



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía
(*Citrullus lunatus*) en el Ecuador”

AUTOR:

Nelson Andrés Valdez Morante

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Mariano Ortiz Dicado, MSc.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

En manera general, en el cultivo y producción de sandía, una de las mayores limitantes es la presencia de diversas plagas y enfermedades, principalmente las enfermedades ocasionadas por hongos y virus, las que están diseminadas en todas las zonas productoras de sandía del Ecuador, con alta incidencia negativa en la producción, conociéndose casos de pérdidas de hasta el 80%. El virus de mayor impacto en el cultivo de la sandía es el *virus del mosaico del pepino y la sandía* (CMV), seguido por el *virus del mosaico de la sandía* (WMV-1) propiamente dicho, y el *virus del mosaico amarillo del calabacín* (ZyMV). Ante esta problemática, hemos hecho alusión, de manera general, al control integrado de plagas y enfermedades, combinando medidas culturales, haciendo desinfección de herramientas, prevención y control de insectos vectores como mosca blanca, trips, pulgones, eliminación de malezas cercanas y en el cultivo, la utilización de insectos entomófagos como la *Bemisia*, la preparación y uso de líquidos orgánicos repelentes de insectos, y aplicación preventiva de fungicidas específicos para combatir las enfermedades de la sandía. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

Palabras claves: Enfermedades, sandía, control, incidencia.

SUMMARY

In general, in watermelon cultivation and production, one of the major constraints is the presence of various pests and diseases, mainly diseases caused by fungi and viruses, which are widespread in all watermelon producing areas of Ecuador, with high negative impact on production, with known cases of losses of up to 80%. The virus with the greatest impact on the watermelon crop is Cucumber and Watermelon Mosaic Virus (CMV), followed by Watermelon Mosaic Virus (WMV-1) and Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZyMV). In view of this problem, we have alluded, in general, to the integrated control of pests and diseases, combining cultural measures, disinfection of tools, prevention and control of insect vectors such as whiteflies, thrips, aphids, elimination of nearby weeds and in the crop, the use of entomophagous insects such as Bemisia, the preparation and use of organic insect repellent liquids, and preventive application of specific fungicides to combat watermelon diseases. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about the main diseases that occur in the watermelon crop (*Citrullus lunatus*) in Ecuador.

Key words: Diseases, watermelon, control, incidence.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.5.1. Generalidades del cultivo de sandia	4
1.5.2. Clasificación taxonómica	5
1.5.3. Descripción botánica	5
1.5.3.1. Planta.....	5
1.5.3.2. Raíz.....	6
1.5.3.3. Tallos	6
1.5.3.4. Hojas.....	6
1.5.3.5. Flores	6
1.5.3.6. Fruta.....	7
1.5.3.7. Semillas.....	7
1.5.4. Requerimientos climáticos.....	7
1.5.5. Requerimiento edáfico.....	8
1.5.6. Principales enfermedades en el cultivo de sandia	8
1.5.6.1. Enfermedades causadas por hongos	8
1.5.6.2. Antracnosis (<i>Colletotrichum lagenarium</i>)	8
1.5.6.2.1. Síntomas y daños	8
1.5.6.2.2. Medidas de control.....	9
1.5.6.3. Cenicilla polvorienta (<i>Erysiphe cichoracearum</i> y <i>Sphaerotheca fuliginea</i>) 9	
1.5.6.3.1. Síntomas y daños	10
1.5.6.3.2. Medidas de control.....	10
1.5.6.4. Mancha de la hoja (<i>Alternaria cucumerina</i>)	10
1.5.6.4.1. Síntomas y daños	11
1.5.6.4.2. Medidas de control.....	11
1.5.6.5. Marchitez por fusarium.....	11

1.5.6.5.1.	Síntomas y daños	11
1.5.6.5.2.	Medidas de control.....	12
1.5.6.6.	Mildiu vellosa (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).....	12
1.5.6.6.1.	Síntomas y daños	12
1.5.6.6.2.	Medidas de control.....	13
1.5.6.7.	Enfermedades producidas por virus	13
1.5.6.8.	Virus del mosaico de la sandía (WMV-1).....	13
1.5.6.8.1.	Síntomas.....	14
1.5.6.8.2.	Medidas de control.....	14
1.5.6.9.	Virus del mosaico del pepino (CMV).....	14
1.5.6.9.1.	Síntomas.....	14
1.5.6.10.	El virus del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV)	15
1.5.6.10.1.	Síntomas.....	15
1.5.6.10.2.	Medidas de control	15
1.6.	Hipótesis	15
1.7.	Metodología de la investigación	16
CAPITULO II		17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		17
2.1.	Planteamiento del caso.....	17
2.2.	Situaciones detectadas	¡Error! Marcador no definido.
2.3.	Soluciones planteadas	¡Error! Marcador no definido.
2.4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.	Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2.	Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA		¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*), es una planta herbácea monoica, cuyo origen se presume en África, en la cual crece de forma silvestre. Es un cultivo que se adapta fácilmente, de consumo crudo como postre, refrescante que aporta pocas calorías, vitaminas y minerales, compuesta por más del 90% de agua.

