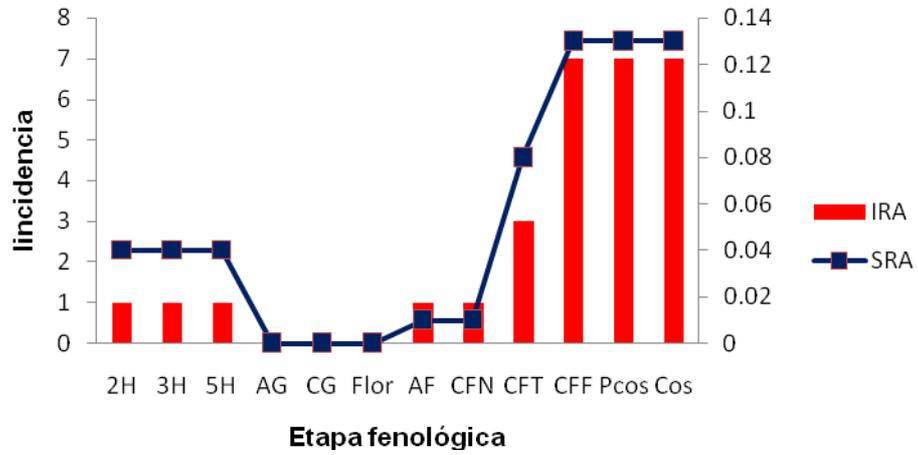


Figura 4.4. Incidencia y severidad a través del año de Ahogamiento y Marchitez, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Prospero Treviño. UAAAN-URL.

Virosis

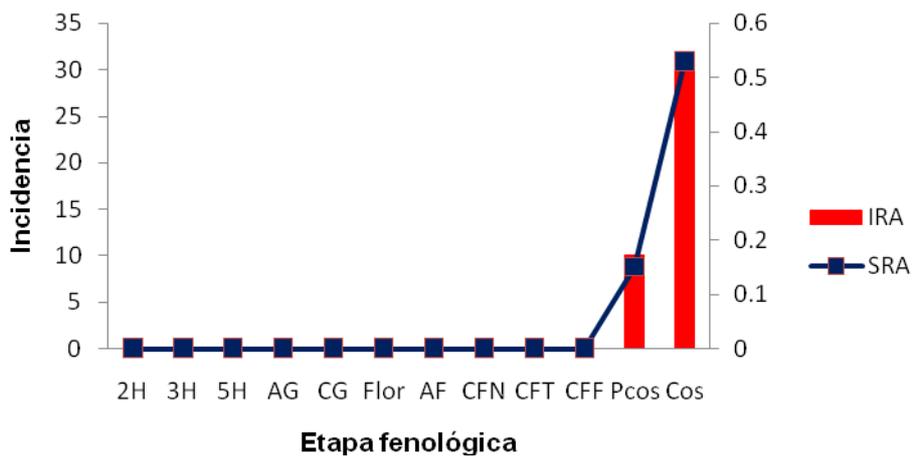


Figura 4.5. Incidencia y severidad a través del año de virosis, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Prospero Treviño. UAAAN-URL.

Tizón foliar

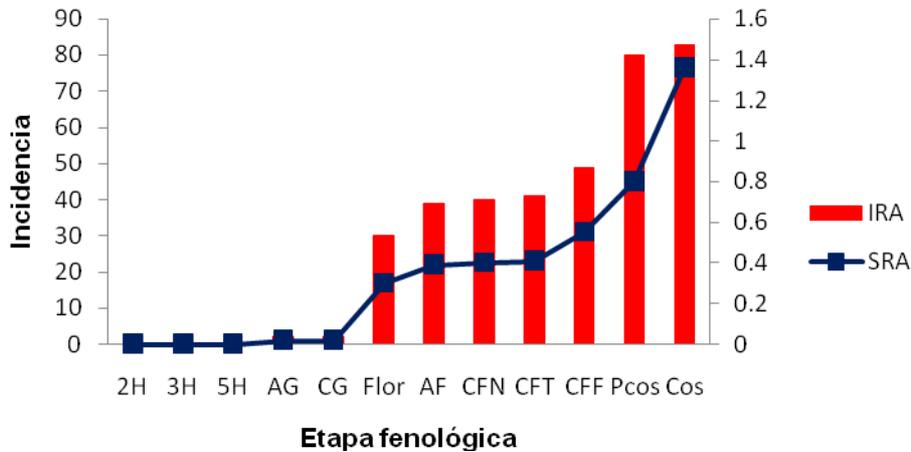


Figura 4.6. Incidencia y severidad a través del año de Tizón foliar, en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Prospero Treviño. UAAAN-URL.

