**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO



Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en la calabacita (*Cucurbita pepo* L*.*) bajo condiciones de macrotúnel.

Por:

**OLIVERIO ALEXIS ALTUNAR ALTUNAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Torreón, Coahuila, México

Noviembre 2018

****

****

# 

# **AGRADECIMIENTO**

**A mi Alma Terra Mater** “La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro" por darme todas las facilidades de obtener una profesión, por abrirme las puertas de esta universidad maravillosa, fue un apoyo inmenso para salir adelante….Gracias.

A mi asesor de tesis el **Ing. José Alonso Escobedo**, quiero agradecer infinitamente todo su apoyo brindado durante gran parte de mi carrera, por el apoyo, motivación y disposición para realizar este proyecto de investigación llamado tesis y sobre todo gracias por brindarme su confianza y amistad de una manera incondicional. También quiero agradecer a mis demás asesores, al **Dr. Alfredo Ogaz**, **M.C. José Simón Carrillo Amaya** y el **M.C. Claudio Ibarra Rubio** por la asesoría, revisión y colaboración del presente estudio.

**A los maestros del Departamento de Parasitología,** quienes me impartieron clases y transmitieron conocimientos: **Ing. José Alonso Escobedo, Dr. Florencio Díaz Jiménez, Dr. Vicente Hernández Hernández, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, M.C. Sergio Hernández Rodríguez, Dr. Teodoro Herrera Pérez, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, M.C. Claudio Ibarra Rubio, Ing. Javier López.** A todos ellos muchas gracias.

**A mis compañeros (as), Jhonny Gudiel Bravo Sánchez, Rodrigo De Jesús Joaquín, Carlos I. Choca Tenango, Marco A. Martínez Pérez, Julio Mundo Brito, José Valente Joachin, Cándido León Bautista, Ernesto López Sierra, Karina A. Del Ángel Morales, Yuridia Gálvez Bravo, Martha S. Morales Santiago,** gracias por brindarme su amistad y compartir grandes momentos, muchas gracias.

# **DEDICATORIA**

**A Dios,** gracias por tu amor, por mi familia y todas tus bendiciones, porque eres y serás siendo mi fuerza, alegría, esperanza, perdón, bondad y por darme la oportunidad de la vida, mil gracias.

**A ti Virgen de Guadalupe;** generosa tu corazón, de amor lleno para esta humanidad, gracias por estar siempre conmigo, porque has sido mi fuerza, alegría, esperanza, perdón, bondad y por darme la oportunidad de la vida, mil gracias.

**A mis padres; Eusebio Altunar Juárez,** a ti papá por ser el mejor padre de este mundo, a ti te dedico mi logro en este etapa más de mi vida, por tu enseñanza, por tus consejos que nunca voy olvidar, tus regaños, por tu cariño, tu apoyo incondicional, por haber creído en mí, **mil gracias**, a mi mamá **Irma Altunar Sánchez,** la más hermosa de todas, generosa, bondadosa, por tu alegría, por tu cariño, por tus consejos, por estar siempre ahí en la buenas y en las malas, por haber sido el sostén de nuestro hogar y sobre todo te agradezco de todo corazón por darme la vida, porque sin ustedes no sería nadie, mucha gracias……**Los Amo.**

**A mis hermanos; Blanca Beatriz, María Florentina, Rolando, José Saint y Eric Rubicel,** este logro se los dedico a ustedes, por su apoyo, alegrías, discusiones, regaños, sobre todo sus consejos ya sean bueno o malo, siempre estuvieron ahí, gracias por darme su amistad, por todas las vivencias de nuestra infancia y por ser mi inspiración y motivación para seguir adelante en este camino del saber mil gracias……**Los Amo.**

**A mis abuelos; Javier Altunar Pérez (†), Paulina Sánchez Altunar,** gracias por bridarme su felicidad, por mimarme, por darme su amistad, muchas gracias, a mi abuelo **Domingo Altunar Hernández (†),** sé que tú no estás aquí, pero donde estés, a ti te dedico este triunfo y sé que estas muy orgullosos de mí, gracias por darme buenos consejos, enseñanzas alegrías, tristezas, tus locuras que nunca voy olvidar, siempre estarás en mi corazón, **mil gracias,** a mi abuela **Andrea Juárez Cruz (†),** sé que usted también no está aquí pero e igual se le dedico este triunfo, gracias por todo, por tus regaños, enojos, alegrías, siempre estuviste conmigo recordando buenos y malos momentos y nunca me dejaste, sin duda eres única, mil gracias……**Los Amo.**

**A mis tíos; Anastasia, Celedonio, maría de Jesús, José, Melida e Emilia,** por estar siempre conmigo, por sus grandes consejos, por darme su amistad, les agradezco de todo corazón……**Mil Gracias.**

**A mis primos; José Luís, Sofía, Royer, Gloria, Victoria, María Gabriela, Andrea, Rodrigo Alberto, Javier Frankli, Braulio, Wilfredo, Manuel, Ezequiel, Saulo G.** gracias por enseñarme que cuando uno quiere, puede lograr sus metas prometidas y por brindarme su amistad, llevaré siempre los buenos recuerdos de ustedes, sin duda grandes primos, muchas gracias.

# **RESUMEN**

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en macrotúnel en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), durante el ciclo Otoño – Invierno, consistiendo en la evaluación de los nematicidas Temik 10 G (2 gr/maceta), Furadan 350 F (2 ml/1 L agua), Avicta 400 (1.0 ml de PF/1000 semillas) en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.), en comparación con un testigo sin aplicación, para evaluar el vigor de las plantas como son: diámetro de la base del tallo, longitud de la raíz, peso de raíz, peso de follaje, altura de follaje e índice de agallamiento radicular por ataques de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood a los 40 días después de la emergencia. El objetivo fue evaluar la eficacia de estos nematicidas aplicados antes de la siembra del cultivo de calabacita para el control del nematodo de los nódulos radiculares bajo condiciones de macrotúnel. Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar conformado por 4 tratamientos y 4 repeticiones; cada unidad experimental consistió de 6 macetas con una capacidad de 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por cada tratamiento para un total de 96 macetas. Los parámetros a evaluar a los 40 días después de la emergencia otorgaron los siguientes resultados: en lo que respecta al diámetro de la base del tallo, longitud de la raíz, peso de follaje y altura de follaje todos los tratamientos resultaron estadísticamente iguales. En lo que se refiere a la evaluación del peso de raíz se presentó una diferencia significativa entre estos tratamientos, Testigo, Furadan 350 F y Avicta 400 resultaron estadísticamente iguales con el mayor peso de raíz con 2.0975 gr, 1.7925 gr, 1.7125 gr y por último el tratamiento estadísticamente diferente fue Temik 10 G con una media de 1.1850 gr, que obtuvo el menor peso de raíz. Por lo que toca al índice de agallamiento radicular de los tratamientos donde se evaluó la eficacia de Testigo, Furadan 350 F, Temik 10 G, que obtuvieron mayor valor numérico de nódulos radiculares con 11.4175, 0.2900, 0.1675 respectivamente y en el presente caso resultódiferente estadísticamente el tratamiento Avicta 400, que obtuvo 0.1650 considerado el menor valor entre los tratamientos bajo evaluación.

**Palabras claves:** *Cucurbita pepo* L., *Meloidogyne incognita*, nódulos radiculares.

**ÍNDICE**

Contenido

[**AGRADECIMIENTO** i](#_Toc529048145)

[**DEDICATORIA** ii](#_Toc529048146)

[**RESUMEN** iv](#_Toc529048147)

[**ÍNDICE DE CUADROS** ix](#_Toc529048148)

[**ÍNDICE DE FIGURAS** xi](#_Toc529048149)

[**I.** **INTRODUCCIÓN** 1](#_Toc529048150)

[**1.1 Objetivos** 3](#_Toc529048151)

[**1.2 Hipótesis** 3](#_Toc529048152)

[**II.** **REVISIÓN DE LITERATURA** 4](#_Toc529048153)

[**2.1 Origen** 4](#_Toc529048154)

[**2.2 Características generales del cultivo** 4](#_Toc529048155)

[**2.3 Clasificación taxonómica** 5](#_Toc529048156)

[**2.4 Descripción botánica** 5](#_Toc529048157)

[**2.5 Variedades o especies cultivadas** 6](#_Toc529048158)

[**2.6 Valor nutricional** 6](#_Toc529048159)

[**2.7 Ciclo vegetativo** 7](#_Toc529048160)

[**2.8 Características morfológicas de la calabacita** 7](#_Toc529048161)

[**2.9 Distribución geográfica** 7](#_Toc529048162)

[**2.10** **Importancia mundial** 8](#_Toc529048163)

[**2.11 Importancia nacional** 8](#_Toc529048164)

[**2.12 Producción** 9](#_Toc529048165)

[**2.13 Consumo** 10](#_Toc529048166)

[**2.14 Comercialización** 11](#_Toc529048167)

[**2.15 Manejo del cultivo** 11](#_Toc529048168)

[**2.15.1 Temperatura** 11](#_Toc529048169)

[**2.15.2 Humedad** 11](#_Toc529048170)

[**2.15.3 Suelos** 12](#_Toc529048171)

[**2.15.4 Fertilización** 12](#_Toc529048172)

[**2.16 Importancia de la calabacita en la Comarca Lagunera** 13](#_Toc529048173)

[**2.17 Problemas fitosanitarios de la calabacita** 13](#_Toc529048174)

[**2.17.1 Artrópodos plaga de la calabacita** 13](#_Toc529048175)

[**2.18 Enfermedades causadas por hongos** 13](#_Toc529048176)

[**2.19 Enfermedades causadas por bacterias** 14](#_Toc529048177)

[**2.20 Enfermedades causadas por virus** 14](#_Toc529048178)

[**2.21 Enfermedades causadas por nematodos e historia** 14](#_Toc529048179)

[**2.22 Nematodos que afectan la calabacita** 15](#_Toc529048180)

[**2.22.1 *Meloidogyne* spp. (Nematodo nodulador)** 15](#_Toc529048181)

[**2.22.2 *Pratylenchus* spp. (Nematodo lesionador)** 16](#_Toc529048182)

[**2.22.3 *Rotylenchulus reniformis* (Nematodo reniforme)** 16](#_Toc529048183)

[**2.22.4 Nematodos agalladores** 16](#_Toc529048184)

[**2.22.5 *Meloidogyne incognita* Kofoid & White.** 17](#_Toc529048185)

[**2.23 Ubicación taxonómica** 18](#_Toc529048186)

[**2.24 *Meloidogyne* spp.** 18](#_Toc529048188)

[**2.25 Especies de *Meloidogyne.*** 18](#_Toc529048189)

[**2.26 Características morfológicas** 19](#_Toc529048190)

[**2.27 Hospederos** 20](#_Toc529048191)

[**2.28 Anatomía** 21](#_Toc529048192)

[**2.29 Ciclo de vida** 22](#_Toc529048193)

[**2.30 Alimentación** 23](#_Toc529048194)