Según datos registrados en el Tercer Censo Agropecuario en el Ecuador, se sembraron 1905 ha de sandía como monocultivo, en 1788 unidades de producción agropecuarias (UPAs). La producción fue de 25818 toneladas. La sandía en el mercado interno se cosecha en mayor proporción en época de verano, porque en esta época la incidencia de precipitaciones es menor, en la cual hay menos posibilidades de problemas de plagas y enfermedades. La provincia del Guayas representa el 49% de la superficie sembrada, Manabí con 44%, Los Ríos con 3% y Galápagos con 1% (Curay 2020).

En la producción de cucurbitáceas las enfermedades constituyen uno de los elementos que reducen el rendimiento y la calidad del producto. Las enfermedades en el cultivo de sandía pueden ser causadas por diferentes microorganismos como hongos, bacterias y virus. Dentro de las enfermedades más importantes del cultivo de sandía están: Damping off (*Pythium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*), Mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*), Ceniza (*Oidium* sp.) Marchitamiento (*Fusarium* sp.), *Alternaria* (*Alternaria* sp.), Tizon (*Phytophthora* sp.) y Virus mosaico de la sandía (Asqui 2020).

El control de aquellas enfermedades de importancia económica que afectan al cultivo de sandía se debe considerar desde la siembra, en la recolección de las plántulas, en el trasplante hasta la cosecha, para lograr prevenir su presencia y evitar su dispersión. Para aquello el manejo integrado debe ser fundamental para el control de enfermedades, el mismo que incluye medidas culturales, uso de controladores biológicos y medidas de control físico y químico (Crawford 2017).

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

1.2. Planteamiento del problema

La incidencia de las enfermedades en el cultivo de sandía se debe al manejo inadecuado del cultivo, condiciones climáticas, épocas de siembra, y la no aplicación de un manejo integrado de enfermedades. Esto representa un grave problema en la estabilidad económica de los productores de sandía, lo cual conlleva a la obtención de resultados adversos tales como: reducción de la producción del cultivo y baja calidad del fruto.

1.3. Justificación

Las enfermedades en el cultivo de sandía representan un problema fitosanitario importante desde el vivero hasta la poscosecha, debido, a que la plantación puede ser afectada por alguna de las enfermedades, provocando la reducción del rendimiento del cultivo; por aquello es importante conocer cuál es la sintomatología de cada enfermedad en su afectación a una plantación de sandía, al igual que establecer las medidas para su prevención y control.

Las enfermedades fungosas son el mayor problema en el cultivo de la sandía, por lo que es fundamental su prevención y control en cualquiera de sus formas. Sin embargo, es común que los tradicionales pequeños productores de nuestro país desconozcan las modernas técnicas de prevención y control, menos aún el control integrado de las plagas y enfermedades, y este desconocimiento hace que no se apliquen apropiados controles pudiendo llegar a crear en el campo de cultivo condiciones de resistencia.

De igual manera, muchas veces, para realizar el cultivo, o para la iniciación de las plántulas, se utilizan instalaciones como invernaderos,

viveros, casas sombra, que por lo estrecho, favorecen condiciones ambientales inadecuadas como alta humedad, mala aireación, etc. Lo cual predispone el desarrollo y aparición de muchas enfermedades.

Ya desde hace muchos años ha cambiado la forma de control de insectos y enfermedades, de lo cual no está exento la sandía, se trata del llamado *manejo integrado de plagas y enfermedades*, que incluye medidas culturales, la utilización de depredadores biológicos, uso de plantas y preparados líquidos repelentes y sin afección a los insectos benéficos.

El presente trabajo se justifica en el hecho de buscar entregar información técnica en cuanto a las principales enfermedades que puedan afectar al cultivo de la sandía, para identificar también los principales insectos que pueden ser vectores, y así prevenir su control, tanto preventivo como curativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Compilar información sobre las principales enfermedades del cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*) en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los principales síntomas de enfermedades en el cultivo de sandía.
- Conocer el plan de manejo integrado para el control de enfermedades.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de sandía

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una planta hortícola perteneciente a la familia propia de las cucurbitáceas. Es una planta anual, con una duración vegetativa de setenta y cinco a noventa días, con una ramificación considerable y un excelente vigor. Su adicción al auge es de publicaciones rastreras con zarcillos en los extremos, que a su vez están incluidos con pubescencia. Sus frutos adquieren formas y tonalidades específicas según la gama que se cultive. Pueden ser redondos, elipsoidales o cilíndricos, con pulpa rosa, amarilla o blanca (Ayala 2017).

La familia de las cucurbitáceas ha creado cierta confusión en torno a su inicio, en el que se suele afirmar que el centro de origen de la sandía (*C. lanatus*), pertenece al sur de África. Dentro del género *Citrullus*, se identifican cuatro especies cultivadas principales: *C. lanatus*, *C. colocynthis*, *C. ecirrhosus* y *C. naudinianus* (Ayala 2017).

Las 3 últimas especies son de escaso precio comercial, debido a que sus frutos son pequeños, y las especies *C. colocynthis* y *C. ecirrhosus*, tienen un sabor totalmente agrio, por lo que su cultivo se descarta debido a estos rasgos indeseables (Ayala 2017).

1.5.2. Clasificación taxonómica

La descripción taxonómica de la sandía es la siguiente, según Arévalo (2016):

Reino: Plantae

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Curcubitae

Familia: Curcubitaceae

Género: *Citrullus*

Especie: *lanatus*

Nombre científico: *Citrullus lanatus*

1.5.3. Descripción botánica

1.5.3.1. Planta

El desarrollo de la planta comienza con un brote de primer orden hasta que se terminan cinco o seis hojas bien formadas. A partir de ese segundo, comienzan los brotes de segundo orden, que pueden nacer dentro de los nudos del tallo principal. De estos nudos nacen, a su vez, las ramas de tercer orden que forman la planta (Asqui 2020).