Huerta 3.

Fecha de siembra: 20 de Enero del 2009.

Propietario: Sr. Francisco Rodríguez Vega

Ubicación: ejido Benito Juárez sector 1, municipio de Viesca Coahuila

- Ahogamiento (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp). Se presentó durante la etapa fenológica de la segunda hoja verdadera (2H) con una incidencia de 5% y una severidad de 0.03. Esta enfermedad continuó en las etapas fenológicas de tres y cinco hojas verdaderas (3H) (5H), aparición de guías (AG) y crecimiento de guías (CG) (Figura 4.7).
- Marchitez esta enfermedad no se presentó durante todas las evaluaciones (Figura 4.7).
- Virosis: Las plantas con estos síntomas se presentaron durante la etapa fenológica crecimiento de fruto en forma de nuez (CFN) con

una incidencia de 2 % y una severidad de 0.02. Al final se tuvo una incidencia de 17% y una severidad de 0.26 al termino de la cosecha (Figura 4.8)

- Tizón foliar (*Alternaría cucumerina*). Los síntomas de esta enfermedad iniciaron a partir de la etapa fenológica aparición de la quinta hoja verdadera (5H) con una incidencia de 75 % y una severidad de 0.77. Esta enfermedad continuó a partir de las siguientes evaluaciones hasta, la terminación de cosecha con una incidencia de 100 % y una severidad de 2.38 (Figura 4.9).

De las enfermedades que se presentaron en esta parcela, el Tizón foliar fue la que mayor se presento

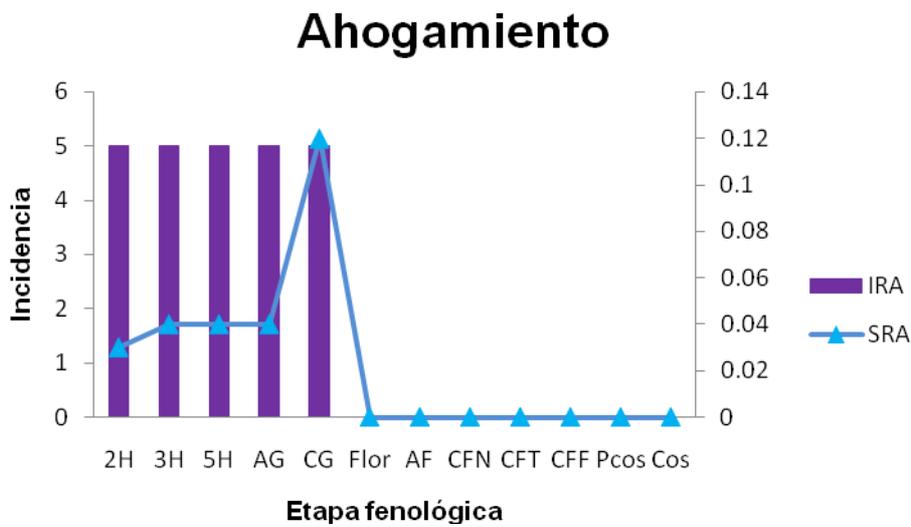


Figura 4.7. Incidencia y severidad a través del año del Ahogamiento en diferentes etapas fenológicas, en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Francisco Rodríguez Vega. UAAAN-URL.