[**2.31 Daños y síntomas** 24](#_Toc529048195)

[**2.32 Índice de agallamiento** 25](#_Toc529048196)

[**2.33 Manejo integrado de nematodos** 26](#_Toc529048197)

[**2.34 Métodos de control** 27](#_Toc529048198)

[**2.34.1 Control cultural** 27](#_Toc529048199)

[**2.34.2 Barbecho** 28](#_Toc529048200)

[**2.34.3 Inundación** 28](#_Toc529048201)

[**2.34.4 Solarización** 28](#_Toc529048202)

[**2.34.5 Rotación de cultivos** 29](#_Toc529048203)

[**2.34.6 Variedades resistentes** 29](#_Toc529048204)

[**2.34.7 Control biológico** 30](#_Toc529048205)

[**2.34.8 Control químico** 30](#_Toc529048206)

[**2.35 Características de nematicidas utilizados** 32](#_Toc529048207)

[**2.35.1 Furadán 350 L** 32](#_Toc529048208)

[**2.35.2 Temik 10 G** 33](#_Toc529048209)

[**2.35.3 Avicta 400** 35](#_Toc529048210)

[**III.** **MATERIALES Y MÉTODOS** 37](#_Toc529048211)

[**3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera** 37](#_Toc529048212)

[**3.2 Características del clima** 37](#_Toc529048213)

[**3.3 Localización del experimento** 37](#_Toc529048214)

[**3.4 Variedad utilizada** 37](#_Toc529048215)

[**3.5 Diseño experimental** 38](#_Toc529048216)

[**3.6 Muestreo de suelo** 38](#_Toc529048217)

[**3.7 Siembra** 39](#_Toc529048218)

[**3.8 Emergencia** 40](#_Toc529048219)

[**3.9 Riego** 40](#_Toc529048220)

[**3.10 Labores culturales** 40](#_Toc529048221)

[**3.11 Control de plagas y enfermedades** 41](#_Toc529048222)

[**3.12 Registro de datos** 41](#_Toc529048223)

[**IV.** **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** 42](#_Toc529048224)

[**4.1 Vigor de las plantas** 42](#_Toc529048225)

[**4.2 Diámetro de la base del tallo** 42](#_Toc529048226)

[**4.3 Longitud de la raiz** 44](#_Toc529048227)

[**4.4 Peso de raíz** 45](#_Toc529048228)

[**4.5 Peso de follaje** 47](#_Toc529048229)

[**4.6 Altura de follaje** 48](#_Toc529048230)

[**4.7 Índice de agallamiento radicular** 49](#_Toc529048231)

[**V.** **CONCLUSIONES** 51](#_Toc529048232)

[**VI.** **RECOMENDACIONES** 52](#_Toc529048233)

[**VII.** **LITERATURA CITADA** 53](#_Toc529048234)

# **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Producción de calabaza en diferente países (SAGARPA, 2011)…….9

Cuadro 2. Producción de calabacita en México (SIAP, 2013)…………………...10

Cuadro 3. Tabla de dosis y en que cultivos se aplica…………………………….32

Cuadro 4. Dosis de Temik y en que cultivos se aplica……………………………34

Cuadro 5. (Avicta) dosis recomendada y la cantidad de semillas a tratar……...36

Cuadro 6. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizando para evaluar (Testigo), (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400) aplicados para control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coahuila., México. 2017…………………………………38

Cuadro 7. Tratamientos y dosis a evaluar en plantas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) para el control del nematodo agallador de la raiz (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coah, México. 2017……………………...39

Cuadro 8. Comparacion de medias en la evaluacion del diámetro de tallo con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….43

Cuadro 9. Comparacion de medias en la evaluacion de longitud de la raiz con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………………………….…44

Cuadro 10. Comparacion de medias en la evaluacion del peso de raiz con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………………………….…46

Cuadro 11. Comparacion de medias en la evaluacion del peso de follaje con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….47

Cuadro 12. Comparacion de medias en la evaluacion de altura de follaje con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………………………….…48

Cuadro 13. Comparacion de medias en la evaluacion del indice de agallamiento radicular con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………….50

# 

# **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….43

Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación de longitud de la raíz con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….45

Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de raíz con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….46

Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación del peso de follaje con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017…………………………………………………………………………………….47

Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación de altura de follaje con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………………………….…49

Figura 6. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento radicular con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017………………………………………………………………….50

1. **INTRODUCCIÓN**

La calabaza, de la familia de las cucurbitáceas (*Cucurbita pepo* L.) ha sido importante desde épocas prehispánicas en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, ha sido un elemento común y parte fundamental en la agricultura tradicional de subsistencia que se practica en Latinoamérica. En México el cultivo y consumo de la calabaza es muy popular, atribuible a la variedad de tipos criollos que existen en las diferentes regiones del país. La importancia de la calabaza se debe a su contenido de sustancias nutritivas y a las cualidades gustativas de su fruto (Villanueva, 2007); las semillas son muy ricas en grasas, proteínas y albúminas (Guenkov, 1974).

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo. *C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 t·ha-1. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 t·ha-1 (SAGARPA, 2010).

La calabaza es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas, la temperatura para la germinación debe ser mayor de 15° C, siendo el rango óptimo de 22 a 25° C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35° C, con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas. Prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos y ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH 5.5 a 6.8; en lo que se refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante (Valadez, 1990).

Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas que requieren métodos de laboratorio para su diagnóstico e identificación. Los nematodos parásitos de plantas causan cada año, una pérdida estimada de 14% en cultivos de hortalizas y frutales económicamente importantes en los Estados Unidos de América (Appleman y Hanmer, 2003).

De los nematodos fitoparasitos el género *Meloidogyne*, conocido como nematodo agallador o nodulador, es el que más daño causa en hortalizas y se encuentra ampliamente distribuida en las regiones hortícolas de México y en el mundo (Cepeda, 1996; Cid del Prado *et al*., 2001). Actualmente se reportan en el mundo 75 especies del nematodo agallador *Meloidogyne* (UCD, 2006ª). La mayoría de las cucurbitáceas son extremadamente susceptibles a los nematodos agalladores (Noling, 2005).

En base a lo antes señalado se decidió llevar a cabo este trabajo de investigación de calabacita y suelos infestados con el nematodo agallador.

## **1.1 Objetivos**

Evaluar la eficacia de nematicidas aplicados antes de la siembra del cultivo de calabacita *Cucurbita pepo* L., para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel.

## **1.2 Hipótesis**

La aplicación de nematicidas en el cultivo de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) antes de la siembra evita el daño a raíces por la penetración de formas infectivas J2 del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, bajo las condiciones de macrotúnel.

1. **REVISIÓN DE LITERATURA**

## **2.1 Origen**

El origen del calabacín no está del todo claro, por una parte parece ser que procede de Asia. Su nombre aparece entre las hortalizas citadas por egipcios y existen pruebas de que también eran conocidos por los romanos. Otras fuentes atribuyen su origen a la América precolombina, concretamente en la zona de México; siendo una de las especies que introdujeron los españoles en Europa, durante la época del descubrimiento. Dentro de la especie *Cucurbita* *pepo* L. se distinguen dos subespecies, la subsp. *ovifera* y la subsp. *Pepo* (L.H. Bailey), el calabacín pertenece a esta última. El grupo de los calabacines fue seleccionado a partir del tipo "cocozelle" en el sur de Europa, extendiéndose posteriormente a todas las regiones templadas del mundo (Infoagro, 2010).

## **2.2 Características generales del cultivo**

La calabacita, de la familia de las cucurbitáceas (*Cucurbita pepo* L.), en México la calabacita es muy popular, consumible y atribuible a la variedad de tipos criollos que existen en las diferentes regiones del país. La importancia de la calabaza se debe a su contenido de sustancias nutritivas y a las cualidades gustativas de su fruto (Villanueva, 2007); las semillas son muy ricas en grasas, proteínas y albúminas (Guenkov, 1974).

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo. *C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 t·ha-1. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 t·ha-1 (SAGARPA, 2010).

## **2.3 Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica de la calabacita es de la siguiente manera (CONABIO, 2018).

Reino……………. Plantae

División…………... Magnoliophyta

Clase…………….. Magnoliopsida

Orden……………. Violales

Familia………….. Cucurbitaceae

Genero…………. *Cucurbita* L., 1753

Especie………… *pepo* L., 1753

Subespecie………… *pepo* NA

## 

## **2.4 Descripción botánica**

El género *Cucurbita* es uno de los más importantes, cuenta con 27 especies (Whitaker, 1974; Hernández, 1978). Las especies de este género forman el grupo conocido como calabazas, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. pepo* L. (calabaza de india), *C. ficifolia* Bouché (chilacayote), *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret (calabaza de castilla); *C. maxima* Duchesne ex Lam (calabaza kabosha) y *C. argyrosperma* Huber (calabaza pipiana), son importantes desde el punto de vista económico, nutricional y 3 cultural tanto a nivel nacional como mundial. Las partes alimenticias van desde los frutos inmaduros, maduros, semillas, flores y algunas partes vegetativas. Además del uso alimenticio, las calabazas se pueden emplear con fines industriales, comerciales, medicinales y tradicionales como recipientes para artesanía (Lira-Saade, 1995; Villanueva, 2007).

## **2.5 Variedades o especies cultivadas**

La familia Cucurbitaceae incluye alrededor de 90 géneros y 750 especies. El género *Cucurbita* es uno de los más importantes, cuenta con 27 especies (Whitaker, 1974; Hernández, 1978) conocidas como calabazas, entre ellas están: *C. pepo* L. (calabaza de india), *C. ficifolia* Bouché (chilacayote), *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret (calabaza de castilla)*; C. maxima* Duchesne ex Lam (calabaza kabosha) y *C. argyrosperma* Huber (calabaza pipiana). Las calabazas se encuentran ampliamente distribuidas en México (Hernández, 1978; Lira-Saade, 1995).

El número básico de cromosomas de todas las especies de *Cucurbita* es 2n = 2x = 40 y los cariotipos sugieren que estas especies son de origen alopoliploide (Singh, 1979; Weeden, 1984; Lebeda *et al*., 2007).

La adaptación ambiental de las especies es la siguiente: *C. moschata* en lugares cálidos, con altitud menor de 1000 m; *C. pepo* en lugares con altitud superior a 1000 m; *C. ficifolia* en altitudes mayores de 1300 m (Whitaker, 1968), *C. máxima* en lugares con clima templado; y *C. argyrosperma* generalmente en zonas por debajo de los 1800 m, con climas cálidos y algo secos (Villanueva, 2007).

## **2.6 Valor nutricional**

En la actualidad la calabacita puede servir como uso o consumo, como algún platillo o también como uso forrajero, sobre todo en la explotación avícola, bovina e incluso equina. Del fruto, además de utilizarse la pulpa, se aprovecha la semilla, a la que se le pueden dar dos usos: la extracción de aceite o en la elaboración de botanas comúnmente llamadas pepitas. De la planta, también se puede utilizar para consumo humano la flor, que forma parte de una amplia variedad de platillos tradicionales de nuestro país (Claridades agropecuarias, 1999).