1.5.3.2. Raíz

La sandía posee un sistema radicular ramificada, en la cual la raíz principal se ramifica en raíces de primer orden y éstas, a su vez, vuelven a subdividirse. En relación con las raíces secundarias, la raíz principal alcanza una notable mejora (Asqui 2020).

1.5.3.3. Tallos

Los tallos son herbáceos (tiernos y verdes), zarcillos, trepadores y largos; con zarcillos caulinares, cuyo tope puede ser bífido o trifido (dependiendo de si está dividido en 2 o 3 partes). El tallo es cilíndrico, surcado longitudinalmente y muy veloso; los pelos rápidos, mejor inclinados, brillan como la seda (Asqui 2020).

1.5.3.4. Hojas

Las hojas son pecioladas y lobuladas. El limbo o parte laminar de la hoja tiene el haz, o cara superior, muy limpio al tacto, y el envés, o cara inferior, muy áspero y con nervios muy sugeridos, destacando impecablemente los nervios secundarios o incluso los nervios finales, que son de tipo mosaico (Asqui 2020).

1.5.3.5. Flores

En las axilas de las hojas nacen unos brotes que pueden estar incluidos con la ayuda de hojas situadas de forma imbricada. Estos brotes son floríferos y dan impulso a la flora masculina y femenina. Estas últimas son las que, una vez polinizadas, darán empuje ascendente al fruto, sin problemas de diferenciación entre ellas porque las femeninas tienen un ovario inferoz que es mayor. las flores presentan una coloracion amarilla, pedunculadas y axilares, y atraen a los insectos por su coloración, aroma y néctar (plantas entomógamas).

La flor de la sandía puede ser masculina y femenina, teniendo los dos sexos que coexisten dentro de la misma planta monoica (Baixauli 2018).

1.5.3.6. Fruta

La sandía es una baya enorme con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, comúnmente lisa, de color, forma y tamaño variable, esférica, ovalada más o menos larga y que puede alcanzar los 20 kg de peso. Sin embargo, los tamaños máximos habituales oscilan entre los 6 y los 8 kg de peso (medianos). Los que pesan más de 12 kg (muy voluminosos) no son muy comerciales. Su carne es más o menos dulce y su tono varía desde el púrpura claro hasta el rojo intenso. En su interior hay una gran variedad de semillas y un porcentaje de agua entre el noventa y el noventa y cinco por ciento. La piel, como ya se ha dicho, tiene una coloración única dependiendo de la variedad cultivada, normalmente desde el verde claro hasta el verde muy oscuro y reticulado, también más o menos oscuro (Baixauli 2018).

1.5.3.7. Semillas

Distribuidas a través de la pulpa, no como el melón, que se recogen en un valioso espacio hueco. Normalmente son menos de dos veces el ancho, aplanadas, ovoides, duras, de peso y colores también variables (blanco, marrón, amarillo, negro, y muchos otros.), moteadas unas, otras no; con expansiones alares en los extremos agudos (Baixauli 2018).

1.5.4. Requerimientos climáticos

El cultivo de la sandía es menos exigente en cuanto a la temperatura. La temperatura principal que requiere el cultivo está entre 25° y 28° C para su nivel de desarrollo, y para su floración requiere una temperatura óptima de 18° a 20° C. Durante la formación y maduración del fruto, requiere de 23° a 28° C. Cuando las temperaturas varían entre el día y la noche en un número de 20° a 30° C, ocasionan problemas fisiológicos a la vida de la planta. En algunos casos, el cuello se abre, los tallos y el polen producido no siempre es viable, la sandía es un clima cálido y ya no tolera las heladas, la humedad relativa óptima para la sandía está entre 60% y 80% (BASF 2020).

1.5.5. Requerimiento edáfico

La sandía es una especie con bajos requerimientos de suelo, a pesar de que los mejores efectos en frases de rendimiento y mejor se obtienen en suelos con alto contenido orgánico ser contado, profundos, aireados y adecuadamente cansados. Requieren un pH entre 6 y 7. Son extremadamente sensibles a los problemas de drenaje. Son moderadamente tolerantes a la presencia de sales en cada suelo y en el agua de riego. Los valores máximos aceptables son 2,2 Ds/m en el suelo y 1,5 Ds/m en el agua de riego (BASF 2020).

1.5.6. Principales enfermedades en el cultivo de sandia

1.5.6.1. Enfermedades causadas por hongos

Los hongos pertenecen a un conjunto de vegetales de tamaño microscópico cuyo patrón es muy primitivo. Su micelio está formado por hifas o filamentos ramificados de periodo reducido. Estos filamentos representan el equipo vegetativo del hongo y cada fragmento del micelio puede dar lugar, en condiciones ambientales adecuadas, a un nuevo hongo completo (Curay 2020).

La mayoría de las enfermedades causadas por hongos se extienden dentro de los tejidos, endoparasitismo, y otras en la dermis, ectoparasitismo. Con los hongos endoparásitos, al desarrollarse totalmente en los tejidos, su manipulación puede ser compleja, por lo que, si es viable, es realmente útil para ahorrarle la aparición del trastorno. Con los hongos ectoparásitos, al desarrollarse preferentemente en el suelo de los tejidos, la enfermedad puede detenerse mediante el uso de sustancias químicas adecuadas, siendo más potente y mucho menos negativo para el cultivo si el control se realiza mientras se determinan los primeros signos de la enfermedad (Sales *et al* 2017).