Virosis

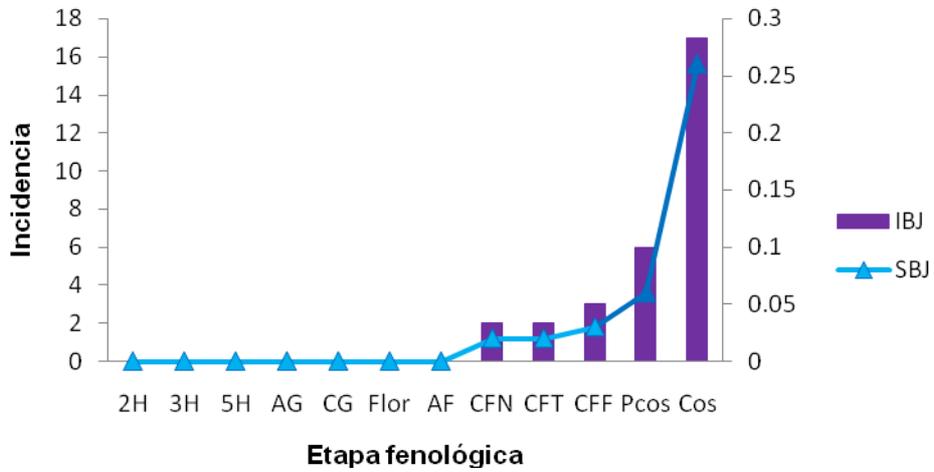


Figura 4.8. Incidência e severidade a través del año de virosis en diferentes etapas fenológicas, en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Francisco Rodríguez Vega. UAAAN-URL.

Tizón foliar

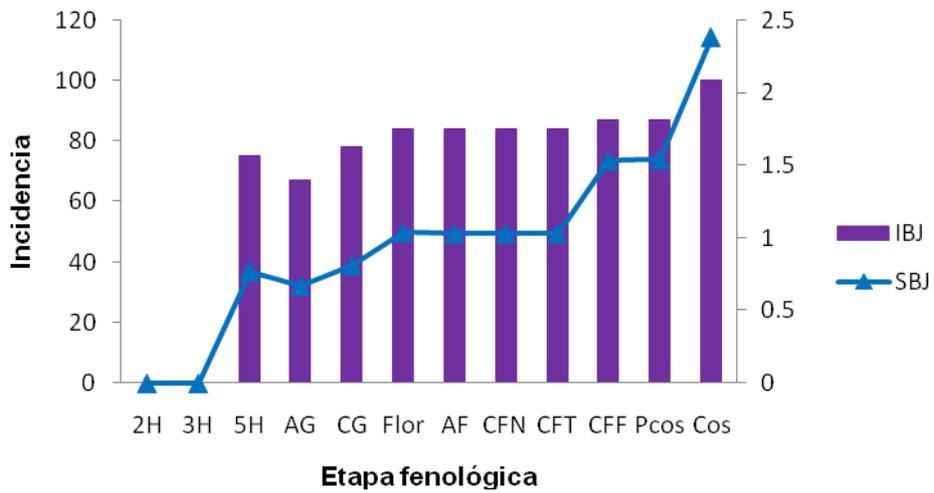


Figura 4.9. Incidência e severidade a través del año en Tizón foliar en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de sandía. Propietario Sr. Francisco Rodríguez Vega. UAAAN-URL.

Enfermedades virosas

En las huertas seleccionadas se recolecto follaje para determinar los virus y se analizaron con la técnica ELISA.

Los virus que se detectaron en las muestras colectadas en el cultivo de sandía fueron:

- ❖ Virus mosaico del tabaco (VMT), con el propietario el Sr. Prospero Treviño (Huerta 2) la muestra se colectó el 10 de Junio del 2009 (en etapa fenológica de cosecha). Este virus también se encontró en la (Huerta 1) del propietario Sr. Antonio de Santiago. La muestra se colectó el 26 de Mayo del 2009 (durante la etapa fenológica de cosecha).
- ❖ Virus mosaico de la calabaza (VMC), en la Huerta 3 del Sr. Francisco Rodríguez Vega; la muestra se colectó el 22 de Marzo del 2009 (durante la etapa fenológica de floración).
- ❖ Virus mosaico de la sandía (VMS), en la Huerta 1. La muestra se colectó el 10 de Junio del 2009 (durante la etapa fenológica de cosecha).
- ❖ Virus mosaico amarillo del zucchini (VMAZ), en la Huerta 1. La muestra se colectó el 10 de Junio del 2009 (durante la etapa fenológica de cosecha).

V CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas del presente experimento se presentan a continuación:

- ❖ Las enfermedades que se encontraron presentes en el cultivo de sandía en los municipios de Matamoros Viesca Coahuila durante el ciclo primavera-verano del 2009 fueron:

Ahogamiento (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp)

Tizón foliar (*Alternaría cucumerina*)

Marchitez (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*)

- ❖ La enfermedad de mayor incidencia en todas las áreas fue el Tizón foliar presentándose durante la etapa fenológica de la quinta hoja verdadera (5H) hasta el terminó de la cosecha

- ❖ **Los virus presentes fueron**

Virus mosaico del tabaco (VMT)

Virus mosaico de la calabaza (VMC)

Virus mosaico de la sandía (VMS)

Virus mosaico amarillo del zucchini (VMAZ)

El virus mosaico de la sandía (VMS), fue el que mayor se presentó en el cultivo de sandía. Siguiendo el virus mosaico del tabaco (VMT) y virus mosaico de la calabaza (VMC). El de menor incidencia fue virus mosaico amarillo del zucchini (VMAZ), la mayoría de estos virus se presentaron durante la etapa fenológica de cosecha, por lo que no afectaron el desarrollo del cultivo.

VI RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores del cultivo de sandía de los municipios de Matamoros y Viesca, Coahuila:

- ❖ Realizar inspecciones para determinar la presencia de insectos vectores de virus (mosquita blanca, pulgón), y llevar acabo la aplicación de insecticidas para el control de estos insectos.
- ❖ Se recomienda que hagan aplicaciones preventivas para ciertas enfermedades causadas por hongos, ya que en alguna de ellas es muy difícil lograr un control cuando ya están establecidas en el cultivo, de igual manera se puede hacer para el manejo de insectos vectores, por lo que es recomendable eliminar plantas hospedantes de insectos vectores.
- ❖ No es muy recomendable sembrar en huertas donde se sembró en años anteriores, debido a que existe mucho inóculo de fitopatógenos de siembras anteriores presentes en los lotes (suelo). De acuerdo a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las enfermedades, hacen que los problemas fitosanitarios se presenten desde la temprana etapa del desarrollo del cultivo y causen perdidas en la calidad y cantidad de la cosecha
- ❖ Usar variedades resistentes , tratar las semillas y uso de planta injertada sobre patrones resistentes al fitopatógeno
- ❖ Rotación de cultivos por lo menos durante cinco años, limpiar y lavar la maquinaria después de usarse en lugares infestados.
- ❖ Realizar la solarización, evitar la condensación de agua sobre la planta y eliminar maleza y restos de cultivo.
- ❖ Para el control químico es muy importante actuar inmediatamente después de la aparición de los primeros focos para frenar el rápido aumento en la incidencia de la enfermedad.
- ❖ En cuanto a los virus se recomienda hacer el tratamiento a través de calor seco en una estufa, a 70°C, por 24 hrs.

VII BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. F. G. Galván, L. R. Lujan, F. M. Quiñones, P. F. J. Chávez, S. N. Pilar, A. J. A. 2003. Manejo del cultivo de sandía en la región centro-sur del estado de Chihuahua. Folleto para productores N° 2 (INIFAP).Chihuahua. pp. 12-23, 29
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. UTHEA. 2ª edición. Limusa. México DF. P. 683-684
- Alonso, E. J. 2003. Principales enfermedades de melón y sandía. Tesis de licenciatura .UAAAN, UL. Torreón, Coahuila. México pp. 2-14
- Campo experimental la Laguna (CAELALA) de INIFAP. 1984. guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental “la Laguna”. Matamoros Coahuila, México.
- Campo experimental la laguna (CAELALA) INIFAP. 1984. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental “Valle del yaqui”. Cd. Obregón, sonora México
- Canales, C. R. 1998. Guía para producir la sandía bajo riego por goteo, serie; folleto técnico. Comité editorial del campo experimental Edzna. Carretera CayaLedzná km 17.5 Campeche. P 54
- Cano R. P.; J. L. Reyes y U. Nava. 2002. “ la polinización de melón en la comarca lagunera ’. En el melón: tecnologías de producción y comercialización. Campo experimental de la laguna INIFAP. Matamoros, Coahuila. P. 245
- Castaños, M. C. 1993. Horticultura manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. México D. F. pp. 85, 87,241, 243, 59, 60.