**2.7 Ciclo vegetativo**

Las especies silvestres y cultivadas de *Cucurbita* son plantas herbáceas, anuales, monoicas (con flores masculinas y femeninas separadas), rastreras, trepadoras o subarbustivas y arbustivas en las variedades mejoradas, como lo mencionan (Lira-Saade, 1995; Villanueva, 2007).

## **2.8 Características morfológicas de la calabacita**

## La calabacita es una plantan herbácea, anual, monoica (con flores masculinas y femeninas separadas), erecta y también puede ser rastrera; los tallos son erectos en sus primera etapas de desarrollo (hasta antes del tercer corte de frutos) y después se tornan rastreros; son angulares, cinco bordes o filos, cubiertos de vellos; las hojas se sostienen por medio de peciolos (tallos de las hojas) largos y huecos. Las flores masculinas siempre aparecen primero, tiene tallo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que tienen tallo corto. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado. El fruto se consume todavía inmaduro, y por lo general es de color verde claro, aunque existen calabacitas para consumo fresco de color verde oscuro que alcanzan una longitud de 12 a 15 cm, las semillas son generalmente de color blanco, crema o ligeramente café (SIAP, 2011).

## **2.9 Distribución geográfica**

Es difícil obtener datos de superficie y producción de calabacín por países productores, ya que la mayor parte de ellos incluyen en las estadísticas oficiales calabazas y calabacines conjuntamente. Los principales países productores en el año 2002, China (4,095,838 toneladas), India (3,500,000 toneladas), Ucrania (915,000 toneladas), Estados Unidos (750,000) y Egipto (706,829 toneladas), ocupando España la décimo primera posición con 300.000 toneladas de la producción mundial y una superficie cultivada de 7,000 hectáreas. No obstante, en España casi el 90% de esta producción total corresponde a calabacín, siendo el tercer productor entre los países del mediterráneo, detrás de Italia (430,000 toneladas) y Turquía (340,000). La producción española ha experimentado un incremento, paralelo al incremento en los rendimientos medios, debido fundamentalmente a la mayor importancia relativa del cultivo bajo plástico (Infoagro, 2010).

## **2.10** **Importancia mundial**

El cultivo de la calabaza ha sido importante desde épocas prehispánicas en el desarrollo de las primeras civilizaciones de América, ha sido un elemento común y parte fundamental en la agricultura tradicional de subsistencia que se practica en Latinoamérica. Las diversas especies se producen en condiciones ecológicas bastante amplias, crecen desde altitudes cercanas a nivel del mar, hasta mayores a los 2000 msnm (Lira-Saade, 1995). A México se le considera centro de origen y de distribución de las diferentes especies de esta hortaliza (Pérez *et al.,* 1998), y solo en pequeña escala a C. *máxima*, que se encuentra en Centroamérica y parte norte de América del Sur (Hernández, 1978; Lira-Saade, 1995). C. *pepo* parece ser una de las primeras especies en haber sido domesticadas.

## **2.11 Importancia nacional**

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo. *C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 t·ha-1. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 t·ha-1 (SAGARPA, 2010).

México ha mostrado un comportamiento creciente en lo querespecta a la superficie sembrada y la producción tanto para la semilla de calabaza como calabaza y calabacita, lo que demuestra la confianza del productor en los beneficios del cultivo y en la demanda de los mercados. Se deben encausar mayores esfuerzos en este producto que representa una oportunidad para México, sobre todo en el cultivo que ha mostrado más dinamismo que es el de la calabaza tierna o calabacita, así como perfeccionar los niveles de productividad para lograr un mejor posicionamiento en el mercado internacional aprovechando que, de acuerdo a la FAO, México es uno de los principales países proveedores mundiales de esta hortaliza (Financiera Rural, 2011).

## **2.12 Producción**

En 2009 se tuvo la siguiente distribución de la producción de calabaza tierna o calabacita: calabacita italiana (zucchini) 92.49%, calabacita criolla 6.23%, calabacita orgánica 0.16%, calabacita de invernadero 0.01%, y calabacita sin clasificar 1.11%. Entre los años de 1996 a 2009, la producción de calabacita se incrementó en 19%, de 391,326 toneladas a 464,096 toneladas. Fue precisamente en el año 2009 en que se alcanzó la mayor producción de calabacita en nuestro país, con una superficie sembrada de 26,318 hectáreas y una superficie cosechada de 25,841 hectáreas (Financiera Rural, 2011).

Cuadro 1. Producción de calabaza en diferente países (SAGARPA, 2011).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Países | Producción (INT $1000) | Producción (MT) |
| China | 1,004,454 | 5,757,700 |
| India | 616,770 | 3,500,000 |
| Ucrania | 188,980 | 1,072,000 |
| Estados Unidos | 141,727 | 804,260 |
| Egipto | 121,592 | 690,000 |
| México | 98,683 | 560,000 |
| Cuba | 91,634 | 520,000 |
| Italia | 89,091 | 505,568 |
| Irán | 88,991 | 505,000 |

Cuadro 2. Producción de calabacita en México (SIAP, 2013).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ubicación** | **Sup.**  **Sembrada**  **(Ha)** | **Sup.**  **Cosechada**  **(Ha)** | **Producción**  **(Ton)** | **Rendimiento**  **(Ton/Ha)** | **PMR**  **($/Ton)** | **Valor**  **Producción**  **(Miles de pesos)** |
| Sonora  Sinaloa  Puebla  Hidalgo  Michoacán  Morelos  México | 5,612.00  5,217.90  4,583.30  2,306.00  1,807.00  1,150.00  1,084.80 | 3,768.00  2,189.50  4,401.46  2,051.00  1,807.00  1,150.00  1,079.55 | 78,522.49  37,304.42  53,068.22  21,359.55  36.032.72  17,467.66  14,554.31 | 20.84  17.04  12.06  10.41  19.94  15.19  13.48 | 4,541.46  3,895.41  5,404.79  5,263.63  4,008.80  5,879.35  4,677.95 | 356,606.37  145,316.12  286,822.35  112,428.86  144,448.12  102,698.54  68,083.90 |

## **2.13 Consumo**

Es una verdura muy versátil y se puede utilizar en una gran variedad de guisados y ensaladas. También se recomienda el consumo de sus semillas, que sirven para hacer pipianes y salsas. Tiene un alto contenido de agua, alrededor de 90% de su peso, por lo que brinda pocas calorías pero muchos beneficios a la salud. Es fuente importante de potasio, que ayuda a controlar la presión arterial al disminuir el sodio en la sangre, por lo que es ideal para las personas con hipertensión (El poder del consumidor, 2015).

**2.14 Comercialización**

## En México la producción de calabaza es considerada como una opción de comercio rentable debido a la importante derrama económica que se genera por la demanda que existe tanto a nivel nacional como a nivel mundial. La calabaza forma parte de los cultivos más importantes entre los que también se encuentran el maíz y el frijol, por esta razón el país se ubica en el séptimo lugar a nivel mundial como productor. En México se producen cinco variedades de calabaza, como la calabacita criolla, calabaza de castilla, calabaza italiana, calabaza melón y la calabaza kabocha, la cual es considerada como una de las más populares (Hydro Environment, 2016).

Los principales productores de calabaza en el país son Sonora, Sinaloa, Tlaxcala y Nayarit, además se encuentran Hidalgo, Puebla y Morelos. Cabe señalar que tan sólo en 2011 se produjeron 387 mil 463 toneladas de calabaza a lo largo de toda la República, obteniendo mayores rendimientos durante los meses de primavera y verano (Hydro Environment, 2016).

## **2.15 Manejo del cultivo**

### 2.15.1 Temperatura

La calabaza es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas, la temperatura para la germinación debe ser mayor de 15° C, siendo el rango óptimo de 22 a 25° C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35° C, con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas. Prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos y ricos en materia orgánica (Valadez, 1990).

## **2.15.2 Humedad**

La humedad relativa óptima del aire en el invernadero oscila entre el 65% y el 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La gran masa foliar de la planta y el elevado contenido en agua del fruto (alrededor de 95%), indican que se trata de un cultivo exigente en agua, por lo que el rendimiento dependerá en gran medida de la disponibilidad de agua en el terreno. No obstante, los excesos de humedad en el suelo impiden la germinación y pueden ocasionar asfixia radicular, y una escasa humedad puede provocar la deshidratación de los tejidos, la reducción del desarrollo vegetativo, una deficiente fecundación por caída de flores, redundando en una disminución de la producción y un retraso del crecimiento (Infoagro, 2017).

## **2.15.3 Suelos**

Es poco exigente en suelo, adaptándose con facilidad a todo tipo de suelos, aunque prefiere aquellos de textura franca, profunda y bien drenada. Sin embargo se trata de una planta muy exigente en materia orgánica. Los valores de pH óptimos oscilan entre 5,6 y 6,8 (suelos ligeramente ácidos), aunque puede adaptarse a terrenos con valores de pH entre 5 y 7. A pH básico pueden aparecer síntomas carenciales, excepto si el suelo está enarenado. Es una especie medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego, (menos que el melón y la sandía y más que el pepino). Se trata de una planta muy exigente en cuanto a la humedad del suelo, requiriendo riegos frecuentes, aunque en suelos arcillosos el exceso de humedad suele ocasionar problemas en las raíces (Infoagro, 2017).

## **2.15.4 Fertilización**

Es muy importante ya que una buena fertilización dependen los rendimientos que vamos a obtener, pero antes de cualquier aplicación, siempre es necesario realizar un análisis de suelo previo a la siembra, pero cuando no es posible seguir las siguientes recomendaciones generales de fertilización; primera fertilización, se realiza una primera fertilización al momento de la siembra a razón de 4 quintales por manzana de una formula completa (N-P-K) que puede ser 18-46-0 o 12-30-10 y este se aplica de 5 a 10 cm alrededor de la semilla y también se puede hacer incorporada al suelo siempre alrededor de la semilla haciendo pinchadura al suelo de 5 cm de profundidad y depositando el abono con la misma dosis por manzana; la segunda fertilización, se realiza al inicio de la floración a los 39 a 40 días después de la siembra, utilizando sulfato de amonio a razón de 4 quintales por manzana, se realiza depositando el fertilizante alrededor de la planta (CII, 2009).

## **Importancia de la calabacita en la Comarca Lagunera**

## La delegación de SAGARPA en la Región Lagunera, registro en el año 2018 una superficie de 105 hectáreas de calabaza, con una producción de 3,232 toneladas y con un valor de producción de $15,304,000 (El Siglo de Torreón, 2018).