1.5.6.2. Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*)

La antracnosis es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum lagenarium*, suele ocurrir durante periodos cálidos y húmedos.

1.5.6.2.1. Síntomas y daños

Los síntomas en la planta de sandía comienzan con lesiones acuosas que se convierten en manchas circulares amarillentas. Las manchas son

irregulares y se vuelven de color marrón oscuro o negro. Las lesiones en el tallo de la sandía se agrietan y causan el marchitamiento de las guías (Chumo 2017).

Los máximos síntomas aparentes se dan en el fruto, en el que aparecen lesiones redondas, negras y hundidas. En la sandía, las manchas pueden tener de 6 a 13 mm de diámetro y hasta 6 mm de profundidad. En presencia de humedad, el centro negro de la lesión está protegido con una masa gelatinosa de esporas de color salmón. Estas lesiones son inconfundibles (Chumo 2017).

El hongo de la antracnosis pasa latente en los residuos infectados de la temporada anterior. El patógeno también se transmite por las semillas. En época invernal, en condiciones de humedad, el hongo libera esporas (conidios) que infectan el follaje. El hongo requiere que la humedad y las temperaturas de 24 °C sean las condiciones definitivas. La antracnosis suele presentarse a mediados de la temporada invernal, mientras se desarrolla el follaje de la planta (Chumo 2017).

1.5.6.2.2. Medidas de control

Utilizar semillas comerciales libres de la enfermedad; ejercer la rotación de cultivos con plantas no susceptibles durante un periodo de 3 a 12 meses; realizar una eliminación mediante el arado profundo debajo de los frutos y las guías al final del ciclo del cultivo; seleccionar y establecer variedades resistentes. Los fungicidas pueden llevarse a cabo en duraciones ordinarias, y con mayor frecuencia en algún momento de los intervalos húmedos. Si la mancha foliar angular es un problema, se pueden utilizar mezclas de fungicidas para tratar ambos problemas (Segura 2019).

1.5.6.3. Cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*)

El moho polvoriento engloba algunas enfermedades con signos y síntomas comparables que se derivan de distintas especies de hongos. Las más importantes son *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea* (Crawford 2019).

Se trata de un trastorno ampliamente extendido en el cultivo de cucurbitáceas. El hongo causante es un parásito obligado (necesita al huésped para desarrollarse) y el micelio se desarrolla en la superficie de los tejidos vegetales. Ataca enseguida a través de la dermis formando haustorios y cada semana se pueden observar los signos y síntomas de la dolencia (Crawford 2019).

1.5.6.3.1. Síntomas y daños

Inicialmente, se determinan manchas cloróticas muy tenues en la parte inferior de las hojas, que se observan por medio de colonias pulverulentas (conidios y conidióforos). Los sistemas también pueden cubrir la superficie superior e inferior, extendiéndose a los pecíolos y los tallos. Las hojas gravemente inflamadas se vuelven amarillentas a medida que la enfermedad avanza y se produce la defoliación. El aspecto polvoriento se debe al micelio y a las esporas presentes en el suelo de las zonas afectadas. Las plantas con tallos dañados acaban cloróticas y atrofiadas. Los frutos muestran daños por quemaduras de sol debido a la falta de follaje. Teniendo en cuenta la capacidad reproductiva del patógeno, podría cubrir absolutamente el follaje en una sola semana, afectando en consecuencia al proceso de fotosíntesis (Crawford 2019).

1.5.6.3.2. Medidas de control

La primera recomendación es utilizar tipos de variedades tolerantes. Evitar las condiciones que favorecen el auge de las suculentas, consistentes en una fertilización excesiva. El uso de fungicidas preventivos y curativos es cualquier otro consejo necesario para evitar daños graves al cultivo (Crawford 2019).

1.5.6.4. Mancha de la hoja (*Alternaria cucumerina*)

Las cucurbitáceas se ven afectadas por algunas enfermedades foliares cuyos signos dejan su huella en las hojas y los tallos, aunque el resultado final también puede infectarse o no expandirse bien si estas infecciones son excesivas (Delgado 2017).

El hongo *Alternaria cucumerina* se considera una de las enfermedades más comunes a nivel mundial, atacando el follaje, los tallos, la vegetación y los frutos de la planta de sandía. El micelio penetra directamente en el tejido, o a través de heridas, y el daño se produce por medio de una toxina llamada ácido alternárico (Delgado 2017).

1.5.6.4.1. Síntomas y daños

El primer elemento que se localiza es el ataque al follaje, en forma de manchas oscuras que generalmente se desarrollan en forma de joyas concéntricas y necróticas, dando la apariencia de una quemadura de cigarro. El follaje inferior es atacado primero, pero la enfermedad progresa hacia arriba y hace que las hojas afectadas se vuelvan amarillas y mueran. Las esporas producidas por medio de este hongo se denominan conidios y se encuentran en el aire y en la tierra, su hibernación es como micelio y conidios, puede vivir para contarlo en la semilla y causar lesiones en las plántulas (Delgado 2017).