- Castillo, A. T. 1998. Comportamiento de híbridos diploides de sandía (*Citrullus lanatus* thunb) en el noreste de Coahuila. Tesis de licenciatura. Buena Vista Saltillo, Coahuila. México D.F. pp. 1-3
- Conti, M.; D. Gallitelli; U. Lisa; O. Lovisolo; G.P. Martelli; A. Ragozzino; G. L. Rana y C. Volvas. 2000. principales virus de las plantas hortícolas. Ediciones mundi-prensa libros-bayer, S: P: A. España. 205p
- Chew M., Y. I.; y F. Jiménez D. 2002. Enfermedades del melón, pp.161-193. En: J. J. Espinoza A (Ed) El melón. Tecnologías de producción y comercialización. INIFAP–CIRNOC–CELALA. Matamoros, Coahuila.
- DETENAL (Dirección de estudios del territorio Nacional) y UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1970. Carta de climas de Durango 13 R- VIII, escala 1:500,000,
- Edmond, J. B., T. Seen; F. s. Andrews. 1981. principios de hortalizas. Ed. Mc. Graw- Hill. Ed 4°. México D.F. PP 5-10
- Eng, N. O. 2007. Efecto de la citocinina CPPU en el amarre de frutos en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansenf) tríploide. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. pp. 23.24
- Espinoza, A., J. de J, I. Orona C. J.G. Narro R. y M. de J. León R. 2006. Aspectos sobre producción, organización de productores y comercialización del cultivo de la sandía en la comarca lagunera. Rev. Mex. de Agronegocios, Vol 10(19) 3-6.
- InfoAgro.2009; Cultivo de Sandía;[en línea]; <http://www.infoagro.com>
[Fecha de consulta 01/11/09].
- Gomes, V., J. 2005. Enfermedades causadas por hongos del suelo en los cultivos hidropónicos. [En línea]

http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Vrural%5C Vrural_2005_205_30_36.pdf [fecha de consulta 10/08/09]

Guerrero, C. J. Zamora E. 2008. Amarillamiento de las cucurbitáceas. [En línea]. *cosmeguerrero@hotmail.com*. <http://www.hortalizas.com/biocontrol/?storyid=1267> [fecha de consulta 17/09/09]

Gutiérrez, G.G. 1947. El algodnero en la Comarca Lagunera. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. P.36

García, A. V; Jiménez, F. D. y J. Armengol. 2002. Principales enfermedades fúngicas de la sandia, prevención y control. [En línea]. [España]. http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2002_160_41_43.pdf [fecha de consulta 10/08/09]

Juárez, G. B. 2003. Programa de mejoramiento genético de sandia en seminis, tercer simposio nacional de horticultura, producción, comercialización y exportación de cultivos hortícolas. Buenavista Saltillo. [En línea]. <http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/memhort03/ponencia03.pdf>. [Fecha de consulta 27/08/09].

López, T. M. 1994. Horticultura. Editorial Trillas. México D. F. p. 98

Maroko, B. J. V. 2000. Elementos de horticultura general. 2º ed. Editorial Mundi- Prensa. México D. F. p. 297

Maroto, Borrego J. V. 2002. Horticultura herbácea especial, 5º edición 2002. Dirección; rio Pánuco, 141 col. Cuauhtémoc 06500 México D.F. pág. 553- 563

Mendoza, M., S. F., I. Sánchez, y J. Martínez. 2003. producción de sandia con riego localizado tipo cintilla y acolchado plástico. Folleto para productores N. 1º (CENID-RASPA, INIFAP). Gómez Palacio Durango, México D. F.

- Mendoza Z. C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresas. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de parasitología agrícola. Chapingo, México. P.36
- Nava C. U. 2009. Comunicación personal.
- Noel, V.E. 2008. Cuantificación de licopeno en sandía injertada sobre patrones de *Cucubita spp.* Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. P.34
- Pantastico, E. B. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. 2º ed. Continental. México, D.F. P. 34.
- Parsons, D. B. 1981. Cucurbitáceas. Ed. 3º. Editorial Sep. Trillas. México D. F. PP 23,24, 33, 34
- Pérez, L. M. A. (1998). Evaluación del consumo de agua sandía (*Citrullus lanatus*) Híbridos Yellow Cutie, Bajo condiciones de siembra directa, Trasplante, Acolchado e Injertación, sobre el patrón (cucúrbita ficifolia) .Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N; Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 1-2
- Pernezy, K., D. Roberts, P., E. Murphy, J. and P. Golderg. N. 2003. Compendium of pepper Diseases. APS press. St. Paul Minnesota. USA. Pp. 63-75
- PIAEBAC- 1961-1981. El cultivo del melón y la sandía en el valle de Mexicali. CIANO. PPB 12.-48
- Programa de diversificación hortícola proyecto de desarrollo de la cadena de valor y Conglomerado agrícola. Guía para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). [En línea].<http://www occidenteagricola.com/pdf/MANUALES%20TECNIC>