## **2.17 Problemas fitosanitarios de la calabacita**

### 2.17.1 Artrópodos plaga de la calabacita

### Durante el desarrollo del ciclo del cultivo de la calabacita desde la siembra, desarrollo vegetativo, amarre de fruto, cosecha, la calabacita es atacado por diferentes organismos entre los cuales se encuentran las plagas como: mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), minador de la hoja *Liriomyza sativa* (Blanchard) y *L. trifolli* (Burges), chicharrita *Empoasca fabae* (Harris), gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner), gusano falso medidor *Trichoplusia ni* (Hubner), gusano barrenador de la guía *Diaphania nitidalis* y *D. hyalinata* (*Stoll*), grillos *Gryllus* (*Acheta*) spp, pulga saltona *Epitrix cucumeris* (Harris), diabrotica *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) y *D. balteata* (Le Conte), pulgón del melón *Aphis gossypii* (Glover) y araña roja *Tetranychus* spp (Ramirez *et al*., 2002).

## **2.18 Enfermedades causadas por hongos**

Los hongos son los principales organismos que le causan enfermedades al cultivo de la calabacita, estos fitoparásitos son tantos que los encontramos dañando a toda la planta y durante todo el ciclo del cultivo. A continuación se mencionan algunas de las principales enfermedades: Ahogamiento o Damping off *Pythium* spp, Tizón tardío *Phytophthora* spp, Costra negra o sarna negra *Rhizoctonia solani*, Antracnosis *Colletotrichum orbiculare*, Podredumbre carbonosa *Macrophomina phaseolina* (Tassi), Mancha foliar *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart, Elliot), Cenicilla *Podosphaera xanthii*, Marchitez vascular causado por *Fusarium* spp y *Verticillium dahliae* (Kleb) (Bastarrachea, 2007).

## **2.19 Enfermedades causadas por bacterias**

Las bacterias que provocan daños al cultivo son las especies *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, responsable de la mancha angular; *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae*, responsable de la pudrición bacteriana de los frutos de calabaza; *Erwinia tracheiphila*, responsable del marchitamiento bacteriano, otra bacterias que atacan a las cucurbitáceas son *Erwinia ananas*, *E. aroidaeae*, *E. carnegiana*, *Pectobacterium carotovora* var. *carotovora* y *Agrobacterium rhizogenes* (Blancard *et al*., 1991).

## **2.20 Enfermedades causadas por virus**

A nivel mundial existen más de 50 virus capaces de infectar en forma natural o experimental a una o más especies de cucurbitáceas; sin embargo, al menos 25 virus se detectan en forma natural (Bastarrachea, 2007).

Los virus son otros agentes causales de enfermedades en las cucurbitáceas y son responsable de malformaciones, moteado de hojas y frutos; entre más temprana sea la infección mayores son los daños, ya que por lo general producen aborto de flores y las plantas producen poco o ningún fruto (Jiménez, 1996). Dentro de estos agentes causales de enfermedad están: Virus Mosaico del Pepino (CMV), Virus Mosaico de la Sandía variante 2 (WMV-2), Virus Mancha Anular del Papayo variante sandía (PRSV-W), Virus Mosaico de la Calabaza (SqMV), Virus Amarillo del Zucchini (ZYMV), Virus del Amarillamiento y Achaparramiento de las Cucurbitáceas (CYSDV) (Chew y Jiménez, 2002).

**2.21 Enfermedades causadas por nematodos e historia**

Hace más de 100 años, en agosto de 1877, Jobert (1878) observó árboles de café enfermos en la provincia de Río de Janeiro, Brasil y encontró raíces fibrosas con numerosas agallas, algunas en la parte terminal y otras sobre el eje de la raíz, o más raramente sobre raíces laterales. Las agallas terminales eran periformes, agudas, y frecuentemente curvadas. Las más grandes eran del tamaño de un chícharo pequeño y contenían quistes con paredes hialinas. También se encontraron huevecillos elípticos encerrados en las membranas hialinas y contenían pequeños gusanos nematoides. Observó que los gusanos emergían de los huevos, escapaban de las raíces y se encontraban en grandes números en el suelo. Diez años más tarde, Goldi (1887) investigó el mismo problema en cafeto, comprobó el papel del nematodo como la causa de esta enfermedad y dio el nombre de *Meloidogyne* *exigua* al nematodo agallador (Taylor y Sasser, 1978).

Los nematodos del suelo son gusanos diminutos que provocan la hipertrofia de las raíces, formando tumores que dan la apariencia de morcilla. Causan la necrosis y más tarde la podredumbre de los tejidos y de las raíces, el sistema radicular de las plantas atacadas muestra una fuerte ramificación, con lesiones necróticas y pudrición. El crecimiento de la planta queda obstaculizado. Las plantas muestran marchitez y se debilitan. En general las plantas atacadas por nematodos no demuestran tantas diferencias en sus síntomas como los que ocurren en plantas atacadas por hongos y bacterias. Aparte de los síntomas propios del ataque de nematodos, las lesiones que les ocasionan pueden favorecer la entrada de enfermedades fungosas, bacterianas y virales (FIAV, 2008).

## **2.22 Nematodos que afectan la calabacita**

## **2.22.1 *Meloidogyne* spp. (Nematodo nodulador)**

Este nematodo, el más importante económicamente, puede atacar prácticamente todo cultivo comestible y es de amplia distribución mundial. La calabaza es extremadamente susceptible a este nematodo. Estas son las especies más frecuentes en Puerto Rico, *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*, se pueden asociar al cultivo de calabaza. La presencia de este nematodo se detecta por la aparición de agallas (nódulos o nudosidades) o hinchazones en las raíces. En casos de ataque masivo, los nódulos pueden aparecer hasta en la base del tallo. Los síntomas aéreos observables en la planta son marchitez, amarillamiento, falta de vigor, enanismo, y disminución en los rendimientos y en la calidad de las frutas (Vicente, 2012).

## **2.22.2 *Pratylenchus* spp. (Nematodo lesionador)**

El nematodo lesionador es el segundo en importancia en el cultivo de las hortalizas. Este nematodo ataca generalmente la corteza de las raíces, ocasionando lesiones necróticas, desprendimiento de los tejidos y pudrición radical. Los primeros síntomas se presentan como pequeñas manchas alargadas o heridas que varían de color (amarillas a marrón). Los síntomas aéreos son clorosis, falta de vigor, enanismo, baja en la producción y en casos severos la muerte de la planta (Vicente, 2012).

## **2.22.3 *Rotylenchulus reniformis* (Nematodo reniforme)**

Esta especie es la única de su género asociada a las hortalizas. Es dañino solamente cuando las poblaciones son altas. Las plantas infectadas con este nematodo presentan pequeñas lesiones necróticas alrededor del punto donde la boca del nematodo está adherida a la raíz. Las plantas infectadas pierden vigor y se observa una reducción en el tamaño y en el peso de las partes aéreas (Vicente, 2012).

## **2.22.4 Nematodos agalladores**

Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas que requieren métodos de laboratorio para su diagnóstico e identificación. Sus efectos a menudo son subestimados por los agricultores, agrónomos y consultores en el manejo de plagas. Se estima que los nematodos fitoparásitos reducen cerca del 12 % de la producción agrícola global (Stirling *et al*., 2002), mientras que en hortalizas y frutales se estima que las pérdidas anuales por estos organismos es del 14% en hortalizas y frutales en los EUA (Appleman y Hanmer, 2003).

Los nematodos que típicamente inducen la formación de agallas en el sistema radical de las plantas, son *Meloidogyne spp*., y *Nacobbus spp*., (Anaya y Nápoles, 1999). El nematodo más importante que suele atacar los cultivos de hortalizas en la Comarca Lagunera es *Meloidogyne incognita*, las plantas infectadas por este nematodo presentan amarillamientos y marchitamientos y reducciones en la producción (Bastarrachea, 2007).

## **2.22.5 *Meloidogyne incognita* Kofoid & White.**

Su nombre científico es *Meloidogyne incognita*, que lo conocemos como nematodo agallador, se encuentran en la mayoría de los países fuertes agrícolamente en cultivos como lo son: Tomate, Berenjena, Chiles, Calabaza, Melón, Sandía, Arroz, etc. El ciclo de vida inicia con la puesta de huevos, estos eclosionan a los 7 días, a esto se le llama estado juvenil. Los estados juveniles de nematodos agalladores son los encargados de causar los daños en las raíces, el estado de vida es de 21 a 28 días dependiendo el clima tropical en el suelo, el nematodo cuando llega su edad adulta deja de alimentarse cuando tiene alrededor de 18 a 21 días (TTA, 2018).

Los daños y síntomas que observamos en las plantas es que el sistema radicular de estas se muestran invadidas de agallas o bolitas, estas "bolas" se forman debido a las secreciones de saliva que inserta el nematodo al introducirse y atacar el tejido radicular. Los síntomas en la parte aérea de la planta se muestra como si necesitara agua, se observa triste y con color desde amarillo hasta café en sus hojas, esto es debido a que las raíces no están realizando su correcto trabajo por el ataque (TTA, 2018).

**2.23 Ubicación taxonómica**

Ubicación taxonómica del nematodo agallador o nodulador (Cepeda, 2001).

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Subclase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Heteroderoidea

Familia: Heteroderidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *incognita.*

## **2.24 *Meloidogyne* spp.**

Presenta una amplia distribución a nivel mundial. Tiene alrededor de 3,000 especies de plantas hospederas y es económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos (Anaya y Nápoles, 1999).

## **2.25 Especies de *Meloidogyne.***

Las especies más comunes, económicamente importantes y causantes del 90 % de daño a cultivos agrícolas a nivel mundial, son: *Meloidogyne incognita*, *M*. *javanica, M. arenaria y M. hapla* (Eisenback *et al*., 1983).

Según Eisenback *et al*., (1983), las principales características de estas especies, basadas en la morfología de los modelos perineales de los genitales de hembras adultas son:

• *Meloidogyne incognita*. Arco dorsal alto, cuadrado y sin líneas laterales claramente visibles, es la característica determinante para identificar a esta especie.

• *Meloidogyne javanica*. Arco bajo a redondeado y con líneas laterales bien visibles que separan las estrías dorsales de las ventrales, es la característica determinante para identificar a esta especie; sin embargo, en ocasiones el arco puede ser alto.

• *Meloidogyne arenaria*. Arco dorsal con “hombreras”, formadas por ondulaciones pronunciadas de las estrías dorsales, cerca de las líneas laterales que son visibles, y las estrías que se bifurcan, también cerca de las líneas laterales, son los caracteres más importantes de esta especie.

## **2.26 Características morfológicas**

Los estados juveniles del nematodo de los nódulos radiculares son descritos como vermiformes y migratorios; con región cefálica y estilete delicados; presentan el área labial sin constricción y el segundo estado avanzado es sedentario, hinchado y con cola aguda; el tercer y cuarto estado se presentan en el interior de la cutícula del segundo estado, con estilete libre (UCDa, 2006). Las larvas de *Meloidogyne incognita* miden 0.376 mm de longitud, con un rango de 0.360 – 0.393 mm. Al montar las larvas, presentan una curva que se aproxima 1/6 de un círculo. La longitud verdadera de esta larva es aproximadamente la distancia en línea recta de la cabeza a la punta de la cola más un 5 % (Taylor y Sasser, 1978). Los estados juveniles J2 pueden medir de 0.3 – 0.95 mm de longitud, su estilete presenta pequeños nódulos basales arriba de 20 milimicras de largo y su región cefálica es frágil. El bulbo medio del esófago está bien desarrollado y las glándulas esofágicas son extensivas, traslapando principalmente al intestino ventralmente, por varias veces el ancho de su cuerpo. La cola es conoide y a menudo su terminus es angosto y redondo, su longitud es variable de 1.5 – 7.0 milimicras de lo ancho en la parte anal del cuerpo (UCDa, 2006).