1.5.6.4.2. Medidas de control

Teniendo en cuenta las condiciones de vida del hongo dentro en el suelo, se suele recomendar la rotación de cultivos. Se sugiere el uso de semilla libre de patógenos y su remedio con fungicidas para mantenerse alejado de los ataques tempranos. La prevención y/o el manejo deben ser implementados con fungicidas particulares (Delgado 2017).

1.5.6.5. Marchitez por fusarium

Fusarium es un hongo nativo de suelo con una amplia importancia dentro de las enfermedades en las cucurbitáceas. *Fusarium oxysporum* f. Sp. provoca la marchitez vascular en la sandía (Escalona *et al* 2015).

1.5.6.5.1. Síntomas y daños

La planta puede verse afectada en cualquier fase de desarrollo de la planta de sandía. En la planta madura, donde es mucho más frecuente, se descubre el amarillamiento de las hojas viejas y el marchitamiento de 1 o más cursos. Ocasionalmente, puede producirse un colapso repentino sin ningún signo de amarilleamiento del follaje. Pueden determinarse lesiones necróticas lineales en un solo lado de los tallos cerca de la corona (Escalona *et al* 2015).

1.5.6.5.2. Medidas de control

El patógeno se transmite con la ayuda de tierra y restos infectados. La infección del huésped comienza en la raíz. Las condiciones del suelo y del entorno son cruciales para el desarrollo de la enfermedad: máxima gravedad dentro de la variedad de temperatura del suelo 18-25 °C, y destructiva por encima de 30 °C. Las condiciones que se requiere para el desarrollo de la enfermedad son las siguientes: baja humedad del suelo; alto contenido de nitrógeno, especialmente en forma de NH₄⁻, y suelos ligeros, arenosos y ácidos (pH 5,5) (Escalona *et al* 2015).

La rotación de cultivos no es absolutamente poderosa porque las esporas viven para contarlo indefinidamente dentro del suelo y el patógeno puede sobrevivir dentro de las raíces de plantas de servicio asintomáticas. La fumigación del suelo con biocidas de amplio espectro presenta una manipulación adecuada inicialmente, sin embargo, la recolonización del suelo se produce rápidamente. Limitar el pH del suelo a 6-7, así como disminuir los niveles de nitrógeno, reduce apreciablemente la marchitez. La mejor y más práctica forma de controlar la marchitez por *Fusarium* de la sandía es mediante el uso de variedades resistentes (Escalona *et al* 2015).

1.5.6.6. Mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*)

Este patógeno puede atacar en cualquier fase del desarrollo del cultivo, aunque es más frecuente después de la floración. El micelio de *Pseudoperonospora cubensis* penetra directamente a través de las estomas, creciendo un micelio sin septos con el que se alimenta en las células. El hongo se despliega sobre todo con la ayuda del viento y sobrevive como micelio y oosporas en el tejido inflamado (Fernández *et al* 2017).

1.5.6.6.1. Síntomas y daños

Los primeros síntomas aparecen en el haz de las hojas y se manifiestan como manchas amarillentas de forma anormal. Cuando hay mucha humedad y en correspondencia con las manchas del haz, se pueden localizar en el envés estructuras grisáceas oscuras que corresponden a las fructificaciones del patógeno (esporangios y esporangióforos). Generalmente, el follaje cercano al

centro de la planta es atacado primero y el síntoma progresa hacia el exterior, hasta que la guía es absolutamente eliminada. Posteriormente, se forman regiones necróticas que cubren todo el follaje y provocan la defoliación. Los frutos no llegan a madurar, disminuyendo el contenido de azúcar (Fernández *et al* 2017).

1.5.6.6.2. Medidas de control

Entre las medidas de control más importantes esta utilizar variedades tolerantes. Las hojas infectadas deben destruirse lo antes posible para evitar la acumulación de inóculo. En condiciones de invernadero es muy recomendable promover una mayor aireación como grado para disminuir la humedad relativa. En las zonas donde la enfermedad es positiva para su diseminación, la infección debe ser evitada con la ayuda de la aplicación de fungicidas antes de la aparición de la enfermedad (Fernández *et al* 2017).

1.5.6.7. Enfermedades producidas por virus

Los virus producen enfermedades llamadas virus en las plantas. Estos seres que habitan son pequeños minoristas infecciosos invisibles al microscopio normal y que se observan mejor con el microscopio electrónico (INIAP 2015).

Para su transmisión, los virus necesitan vectores que penetren en la planta, a través de heridas, mordeduras, roces, injertos, etc. Una vez en las células, se multiplican y se extienden a través de los vasos leñosos y de los leñosos (INIAP 2015).

Entre las más frecuentes en la sandía se encuentran: El virus del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV), el virus del mosaico de la sandía (WMV-1), el virus del mosaico del pepino (CMV) (INIAP 2015).

1.5.6.8. Virus del mosaico de la sandía (WMV-1)

El virus del mosaico de la sandía (WMV o WMV-2) es el segundo virus más importante de las cucurbitáceas. Puede infectar todos los tipos de cucurbitáceas producidas comercialmente. Se transmite a través de los áfidos (Jiménez 2015).

1.5.6.8.1. Síntomas

Los síntomas son moderados en el follaje de las plantas máximas infectadas, aunque los cultivadores han determinado una disminución de los signos y síntomas después de la fertilización. La distorsión y decoloración de la fruta son una molestia en los tipos consistentes en zuchini o calabaza amarilla de cuello recto (Jiménez 2015).