OS%20HORTICOLA/Programa%20de%20diversificacion%20horticola
%20Cultivo%20de%20Sandia.pdf [fecha de consulta 10/07/09] .

Quiroz, P., J. F. y M. A. Arellano G. 2001. Producción de sandía ferti-irrigada y acolchada. Folleto técnico para productores N° 1. Campo experimental Anáhuac N.L. INIFAP. México, 28p

Ruiz, R. J. 1984. Guía para la asistencia técnica Agrícola de la Comarca Lagunera. pp. 96-97

Reche M., J. 1988. la sandía. 3ª ed. servicio de extensión agraria. Mundi-
prensa. Madrid, España. 225p.

SARH.1994. Agencia técnica agrícola. Coahuila zona norte. P-V.

Servicio de información agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2003. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera información estadística. [En línea] [www.SIAP. Cultivo/sandia/2003](http://www.SIAP.Cultivo/sandia/2003) [fecha de consulta 10/08/09].

Sikora, E. J. 1997. Commons diseases of cucurbits. Alabama Cooperative Extension System. ANR-809. Pp. 1-7.

Streets, R.B. 1997. The Diagnosis of plant Diseases. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. Pp. 30-150

Tercero, O.F. 2007. Los reguladores de crecimiento en la producción de sandía (*Citrullus lanatus* schrad) sin semilla en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL Torreón Coahuila. México. pp. 27-28

Tiscornia, j. R. 1979, Hortalizas de fruto. Tomate, Pimiento, Pepino, y otras. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina

Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, impreso en México, D.F. PP. 10, 233, 24.

Zitter, T.A. and M.T. Bamik. 1984. Virus diseases of cucurbits. Department of plant pathology. Cornell University. Ithaca, N.Y. Pp. 1-4

VII APÉNDICE

Soluciones amortiguadoras utilizadas en el método ELISA (inmunosorbencia con enzimas conjugadas)

1.- Solución de cubrimiento

Carbonato de sodio ----- 1.59g
Bicarbonato de sodio.----- 2.93g
Ácida de sodio.----- 0.20g
Agua destilada----- 1000 ml
Ajustar el pH a 9.6. Almacenar a 4°C.

2.- PBS-T (PBS-T Tween) (solución de lavado)

Cloruro de sodio.----- 8.0g
Fosfato de sodio dibasico.----- 1.15g
Fosfato de potasio monobásico.----- 0.2g
Cloruro de potasio.----- 0.2g
Tween – 20 ----- 0.5 ml
Agua destilada----- 1000 ml
Ajustar el pH a 7.4.

3.- Solución de extracción

Sulfito de sodio (anhidro).----- 1.3g
Polyvinilpyrrolidona (PVP- 40,000).----- 20.0g
Albumina de huevo----- 2.0g
Ácida de sodio.----- 0.2g
PBS-Tween----- 0.2 g
Ajustar el pH a 7.4. Almacenar a 4° C

4.- Solución de conjugada.

Albúmina de suero de bovino.----- 2.0g
Polyvinilpyrrolidona (PM= 40,000).-----2.0g
Ácida de sodio.-----0.2g
PBS-T-----1000 ml
Ajustar el pH a 7.4 y almacenar a 4°C.

5.- Solución del sustrato

En 800 ml de agua destilada disolver:

Dietalonamina.----- 97g
Cloruro de magnesio hexahidratado-----0.1g
Ácida de sodio.-----0.2g

Ajusta el pH de 9.8 con ácido clorhídrico. Ajustar el volumen a 1000 ml.

Almacenar a 4 °C.