Las larvas infectivas de segundo instar tienen una región labial bien definida, con 2 a 3 anillos o plana, amfidios con abertura a manera de ranuras. La región labial porta una estructura a manera de gorra. Los 6 labios marcadamente más grandes que los submedianos. Estilete delgado con bien definidos nódulos basales (Mai y Lyon, 1975).

Las larvas migratorias de 2º instar son vermiformes, fluctúan de 280 – 500 micras (µ) en longitud. Los estiletes miden cerca de 10 micras de largo, portan nódulos basales redondos. El esófago consiste de un procorpus, metacorpus con válvula, istmo y un bulbo basal traslapado. Lo cola tiene una área hialina, es generalmente conoide con un terminus redondo agudo. A menudo se encuentran arrugas en la cutícula a la altura de la cola (Jenkins y Taylor, 1967).

## **2.27 Hospederos**

*Meloidogyne incognita* es extremadamente polífago con un rango de hospederas mayor de 3, 000 especies de plantas. Individualmente, las especies de este nematodo tienen un amplio rango de hospederas, en 874 cultivos como hospederas de 7 u 8 especies de *Meloidogyne* en el Oeste de los Estados Unidos de América (UCDa, 2006). En California (EUA) se reporta atacando cucurbitáceas, frijol, zanahoria, tomate, lechuga, chícharo, chile y rábano entre otras hospedantes (Brust *et al*., 2003).

A nivel mundial, la gama de hospederos de *Meloidogyne* spp comprende más de 2,000 especies de plantas, que representa casi todas las familias vegetales. En México, los cultivo de importancia económica que han sido atacados por este nematodo son: aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuate, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, frijol, garbanzo, guayabo, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, quelite, sandia, tabaco, tomate, vid y otros (Cepeda, 1996).

**2.28 Anatomía**

Los machos, las hembras y las larvas de las especies de *Meloidogyne* tienen estiletes que consisten en una punta cónica, una columna derecha y tres nódulos. El estilete puede salir al exterior por medio de músculos adheridos a los nódulos. Es usado para perforar las células de las plantas. El estilete tiene una abertura cerca de la punta que conduce al lumen del estilete que es continuado con el lumen del esófago adherido a los nódulos. Cerca de la parte posterior de los nódulos, el lumen tiene una ramificación corta llamada orificio de la glándula dorsal (OGD). El lumen esofágico conduce hacia una válvula en el bulbo esofágico medio. Los músculos adheridos a la válvula la dilatan y contraen alternativamente, de modo que funciona como una bomba, trasladando el alimento al intestino. Posterior al bulbo medio del esófago se muestran tres grandes glándulas dorsales, una dorsal y dos subcentrales. El conducto de la glándula dorsal se dirige hacia el orificio de la glándula dorsal y los conductos de las glándulas subcentrales desembocan dentro del tubo esofágico en el bulbo medio. Para alimentarse, el nematodo empuja la punta del estilete dentro de la célula de la planta. Las secreciones de la glándula dorsal esofágica fluyen a través de la abertura del estilete hacia el interior de la célula de la planta. Esta secreción y posiblemente las secreciones de las dos glándulas subcentrales tienen un gran efectos en las plantas.Las larvas y hembras tienen glándulas esofágicas bien desarrolladas y la usan en la alimentación. Los machos aparentemente no se alimentan y carecen de glándulas esofágicas bien desarrolladas. Los machos tienen estiletes bien desarrollados y cuerpos delgados, que son ahusados delante y redondeados atrás. La cutícula del cuerpo del macho tiene numerosos anillos, los que son interrumpidos en los lados del cuerpo por campos laterales con cuatro o más líneas. El cuerpo de la hembra es blanco y los detalles de los ovarios son difíciles de observar, el cuello es más transparente que en el macho, estilete, bulbo esofágico y canal excretor son generalmente visibles (Taylor y Sasser, 1983).

## **2.29 Ciclo de vida**

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne* comienza con el huevo (unicelular), depositado por la hembra que está parcialmente o totalmente embebida en la raíz de una planta hospedera y estas depositan masas con más de 1,000 huevos. El desarrollo del huevo comienza a las cuantas horas de su depositación, resultando 2 células, 4, 8, y así sucesivamente, hasta que una larva completamente formada con un estilete visible, yace enrollada en la membrana del huevo. Este es el primer instar larvario, capaz de moverse en el huevo pero no es muy activo. La primera muda se presenta dentro del huevo y puede observarse sin dificultad la cutícula separada del primer instar, que se encuentra más allá de la cabeza de la larva de segundo instar. Poco después, la larva emerge a través de un orificio que realiza con su estilete al final del cascarón flexible del huevo. Esta larva de 2º instar puede o no salir inmediatamente de la masa de huevos. Usualmente pueden encontrarse larvas de 2º instar dentro de la masa de huevos, junto con huevos en varios estados de desarrollo. Después de dejar la masa de huevos, la larva se mueve a través del suelo en busca de una raíz para alimentarse (Taylor y Sasser, 1978).

La duración del ciclo de vida en nematodos de los nódulos radiculares se ve grandemente influenciado por la temperatura. Las temperaturas óptimas varían de 15º a 25ºC para *M. hapla* y especies relacionadas y de 25º a 30ºC para *M. javanica* y especies relacionadas. Se presenta muy poca actividad en cualquiera de las especies de *Meloidogyne* a temperaturas arriba de 40ºC o por debajo de 5ºC. En Sudáfrica, se requieren 56 días para completar el ciclo de vida de *M. javanica* a una temperatura promedio de 14ºC, comparado con solo 21 días a 26ºC (Taylor y Sasser, 1978). En California (EUA), el ciclo de vida de huevo a huevo se completa en cerca de 25 días con temperaturas del suelo de 26.9º – 29.1ºC y con un hospedante apropiado (Brust *et al*., 2003). En mismo California se reporta que el ciclo de vida de *M. incognita* se completa en 20 – 25 días a 21.3ºC (UCDb, 2006).

Para describir los estados de desarrollo del ciclo de vida de *Meloidogyne incógnita*, se utiliza una modificación del sistema de Christie. Este sistema modificado divide el ciclo de vida del nematodo de los nódulos radiculares en siete grupos de desarrollo, basados principalmente en las formas del cuerpo del nematodo. La extensión del desarrollo de las gónadas, la presencia de glándulas esofágicas y estilete, y el número de cutículas alrededor del cuerpo de los juveniles.

Los diversos estados de desarrollo son los siguientes: Estado A: Los juveniles son vermiformes y delgados (J2 inicial). Estado B: Los juveniles comienzan a ensancharse y poseen una cola más o menos cónica (J2). Estado C: Los juveniles están hinchados y en su parte posterior tiene una terminación adelgazada (del anterior J2 a J3). Estado D: Los juveniles están hinchados y no presentan la terminación posterior adelgazada (J4 y adulto temprano): Estado E: Hembras completamente desarrolladas pero que todavía no depositan huevos. Estado F: Hembras grávidas depositantes de huevos: Estado G: Machos filiformes (Tang *et al.,* 1994).

## **2.30 Alimentación**

Los juveniles 2 son atraídos a las raíces en la zona de elongación, así como a las zonas de emergencia de raíces laterales. Son atraídos por el CO2 y aparentemente por algunos aminoácidos. Los J2 penetran en la zona de elongación de forma mecánica, ayudándose con su estilete y probablemente también con soporte químico basado en las enzimas celulosa y pectinasa. Estos se mueven entre las células corticales hacia el ápice de la raíz para luego situarse en los conductos vasculares de la zona de diferenciación celular. Los J2 penetran las células con el estilete e inician la formación de una célula gigante en el tejido vascular. Los J2 tienen unas prominentes glándulas prominentes subcentrales fácilmente observables que desaparecen cuando se vuelven adultos; se presume que estas glándulas secretan las enzimas que producen el crecimiento excesivo de las células gigantes (Ferris, 1999).

## **2.31 Daños y síntomas**

Los síntomas ocasionados por los nematodos en las plantas se catalogan en aéreos o subterráneos. Entre los primeros se encuentran: reducción en el crecimiento de la planta, falta de vigor, marchitez, enanismo y clorosis en las partes aéreas. En las raíces, el daño puede ser más evidente y varía de acuerdo con las especies de nematodos presentes en el suelo. Síntomas como sistema radical pobre o escaso, cese del crecimiento de la raíz principal, proliferación de raíces muy cortas, necrosis, manchas rojizas o pardas, deformación o atrofia de los ápices pueden asociarse con la presencia de nematodos. El nematodo nodulador, en específico, ocasiona agallas o recrecimientos tanto en la raíz principal como en las secundarias. Como consecuencia directa de estos síntomas se observa una reducción en la producción. Los síntomas pueden ser más severos en suelos con alto contenido de arena y buen drenaje. Por otra parte algunos nematodos pueden asociarse con otros patógenos y formar complejos etiológicos o actuar como vectores de virus. Debido a que atacan la raíz, producen brechas que permiten la entrada de otros organismos como hongos y bacterias, lo que ocasiona que se observen síntomas de pudrición y necrosis (Vicente, 2012).

Los síntomas aéreos consisten en un retraso del crecimiento, marchitamiento, amarillamiento y achaparramiento. Mientras que los síntomas subterráneos consisten en una ramificación excesiva de la raíz, lesiones en la raíz, nódulos radiculares o agallas y finalmente la pudrición de la raíz (Ayoub, 1997).

Una de las primeras indicaciones de una infección por nematodos agalladores en un área de un lote, es cuando las plantas se marchitan a mediodía aunque parezca que hay suficiente humedad para prevenir esto, lo cual es más común en suelos arenosos. Estas plantas bajo infestaciones severas también pueden estar achaparradas y amarillentas. La producción de frutos en las plantas infectadas es muy pobre, y el fruto formado frecuentemente falla al madurarse y es de mala calidad. Sin embargo, esto es a menudo confundido con bajas concentraciones de nutrientes u otras enfermedades radiculares. Cuando las plantas cultivadas son atacadas en el estado de plántula, las pérdidas son extremadamente fuertes y puede presentarse una muerte prematura (Brust *et al.,* 2003).