1.5.6.8.2. Medidas de control

El uso de ciertos tipos de variedades permite la comercialización de la fruta independientemente de los síntomas foliares. Los hospederos no se limitan a las cucurbitáceas, ya que el virus hiberna en leguminosas como el trébol. No son inusuales las infecciones combinadas de WMV-2 y CMV a finales de la temporada (Jiménez 2015).

1.5.6.9. Virus del mosaico del pepino (CMV)

Es la enfermedad más importante dentro de las cucurbitáceas. El virus se encuentra presente en muchas malezas, atrayendo específicamente a los pulgones cuando estas plantas rebrotan (Orrala 2015).

1.5.6.9.1. Síntomas

La infección temprana de la sandía es especialmente frecuente. Los pulgones son la dirección principal y más crítica de la transmisión del virus. La sandía presenta intensas marcas de hundimiento a lo largo de la vena vital y una defoliación de la que la planta ya no se recupera. El fruto sufre decoloración, aunque este síntoma no es preciso para este virus; otros virus motivan el mismo síntoma, entre los que se encuentran WMV-1 y 2, SqMV y ZYMV. El decaimiento temprano de la sandía se atribuye generalmente a la contaminación por el virus del mosaico del pepino (CMV) y no debe cargarse con el colapso o "marchitez sorprendente", que es un trastorno extra complejo asociado a la presión de la planta. El virus del mosaico del pepino puede surgir en las semillas. Todos los diferentes tipos de variedades comercialmente disponibles son propensos a este virus (Orrala 2015).

1.5.6.10. El virus del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV)

Este virus representa un grave problema para el cultivo de sandía. El virus está presente en la semilla de la sandía y se transmite por insectos escarabajos. Al tratarse de una semilla, no se puede eliminar con agua caliente ni con tratamientos químicos con fosfato de sodio (Pariona 2016).

1.5.6.10.1. Síntomas

Los síntomas se presentan de color moteado clorótico pronunciado, cintas dorsales verdes y distorsión de las hojas en las plántulas jóvenes. En hojas maduras se presenta un mosaico severo de color verde oscuro, ampollas y endurecimiento. Los frutos infectados de esas plantas muestran moteado y ausencia de malla en los frutos (Peñarrieta 2015).

1.5.6.10.2. Medidas de control

Las medidas preventivas son eficaces, si no existen plantas afectadas, por lo que, según Reche (2017), el combate hacia los virus debe ejecutarse de la siguiente manera:

- Evitar los focos infecciosos.
- Evitar la propagación del virus mediante el tratamiento de los vectores transmisores.
- Utilización de variedades resistentes o tolerantes a los virus positivos y uso de semillas sanas y desinfectadas.
- Uso de redes para evitar la entrada de insectos vectores.

El necesario realizar un combinando de medidas culturales en el cultivo tales como: desinfección de herramientas, inspecciones diarias de identificación de insectos vectores como mosca blanca, trips, pulgones, eliminando malezas del cultivo, posibles hospederas de insectos, virus y bacterias, utilizando insectos depredadores benéficos como *Bemisia*.

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, tesis de grado, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Planteamiento del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (*Citrullus lunatus*), en el Ecuador; esto por el conocimiento que la producción de sandía en el Ecuador es fuertemente afectada por la presencia de plagas que inducen enfermedades fúngicas, micóticas, y virósicas, cuyo control no es de lo más adecuado, razón por la cual la producción y calidad de la fruta disminuye en las principales zonas de producción comercial.

2.2. Situaciones detectadas

De manera general, en el cultivo y producción de sandía, una de las mayores limitantes es la presencia de diversas plagas y enfermedades, principalmente las enfermedades ocasionadas por hongos y virus, las que están diseminadas en todas las zonas productoras de sandía del Ecuador, con alta incidencia negativa en la producción, conociéndose casos de pérdidas de hasta el 80%.

El virus de mayor impacto en el cultivo de la sandía es el *virus del mosaico del pepino y la sandía* (CMV), seguido por el *virus del mosaico de la sandía* (WMV-1) propiamente dicho, y el *virus del mosaico amarillo del calabacín* (ZyMV).

Ante esta problemática, hemos hecho alusión, de manera general, al control integrado de plagas y enfermedades, combinando medidas culturales, haciendo desinfección de herramientas, prevención y control de insectos vectores como mosca blanca, trips, pulgones, eliminación de malezas cercanas y en el cultivo, la utilización de insectos entomófagos como la *Bemisia*, la preparación y uso de líquidos orgánicos repelentes de insectos, y aplicación preventiva de fungicidas específicos para combatir las enfermedades de la sandía.

2.3. Soluciones planteadas

Como ya se dijo antes, es importante que los productores de sandía definan y apliquen las estrategias de prevención y control integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de la sandía, desde la etapa de vivero hasta el establecimiento del cultivo en invernadero o campo abierto, ello, con la finalidad de prevenir y evitar la presencia de las enfermedades, que afectan la producción y calidad de la fruta.

2.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.4.1. Conclusiones

Con base en lo investigado, se concluye que:

Las enfermedades fungosas más importantes en el cultivo de la sandía son:

Cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*), Mancha de la hoja (*Alternaria cucumerina*), Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), Marchitez por fusarium y Mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*)

Las enfermedades virales de mayor importancia en el cultivo de sandía son: El virus del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV), el virus del mosaico de la sandía (WMV-1), y el virus del mosaico del pepino (CMV).