Los síntomas más característicos del ataque de *Meloidogyne spp* son los que se presentan en las partes subterráneas de la planta. Las raíces infectadas se hinchan en el punto de invasión y se transforman en las típicas agallas radiculares, que son 2 – 3 veces de mayor diámetro comparadas con las raíces sanas. Se pueden presentar múltiples infecciones en el sistema radicular y la raíz puede quedar completamente agallada. También, se inhibe la conducción de agua por las raíces, de manera que el movimiento de agua y nutrientes hacia la parte superior de las plantas es lenta o se detiene. Al avanzar la temporada suele presentarse pudrición de raíces (Brust *et al*., 2003; Robinson, 2006).

El ensanchamiento de las células radiculares para convertirse en células gigantes suele iniciarse al mismo tiempo en que los segundos estados juveniles (J2) comienzan a ensancharse (Tang *et al*., 1994).

*Meloidogyne* en melones causa malformación de frutos y la fruta típicamente se madura lentamente o se presenta una maduración no uniforme del fruto (Becker *et al*., 2004).

## **2.32 Índice de agallamiento**

De acuerdo con Barker (1985), existen varios escalas para medir el índice de agallamiento: a) El índice de 0 – 4, donde 0 = 0 agallas; 1 = 25 %; 2 = 50 %; 3 = 75 % y 4 = 100 % de raíces con agallas. b) El índice de 0 – 5, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10 %; 2 = 20 %; 3 = 50 %, 4 = 80 % y 5 = 100 % de raíz agallada. c) El índice de 1 – 6, donde 1 = 0 agallas; 2 = 10 %; 3 = 20 %; 4 = 50 %; 5 = 80 % y 6 = 100 % del sistema radicular con agallas. d) El índice de 0 – 10, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10 %; 2 = 20 %; 3 = 30 %; 4 = 40 %; 5 = 50 %; 6 = 60 %, 7 = 70 %; 8 = 80 %; 9 = 90 % y 10 = 100 % del sistema radicular con agallas. Asimismo, se trabaja con otro índice de agallamiento en escala de 1 – 5, basado en el número de agallas por sistema radicular y diámetro de agallas y así: 1 = Sin agallas o escasas agallas con un promedio de diámetro de agallas menores de 1 mm, 2 = Escasas agallas, con un promedio de diámetro de agallas entre 1 y 2 mm, 3 = Las agallas en su mayoría no están unidas, con un diámetro promedio entre 2 y 3 mm, 4 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio entre agallas entre 3 y 4 mm, 5 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio de agallas mayores de 4 mm (Maluf *et al*., 2008).

## **2.33 Manejo integrado de nematodos**

El manejo integrado de plagas se define como "un enfoque ambiental, eficaz, y de concientización para el manejo de plagas agrícolas y no agrícolas, que se basa en una combinación de herramientas para su control". El MIP utiliza programas de uso actual, de amplia información sobre los ciclos de vida de las plagas y su interacción con el medio ambiente. Esta información, en combinación con la disposición de métodos de control de plagas como uso de técnicas biológicas, culturales, físicas y químicas, se utiliza para reducir los daños de plagas por el medio más económico, y con el menor peligro posible para las personas, los bienes y el ambiente (US EPA, 2008).

Actualmente, el manejo integrado de nematodos utiliza consideraciones que incluyen: la rotación con cultivos menos susceptibles o variedades resistentes, prácticas culturales y el uso de tratamientos nematicidas antes de los trasplantes y postrasplantes. Estas prácticas son generalmente integradas en el verano o en invierno fuera de temporada del cultivo. Se debe reconocer que utilizar únicamente las prácticas culturales el manejo del suelo, no es igualmente eficaz para el control de nematodos parásitos de plantas en comparación con la integración métodos químicos, que tienden a reducir gradualmente las poblaciones de nematodos a través del tiempo. Para el manejo integrado de nematodos se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones específicas, tales como el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, pueden ser muy importantes para determinar si las diferentes practicas pueden ser utilizados eficazmente para el manejo de nematodos (UF/IFAS, 2008).

Ningún programa de control puede eliminar al nematodo de los nódulos radiculares en un campo de cultivo, y lo más que puede hacerse es reducir su población lo suficiente como para darle tiempo a las plántulas para que queden bien establecidas antes del ataque de los nematodos (Brust *et al*., 2003).

## **2.34 Métodos de control**

Existen algunos métodos para combatir a los nematodos, sin embargo su utilización está supeditada a una serie de factores que en algunos casos no permiten su uso porque resultan poco prácticos y antieconómicos. La finalidad del control, no es la de eliminar en su totalidad a estos organismos, si no la de reducir su población hacia niveles que no afecten económicamente al cultivo. Para el control se consideran los siguientes métodos (Triviño y Quimi, 1984).

## **2.34.1 Control cultural**

Existen métodos de control dirigidos a reducir las poblaciones del patógeno en un área, en una planta, o en partes de esta. Muchos de estos se basan en la implantación de una o varias prácticas agronómicas para lograr tal objetivo. A estas prácticas se le conocen como métodos de control cultural y difieren del control químico en el período que toman para surtir su efecto. Generalmente la acción de los compuestos químicos es rápida, mientras que los efectos del control cultural son relativamente lentos. Entre las prácticas culturales más utilizadas para el control de nematodos fitoparásitos se encuentran la rotación de cultivos, el uso de plantas antagónicas, la aplicación de sustratos orgánicos, entre otros (Santiago, 2006; UF/IFAS, 2008).

Las prácticas culturales como barbechos, inundaciones, aplicaciones de abonos orgánicos, cultivo de plantas de cobertera y rotación de cultivos, entre otras, reducen lo suficiente las poblaciones de nematodos parásitos de plantas cultivadas. Generalmente estas prácticas culturales causan condiciones adversas para los nematodos, por lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedad se afecta notablemente. Mediante la realización de estas prácticas no se puede tener un suelo agrícola libre de nematodos, porque muchas especies pueden soportar los cambios frecuentes que provocan tales métodos agrícolas; por otro lado, si se suspende la siembra del cultivo de plantas susceptibles, no se garantiza que el nematodo vuelva a aparecer. En contraste con el control químico, el control cultural reduce gradualmente la cantidad de nematodos, pero es relativo, porque un equilibrio económico conveniente no puede lograrse con el uso de una práctica, pero sí con una combinación de ellas (Cepeda, 1996).

## **2.34.2 Barbecho**

El barbecho durante la temporada baja es probablemente la más importante y eficaz medida de control cultural para disminuir la población de nematodos. Cuando las fuentes de alimentos ya no son fácilmente disponibles, la densidad de población de nematodos disminuye gradualmente con la muerte que se produzca como consecuencia de la inanición causada por la acción al secado del suelo por el viento y el sol. Debido a la amplia gama de huéspedes de muchas especies de nematodos, la maleza y cultivos voluntarios deben ser controlados durante el período de barbecho para evitar la reproducción y además el aumento de la población (UCDb, 2006).

## **2.34.3 Inundación**

Las inundaciones han demostrado suprimir las poblaciones de nematodos. En ciclos de inundación de 2 a 3 semanas favorecen la disminución de nematodos del suelo en la producción agrícola (UF/IFAS, 2008).

## **2.34.4 Solarización**

Solarización del suelo es una técnica no química que se establece con láminas delgadas de polietileno trasparente sobre el suelo húmedo, en un período de 6 a 12 semanas exponiendo el suelo al calor solar a temperaturas letales a los nematodos del suelo y otros patógenos. La temperatura del suelo se magnifica debido a la captura de la radiación solar entrante en los paneles de polietileno. Para ser eficaz, el suelo debe mantener un alto contenido de humedad para aumentar la susceptibilidad (sensibilidad térmica) a cargo de las plagas del suelo y la conductividad térmica del suelo (UCDb, 2006).

## **2.34.5 Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos es la práctica cultural que mejores resultados ha mostrado en el control de nematodos fitoparásitos. Este método consiste en la siembra de plantas que no sean hospederas de los patógenos que atacan al cultivo de interés por un período determinado (Santiago, 2006).

Tiene como propósito reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, para que luego sea conveniente la producción del cultivo de interés (Barker y Santiago, 2006).

Esta práctica mejora las propiedades físico – químicas del terreno y rompe con el ciclo de plagas y enfermedades que afectan los cultivos. Por consiguiente aumentan tanto los rendimientos del cultivo principal como las ganancias del agricultor (Santiago, 2006).

Uno de los métodos más antiguos y baratos para controlar o reducir el daño del nematodo agallador es la rotación con cultivos no hospederos, ya que este nematodo es un parásito obligado, que podría morir de inanición si no tiene un hospedero disponible presente. Algunos cultivos potencialmente resistentes incluyen al zacate Sudán y algunos granos pequeños. Para reducir los números del nematodo de los nódulos radiculares por abajo del umbral económico, el productor no deberá plantar un cultivo hospedero al menos por dos años. Usualmente este método de control no elimina al parásito, pues rotaciones de cultivo por tantos como 12 años han resultado ineficientes para erradicar al nematodo, posiblemente por la presencia de maleza hospedera (Kim *et al*., 1997).

## **2.34.6 Variedades resistentes**

La obtención de variedad resistentes se lleva a cabo por la hibridación de plantas susceptibles con plantas resistentes, mediante cruzamiento de individuos, uno es una variedad comercial que es necesario introducirle la resistencia del otro individuo. La primera generación que es donde se obtienen los híbridos, los cuales se van a cruzar con el progenitor para solo fijar las características deseadas, que en este caso es resistencia (Cepeda, 2004).

## **2.34.7 Control biológico**

Se ha experimentado exitosamente con el hongo *Paecilomyces lilacinus* para el control de *Meloidogyne* spp. y *Rotylenchulus reniformis* en otras cucurbitáceas como sandía. Este organismo puede degradar la quitina presente en la capa externa de los huevos de nematodos (Vicente, 2012).

El Control biológico con microorganismos antagonistas de nematodos pueden reducir directamente las poblaciones del suelo mediante depredación, parasitismo o antibiosis como la bacteria *Pasteuria* *penetrans,* los hongos, *Pochonia chlamydosporia*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Catenaria* spp. *Arthrobotrys*, *Monacrosporium* ; así como el uso de microorganismos de protección biológica que dificultan la penetración, desarrollo y reproducción de los nematodos en las raíces como los hongos formadores de micorrizas *arbusculares* o algunas bacterias inductoras de resistencia sistémica como *Bacillus,* *Pseudomonas* (Talavera y Verdejo, 2015).

## **2.34.8 Control químico**

Solano (2012). Menciona que en los últimos años se ha utilizado el control Químico con sustancias activas como el Carbofurán (Furadan), Fenamiphos (Nemacur), Oxamyl (Carbamato), Terruños (Organofosforado), Ethoprohos (Organofosforado), Dazomet (Basamid), Azadirachtina, Bromuro de metilo (BM). *Pacilomyces lilacinus* (Chimal), *Myrothecium verrucaria* (Ditera DF), Fluensulfone (Nimitz), Abamectina (Avicta), (Agroquímicos de México, 2017).

La aplicación de nematicidas es casi la única forma práctica para controlar al nematodo de los nódulos radiculares en cultivos de alto valor como melón y sandía. Entre los nematicidas recomendados para el control del nematodo de los nódulos radiculares se encuentran el Bromuro de metilo, Metam sodio (Vapam) y Oxamyl (Vydate). Desafortunadamente muchos nematicidas han sido retirados debido a su naturaleza tóxica y habilidad para lixiviarse hacia las aguas subterráneas. También, los nematicidas no volátiles presentan extensivas propiedades residuales que restringen su aplicación, porque pueden ser tóxicos a mamíferos y al humano. Aunque estos materiales han sido efectivos presentan riesgos de seguridad y daños al medio ambiente (Brust *et al*., 2003; Appleman y Hanmer, 2003). Por lo anterior, se vuelve muy importante el desarrollar métodos de control no selectivos y más económicos como los métodos de biocontrol (Noling, 2005).

Los nematicidas no fumigantes suelen ser menos efectivos que los fumigantes, ya que solo eliminan estados activos de nematodos pero no a los huevos. Se sugiere utilizarlos cuando la densidad de población de nematodos en el predio son bajas o medias. El Aldicarb (Temik), es un producto carbámico| con actividad sistémica y se usa para combatir a una amplia gama de nematodos. Además de ser extremadamente tóxico puede producir toxicidad en algunos cultivos, aún a las dosis recomendadas. El Carbofuran (Furadan), es un Metil carbamato que tiene actividad nematicida de corta duración y puede causar fitotoxicidad en algunos cultivos. El Oxamyl (Vydate), es un carbamato de buena actividad sistémica en suelos ácidos, pero no en suelos con pH menor de 7. Se degrada en pocos días en compuestos sin acción nematicida. Usualmente, la acumulación de sus residuos en los tejidos de las plantas son bajos, cuando es aplicado apropiadamente (Greco, 2006).

Todos los nematicidas no fumigantes registrados son utilizados para aplicación al suelo, con la excepción del Vydate que también puede ser aplicado por la vía foliar. Estos materiales deberán ser incorporados con el suelo o acarreados con agua en el suelo para ser efectivos. Estos compuestos deberán ser aplicados uniformemente en el suelo para que alcancen la futura zona radicular de las plantas, donde tendrán contacto con los nematodos o, en el caso de sistémicos, en áreas donde estos puedan ser fácilmente absorbidos por las plantas. Proporcionan una protección para la germinación de la semilla, establecimiento de trasplantes y protegen el desarrollo inicial de las raíces de las plantas, ya sea por semilla o trasplante (Noling, 2005).

Cuadro 3. Tabla de dosis y en que cultivos se aplica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Productos** | **Dosis** | **Cultivos** |
| Oxamyl | 4.0-6.0 L/ha | Frijol, Papa, Apio, Pimiento, Ajo, Tomate |
| Bromuro de metilo | 12g/h/m2 | Pimiento, Tomate, Melón, fresa |
| Metam sodio | 30L/ha | Pimiento, Lechuga, Tomate |
| Furadan | 200cc/100L | Chile, Melón, Sandía, Fresa, Calabacita, Pepino |
| Chimal | 250-500 g/ha | Berenjena, Chile, Jitomate, Papa, Tabaco |
| Ditera DF | 1.5-2.5 kg/ha y gasto 18-36 kg/ha | Calabacita, Calabaza, Melón, Pepino, Sandia |
| Nimitz | 2 L/ha | Jitomate, melón, pepino |
| Avicta | 1.0 ml de PF/1000 semillas | Calabacita, calabaza, chayote, melón, pepino, sandia |

## 

## **2.35 Características de nematicidas utilizados**

### 2.35.1 Furadán 350 L

Es un insecticida-nematicida carbamato con acción sistemática que permite a los productores contralar una gran variedad de plagas del suelo y foliares, obteniéndose un control de insectos y nematodos *Meloidogyne incognita* sp*,* *Xiphinema* sp*,* *Aphelenchus*  sp, *Pratylenchus K sp*, con un solo producto. Con un registro de uso de 90 cultivos y en más de 80 países del mundo, protege a los cultivos contra más de 300 diferentes especies de plaga que los afectan, controla las plagas de dos diferentes maneras, por contacto directo con las mismas, o vía acción sistemático a través de la ingestión por parte del insecto plaga (FMC, 2018)

Se encuentra registrado en el algodón, arroz, alfalfa, cacahuate, cafeto, caña de azúcar, hortalizas (chile, fresa, calabacita, melón, pepino, y sandia), maíz, papa, plátano, sorgo, tabaco, trigo y vid (FMC, 2018).

Dosis que se tiene que aplicar es de: Furadan 350 L va de 1.5 a 2.0 litros por hectáreas en un programa de tres aplicaciones en promedio. Un total de 3 a 6 L/ha por temporada para el control de los nematodos de la vid hasta 12 L/ha (FMC, 2018).

## **2.35.2 Temik 10 G**

El Aldicarb (Temik), es un producto de carbamato con actividad sistémica y se usa para combatir a una amplia gama de nematodos. Además de ser extremadamente toxico puede producir toxicidad en algunos cultivos, aun a las dosis recomendadas, a si lo menciona (Greco, 2006).

Nombre comercial: Temik, Sanacarb, Sentry, Tranid; ingrediente activo: Aldicarb, Nombre químico y otros nombres o sinónimos. LUPAC: 2-metil-2- (metiltio) propionaldehido-O-metil carbamoil-oxima, CA: 2-metil-2- (metiltio) propanal-O-[(metil amino) carbonil]-oxima: Formula molecular . El aldicarb es un insecticida carbamato oxima, nematicida y acaricida. El aldicarb y sus principales metabolitos biológicamente activos (aldicarb sulfoxido y aldicarb sulfona) son plaguicidas sistémicos (FAO-UNEP, 2011).

La acción plaguicida de Temik 10 G no es afectada por aplicaciones normales de fertilizantes o de otros plaguicidas, incluyendo los herbicidas. Sin embargo no debe mezclarse con ningún otro producto en la aplicación, a fin de asegurar la uniformidad en la distribución.  Asimismo, no debe aplicar Temik conjuntamente con materiales alcalinos, como cal y amoníaco anhidro, ya que Temik 10 G se degrada rápidamente en medio muy alcalino (FAO-UNEP, 2011).

Se sabía que las formulaciones granuladas Temik 10 y 15 de aldicarb se utilizaban como insecticidas para controlar áfidos chupadores, ácaros, minadores de las hojas y nematodos, particularmente en cítricos y plantas ornamentales. Todos los agricultores podían conseguir estos productos y aplicarlos a los vegetales. Estos productos eran aplicados al suelo manualmente (FAO-UNEP, 2011).

Cuadro 4. Dosis de Temik y en que cultivos se aplica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **cultivos** | **Dosis** | **observaciones** |
| Papa | 15-20 kg/ha | Para nematodos, aplicar con bandas de aproximadamente 20 cm de ancho. Sembrar y tapar rápido. |
| Pino, eucalipto | 20-25 kg/ha | Aplicar en ambos lados de las plantas, a 10 cm de profundidad, tapar y luego regar. |
| Cítricos | 25 g/plantas | En plantas nuevas, aplicar durante la brotación foliar de primavera. Aplicar en una banda de 25 cm de ancho, a ambos lados de la planta, donde se aplica normalmente el fertilizante. Incorporar a 5-10 cm de profundidad y regar. |

## **2.35.3 Avicta 400**

Avicta: Suspensión concentrada para tratamiento de semillas (FS-S). Abamectina: Una mezcla de avermectina que contiene: ≥ 80% avermectina B1 a: (5-0- demetil avermectina A1 a) y ≤ 20% avermectina B1 b: (5-0-demetil-25-de (1-metilpropil)- 25-(1-metiletil) avermectina A1 a). Avicta es un producto terápico para el tratamiento de semillas de soya, maíz y algodón, especialmente indicado para el control de Nematodes (*Helycotilenchus* spp.; *Pratylenchus* spp.; *Meloidogyne* spp.; *Criconemoides* spp., *Tylenchorchynchus* spp.; *Xiphinema* spp., etc) en etapas tempranas del cultivo. Avicta está formulado en base a abamectina, un ingrediente activo de origen natural, (derivado del microorganismo del suelo *Streptomyces avermitilis*), de síntesis química, perteneciente al grupo de las avermectinas. La abamectina, se moviliza desde la semilla al suelo y en forma translaminar, al interior de las raíces, controlando los nematodos, a través del bloqueo de la transmisión de señales en las conexiones neuromusculares (Syngenta, 2016).

El producto Avicta FS 400, es un nematicida que tiene como ingrediente activo a la Abamectina al 40 %, equivalente a 400 g/lt AL, en una formulación floable. Actúa a nivel de las terminaciones nerviosas propiamente dichas o en la zona de contacto entre una fibra nerviosa y una fibra muscular. La Abamectina estimula la liberación masiva a este nivel de un compuesto químico el Ácido Gamma Aminobutírico o GABA, el cual cumple con la función de neurotransmisor. La presencia de grandes cantidades de GABA a nivel sináptico conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados en las terminaciones nerviosas, abre el canal de cloro, hiperpolarizan la neuronas, lo que produce las interrupciones de los impulsos nerviosos del parásito y en conciencia de su muerte por parálisis flácida y eliminación del parásito. Este modo de acción original es propio de las avermectinas, entre ellas las Abamectina y la distingue de las otras familias de sustancias antiparásitas (Chen *et al*., 2006).

Abamectina (Avicta) tiene un excelente potencial como tratamiento a la semilla, como componente de una estrategia de manejo integrado de plagas para manejar nematodos de los nódulos radiculares (Driver y Louws, 2006).

Abamectina (Avicta) en tratamiento a la semilla a razón de 0.15 mg/semilla, suprime en algodonero el daño temprano de nematodos en el sistema radicular (phipps, 2006). En Arkansas estudios con varios tratamientos con Avicta 4.17 FS para el control del nematodo de los nódulos radiculares en algodonero, dieron como resultado plántulas más vigorosas en comparación con los tratamientos que incluyeron Temik 15 G (Barham *et al*., 2005).

Cuadro 5. (Avicta) dosis recomendada y la cantidad de semillas a tratar.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Cultivos** | **Enfermedades** | **Dosis** |
| Soja | *Helycotilenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Meloidogyne* spp. | 100 /100 kg de semilla. |
| Maíz | *Helicotylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Criconemoides* spp, *Xiphinema* spp, *Nacobbus* spp. | 0,4 /1000 semillas 160 /100 kg de semilla (\*). |
| Algodón | *Pratylenchus* spp. *Tylenchorchynchus* spp, *Xiphinema* spp. | 300 /100 kg de semilla. |

(\*) Dosis equivalente para semillas de maíz con un peso medio (PMG) de 250 g cada 1000 semillas.

1. **MATERIALES Y MÉTODOS**

**3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera tiene una extensión territorial de 500, 000 ha y se ubica entre los paralelos 25 y 27 grados latitud norte y los meridianos 103 y 104 grados latitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 m sobre el nivel del mar, localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (Martínez, 2014).