Los métodos preventivos y técnicas culturales de cultivo debieran ser, entre otros: Cerramiento hermético de los invernaderos y no asociación con otros cultivos, limpieza de maleza y escombros de cultivos, control biológico con enemigos naturales de los insectos perjudiciales, y control químico fúngico y/o micótico, previa definición del umbral de daño económico, intensidad de daño, y fase de desarrollo de la plaga o enfermedad.

2.4.2. Recomendaciones

Según las conclusiones, es pertinente recomendar:

Planificar la instalación del cultivo de sandía.

No asociar otros cultivos con el cultivo de sandía.

Definir en la planificación, para luego aplicar, un plan preventivo de control integrado de plagas y enfermedades.

Capacitar y hacer divulgación de técnicas y tecnologías de vanguardia en favor de los cultivadores de sandía.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, L. 2017. Plagas y enfermedades en las cucurbitáceas. Productores de hortalizas, Ecuador. 19 p.
- Arévalo, H. 2016. El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). INTA. 6 p.
- Asqui, L. 2020. Evaluación de variedades e híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) matsum. & nakai), injertados sobre patrón de calabaza, Naranjito-Guayas. Tesis. Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. 102 p.
- Baixauli, C. 2018. El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). Serie Agricultura 2(3): 1-33.
- BASF. 2020. El cultivo de melón y sandía en invernadero: Plagas y enfermedades (en línea). Consultado el 01 abr. 2022. Disponible en: <https://www.agro.basf.es/es/Camposcopio/Secciones/Enfermedades-y-plagas/melon-y-sandia/>
- Curay, S. 2020. Adaptabilidad de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) en el Cantón Patate”. Tesis Ing. Agr. Ceballos, Ecuador. UTA. 64 p.
- Chumo, H. 2017. Determinación de los daños de *Bemisia tabaci* (Mosca blanca) ocasionados en la producción de *Citrullus lanatus* (Sandía). Tesis Ing. Agr. Jipijapa, Ecuador. UNESUM. 80 p.
- Crawford, H. 2017. Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. BOLETIN INIA N° 367: 1-97.
- Crawford, H. 2019. Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai. Santiago, Chile. 97 p.
- Delgado, A. 2017. Implementación de un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) como herramienta de emprendimiento social, político y productivo en el municipio del valle de Guamuez Putumayo. Tesis Ing. Agr. El Yopal. 65 p.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C. y Martin, A. 2015. Manual de cultivo del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L.). InnovaChile CORFO. 51 p.

- Fernández, E., Uribe, S., Guerrero, J. Rueda, E. 2017. Hongos fitopatógenos asociados a pudriciones de raíz y cuello en sandía en la costa de hermosillo, Sonora. *Ciencias Agropecuarias* 5(2): 1-5.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2015. Guía para el reconocimiento de enfermedades e insectos plagas en el cultivo de sandía, tomate, pepino y pimiento. Ecuador. 16 p.
- Jiménez, M. 2015. El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). PROMOSTA. 14 p.
- Orrala, M. 2015. Control biológico de oídio (*Podosphaera fusca* F.) y fusarium (*Fusarium oxysporum* F.) En el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en la comuna río verde, provincia de Santa Elena. Tesis Ing. Agr. La Libertad, Ecuador. UPSE. 98 p.
- Pariona, D. 2016. Enfermedades en hortalizas. INIA, Perú. 125 p.
- Peñarrieta, L. 2015. Producción de sandía (*Citrullus lanatus*) con dos sistemas de tutoreo en el centro experimental la playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná 2015. Tesis Ing. Agr. La Mana, Ecuador. UTC. 52 p.
- Reche, J. 2017. Cultivo intensivo de la sandía. Extensión Agraria, España. 48 p.
- Segura, B. 2019. Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* th.) en la irrigación de Majes. Tesis Ing. Agr. Arequipa, Perú. 135 p.
- Sales, J., Armengol, A., Vicent, Y. y García, J. 2017. Evaluación de daños en raíces de melón y sandía y frecuencia de aislamiento de *Acremonium cucurbitacearum* y *Monosporascus cannonballus* en una parcela afectada de colapso. *Biología Sanidad Vegetal* 27(5): 1-7.

Anexos

FUNGICIDAS PARA EL CULTIVO DE SANDÍA



Plaga	Principio activo	Form., concentr. y dosis	PC	Modo de acción y Momento de aplicación
	Captan	WP 80% WP 83% 180 g/100 L de agua	7	Curativo, contacto y preventivo Antes de sembrar, riegos con 5 – 10 L de agua/m ² Dejar orear. Sembrar. Si después de la germinación aparece la enfermedad, volver aplicar y regar hasta que el líquido penetre a 1 cm de profundidad.
	Carbendazim	SC 50% 0,5 cc/0,5 L de agua/pl WG 80% 0,315 g/0,5 L de agua/pl	3	Curativo, preventivo y sistémico Preventivo. Regar con el caldo sobre el cuello de la raíz. Repetir cada 4 semanas.
	Principio activo	Form., concentr. y dosis	PC	Modo de acción y Momento de aplicación
Mal de los almacigos - Hongos del suelo	Fluopicolide + Propamocarb Captan	250 cc/100 L de agua WP 80% 1, WP 83% 180 g/100 L de agua 15 - 20 cc/ 10 L de agua	3 7	Preventivo, Curativo y preventivo Inmersión bandejas, sumergirlas en el caldo de 10 - 20 segundos, procurando que el producto quede retenido en el pan de tierra y cuello de la planta. Pos. trasplante aplicar por riego por goteo o planta por planta (drench) al suelo. Dejar orear, sembrar. Si después de la germinación aparece la enfermedad, volver aplicar y regar hasta que el líquido penetre a 1 cm de profundidad.
	Mancozeb + Metalaxil	WP 64% + 3% 250 g/100 L de agua	4	Contacto y sistémico Máximo 3 aplicaciones por temporada. Repetir cada 10 - 14 días.
	Mancozeb + Metalaxil - M	WG 64% + 4% 250 g/100 L de agua	4	Contacto y sistémico Máximo 3 aplicaciones por temporada. Repetir cada 10 - 14 días. En condiciones de ataque severo realizar aplicaciones intermedias.
	Propamocarb	SL 72,2% 250 cc/100 L de agua	14	Sistémico con acción fungistática Almácigo. Aplicar 2 - 4 L de solución por m ² inmediatamente después de la siembra.
	Tiram	WG 80% 300 - 400 g/100 L de agua		Contacto y preventivo Aplicar en preemergencia y emergencia. Pulverizar o regar con la solución todo el almácigo.
Antracnosis de las (Colletotrichum lagenarium)	Benomil	WG 50% 30 - 60 g/100 L de agua	30	Sistémico Iniciar los tratamientos cuando aparecen los primeros síntomas. Repetir cada 7 - 14 días.
	Carbendazim Captan	WP 80% WP 83% 250 - 300 cc/ha 150 g/100 L de agua 2,7 kg/ha	7	Curativo, preventivo y sistémico Preventivo con intervalos Curativo, contacto y preventivo Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad. Repetir cada 7 - 10 días.
	Captan Clorotalonil	SC 50% WG 80% 2,5 - 3,25 L/ha 150 g/100 L de agua SC 72% 1,75 kg/ha	7 12	Curativo, contacto y preventivo Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad. Repetir cada 7 - 10 días.
	Clorotalonil Zineb	SC 50% WG 70% 2,5 - 3,25 L/ha 200 - 300 g/100 L de agua SC 72% 1,75 kg/ha	12 10	Curativo, contacto y preventivo Comenzar cuando las plantas tengan 15 cm de altura Contacto y preventivo Aplicar cuando aparecen los primeros síntomas. Repetir cada 8 - 10 días.
	Ziram	WG 76% 200 - 300 g/100 L de agua	10	Contacto y preventivo Contacto y preventivo Al observar las guías comienzan a extenderse. Preventivo desde que las guías comienzan a extenderse. Repetir cada 8 - 10 días.
Antracnosis	Ziram	WG 76% 240 - 300 g/100 L de agua	7	Contacto y preventivo Preventivo desde que las guías comienzan a extenderse.

Plaga	Principio activo	Form., concentr. y dosis	PC	Modo de acción y Momento de aplicación
Mildiu de las cucurbitáceas (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	Captan	WP 80% WP 83% 150 g/100 L de agua	7	Curativo, contacto y preventivo Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad. Repetir cada 7 - 10 días.
	Clorotalonil	SC 50% 2,5 - 3,25 L/ha SC 72% 1,75 - 2,3 L/ha	12	Curativo, contacto y preventivo Comenzar cuando las plantas tengan 15 cm de altura o al observar los primeros síntomas de la enfermedad. Repetir cada 7 - 10 días.
	Folpet	WP 80% 150 g/100 L de agua	7	Contacto y preventivo Cada 20 días durante el período vegetativo.
	Mancozeb	WG 75% WP 80% 200 g/100 L de agua	4	Contacto y preventivo Cuando las plantas son pequeñas y comienzan a aparecer sus primeras hojas. Repetir cada 7 - 10 días.
	Fluopicolide + Propamocarb	SC 6,25% + 62,5% 250 cc/100 L de agua	3	Sistémico con acción fungistática Preventivo cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad o al observar los primeros síntomas. Curativo , repetir a los 14 días.
	Mancozeb + Metalaxil	WP 64% + 8% 250 g/100 L de agua	4	Contacto y sistémico Máximo 3 aplicaciones por temporada. Repetir cada 10 - 14 días.
	Mancozeb + Metalaxil - M	WG 64% + 4% 250 g/100 L de agua	4	Contacto y sistémico Máximo de 3 aplicaciones por temporada. Repetir cada 10 - 14 días. En condiciones de ataque severo realizar aplicaciones intermedias.
	Propamocarb	SL 72,2% 250 cc/100 L de agua	3	Sistémico con acción fungistática Aplicar al observar los primeros síntomas. Repetir cada 10 - 14 días.
	Zineb	WP 70% 200 - 300 g/100 L de agua	10	Contacto y preventivo Aplicar al observar los primeros síntomas. Repetir cada 8 - 10 días.
Marchitamiento de las hortalizas (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Procimidone	SC 50 % 100 - 150 cc/100 L de agua	7	Sistémico, preventivo y curativo Aplicar al observar los primeros síntomas. Repetir cada 10 - 14 días.
Tizón de (<i>Alternaria cucumerina</i>)	Tebuconazole + Trifloxistrobin	WG 50% + 25% 20 g/100 L de agua SC 10% + 20% 50 cc/100 L de agua	7	Mesostémico y sistémico Aplicar cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad o al observar los primeros síntomas. Repetir cada 14 días.