## **3.2 Características del clima**

El clima en la Comarca Lagunera, según la clasificación de Koppen es árido, muy seco (estepario, desértico), es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco. La precipitación es escasa, encontrándose la atmósfera desprovista de humedad, con una precipitación media anual de 239.4 mm, siendo el periodo de máxima precipitación entre los meses de julio, agosto y septiembre (Martínez, 2014).

## **3.3 Localización del experimento**

El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola Otoño – Invierno 2017, en un macrotúnel en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizada en periférico carretera Santa Fe, Municipio de Torreón, Coahuila, México, que de acuerdo al programa informático Google Earth, se encuentra ubicado geográficamente a los 25º 33’ 24.78” de latitud norte, 103º 22’ 18.40” de longitud oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1124 m.

## **3.4 Variedad utilizada**

En el presente trabajo se utilizó semillas de calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) las cuales fueron sembradas en macetas de polietileno con capacidad de 3 kg, bajo condiciones de macrotúnel.

## **3.5 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 macetas con capacidad para 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos con sus 4 repeticiones como se muestra en siguiente cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizando para evaluar (Testigo),(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400) aplicados para control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coahuila., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 2 | 1 |
| 1 | 2 | 4 | 3 |
| I | II | III | IV |

I, II, III, IV = Tratamientos

1, 2, 3, 4 = n: Repeticiones

n = 4; T = 4

**3.6 Muestreo de suelo**

El día 20 de octubre de 2017 se colectó suelo infestado del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en 10 costales con capacidad de 50 kg. 5 de ellos se llenaron con suelo colectado de plantas de trueno (*Ligustrum lucidum*), ya que son hospedantes del nematodo *Meloidogyne incognita* y el restante fue suelo que se colectó en parcelas de Matamoros, Coahuila con antecedentes de cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) que es considerado hospedante importante de este nematodo. Una vez colectados ambos suelos, se llevó a cabo la homogenización de los mismos.

El tratamiento Temik 10 G consistió en una aplicación manualmente con la dosis recomendada (2 gr/maceta) y el tratamiento Furadan 350 F esta consistió en asperjar la dosis recomendada (2 ml/1 L agua) en una aspersora manual.

La aplicación del producto Avicta 400 se efectuó directamente a la semilla de calabacita por el método de slurry, el cual consistió en vaciar en un vaso de precipitado la dosis recomendada (1.0 ml de PF/1000 semillas), excepto el testigo absoluto sin aplicación, como se describe en el siguiente cuadro 7.

Cuadro 7. Tratamientos y dosis a evaluar en plantas de calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) para el control del nematodo agallador de la raíz (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tratamiento | Dosis  (ml/gr)/L)  Primera aplicación | Dosis  (ml/gr)/L)  Segunda aplicación |
| 1. Testigo |  |  |
| 1. Temik 10 G | 2 gr/maceta | 2 gr/maceta |
| 1. Furadan 350 F | 2 ml/1 L agua | 2 ml/1 L agua |
| 1. Avicta 400 | 1.0 ml de PF/1000 semillas | 1.0 ml de PF/1000 semillas |

## **3.7 Siembra**

Después de haber realizado el muestreo del suelo a utilizar para el desarrollo de las plantas de calabaza, el día 23 de octubre de 2017 se llenaron las 96 bolsas de 3 kg con suelo colectado, para evitar la muerte de los nematodos expuestos al sol y al viento. Dichas macetas se colocaron encima de plásticos con el fin de que estas no tuvieran un contacto directo con el suelo. El día 24 de octubre de 2017 se rellenaron las balsas faltantes, las macetas se etiquetaron con sus datos correspondientes y así como también se distribuyeron conforme el diseño experimental utilizado.

El 25 de octubre de 2017, en pre siembra se llevaron a cabo aplicaciones de los productos formulados en los tratamientos a evaluar con Temik 10 G, Furadan 350 F y la aplicación del producto Avicta 400 se efectuó directamente a la semilla de calabacita por el método de slurry, en las macetas conteniendo suelo debidamente etiquetadas con cada uno de los 4 tratamientos, excepto el testigo sin aplicación, tal y como se muestra en el cuadro 7.

La siembra se realizó el día 26 de octubre de 2017 efectuándolo después de un riego de pre siembra al suelo. La profundidad de la siembra fue aproximadamente de 4 mm a 1 cm, ya que se depositaron tres semillas por cada maceta para hacer eficaz la germinación de las mismas y selección posteriormente mediante un aclareo la planta más vigorosa para su posterior evaluación a los 40 días después de la emergencia.

## **3.8 Emergencia**

Las plántulas emergieron a los 8 días después de la siembra, el día 3 de noviembre de 2017 en un 95% de las macetas, el otro 5% se llevó a cabo un día después.

## **3.9 Riego**

Los riegos fueron ligeros se aplicaron cada 2 a 3 días a partir de la siembra, esto con el objetivo de mantener la humedad del suelo lo más uniforme posible.

## **3.10 Labores culturales**

Las actividades culturales que se realizaron durante el desarrollo de las plantas: el control de maleza y remoción del suelo, en forma manual con ayuda de herramientas de campo (palita de jardín), para evitar costra. Ambas prácticas culturales se hicieron dos veces por semana, para mantener a la planta libre de plantas no deseadas y para evitar un suelo compactado; ayudando a la entrada de oxígeno, agua y nutrientes. Asimismo, a los 10 días después de la emergencia se realizó el aclareo, dejando una sola plántula por maceta, para ser evaluada respectivamente.

## **3.11 Control de plagas y enfermedades**

Se llevaron cabo dos aplicaciones del insecticida-acaricida Clorfenapir a dosis de 1 ml por litro de agua, ya que a los 20 días de desarrollo y crecimiento vegetativo se observaron en promedio 5 moscas blancas (*Bemisia tabaci*) por planta.

## **3.12 Registro de datos**

El día 8 de diciembre de 2017, a los 40 días después de la germinación se llevó a cabo la toma de datos de los parámetros para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Primero, se extrajeron las plantas con cierta humedad manejable de las macetas y con apoyo de una pala pequeña, colocándolas en bolsas de polietileno etiquetadas para evitar la contaminación y deshidratación. Posteriormente, la raíz fue lavada con un chorro de agua a presión, para retirar completamente el suelo adherido a las raíces. Esta maniobra se realizó cuidadosamente para no dañar el sistema radicular de las plantas de calabacita.

Al terminar de remover el suelo de la raíz de las plantas de calabacita, las plantas se colocaron envueltas en papel periódico y se depositaron en el interior de bolsas de bolsas de polietileno debidamente etiquetadas con el número de cada tratamiento, para posteriormente ser trasladadas al Laboratorio de Parasitología de la UAAAN-UL para llevar a cabo las mediciones individuales de cada planta. Cabe mencionar que se tuvo que cortar el tallo de la raíz a la altura de la superficie del suelo para tomar los datos de diámetro del tallo mediante el uso de un vernier. Posteriormente se determinó el peso de la raíz y el peso del follaje con la ayuda de una báscula electrónica. La altura de plantas se llevó a cabo mediante la utilización de una regla graduada de 30 cm. Por último, la evaluación del índice de agallamiento se realizó mediante observaciones al sistema radicular, para contar nódulos en cada planta de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones con apoyo de un microscopio estereoscopio y basados con la metodología de Barker (1985).

1. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Considerando que las plantas decalabacita (*Cucúrbita pepo* L.) se desarrollaron en suelos completamente infestados del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* y bajo las condiciones de macrotúnel, se obtuvieron los siguientes resultados.

## **4.1 Vigor de las plantas**

Para realizar la evaluación y determinación del vigor de las plantas, diámetro de la base del tallo,logitud de raiz, peso radicular, peso del follaje, altura de la planta e índice de agallamiento en los diferentes tratamientos, se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias deTukey con una α= 0.05 utilizando el paquete de análisis estadístico SAS®, como también la escala propuesta por Barker (1985) para determinar únicamente el índice de agallamiento en el sistema radicular.

## **4.2 Diámetro de la base del tallo**

La evaluación del diámetro de la base del tallo de las plantas de calabacita después de 40 días de la emergencia, según la prueba de Tukey, demostró que los resultados de todos los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa entre estos, como se observa en el cuadro 8 y figura 1.

Cuadro 8. Comparacion de medias en la evaluacion del diametro de tallo con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Diametro del tallo (cm)** | **Comparacion**  **(a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/maceta | 5.3125 | A\* |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/1 L agua | 5.8750 | A |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/1000 semillas | 5.5425 | A |
| **Testigo** | Testigo | 6.0825 | A |

PF: Producto Formulado

\*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

## **4.3 Longitud de la raiz**

La evaluación de longitud de la raiz, con la comparación de medias en la prueba de Tukey (cuadro 9 y figura 2), nos muestra que los resultados de los cuatro tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa.

Cuadro 9. Comparacion de medias en la evaluacion de longitud de la raiz con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamiento** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Longitud de la raiz (cm)** | **Comparacion (a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/maceta | 20.480 | A\* |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/1 L agua | 25.875 | A |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/ 1000 semillas | 23.478 | A |
| **Testigo** | Testigo | 26.753 | A |

PF: Producto Formulado

\*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación de longitud de la raíz con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

## **4.4 Peso de raíz**

En la evaluación del peso de raiz, la comparación de medias en la prueba de Tukey, nos muestra que los resultados de algunos tratamientos son estadísticamente iguales y en uno de los tratamientos fue estadisticamente diferente. El tratamiento 4 (Testigo) obtuvo un mayor peso de raiz con una medida de 2.0975 gr, seguido por el tratamiento 2 Furadan 350 F (2 ml/1 L agua) con una media de 1.7925 gr y el tratamiento 3 Avicta 400 (1.0 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.7125 gr y por último el tratamiento estadísticamente diferente fue el tratamiento 1 Temik 10 G (2 gr/maceta) que obtuvo un peso menor que los de más tratamientos con una media de 1.1850 gr, como se muestra en el (cuadro 10 y figura 3).

Cuadro 10. Comparacion de medias en la evaluacion del peso de raiz con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Peso de raiz (gr)** | **Comparacion (a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/ maceta | 1.1850 | B |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/1 L agua | 1.7925 | A |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/ 1000 semilla | 1.7125 | A |
| **Testigo** | Testigo | 2.0975 | A |

PF: Producto Formulado

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de raíz con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

## **4.5 Peso de follaje**

De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso de follaje de las plantas de calabaza son estadísticamente iguales y no existe diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 11 y figura 4).

Cuadro 11. Comparacion de medias en la evaluacion del peso de follaje con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamiento** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Peso de follaje (gr)** | **Comparacion (a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/maceta | 57.13 | A\* |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/1 L agua | 40.83 | A |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/1000 semilla | 38.79 | A |
| **Testigo** | Testigo | 40.52 | A |

PF: Producto Formulado

\*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación del peso de follaje con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

## **4.6 Altura de follaje**

La evaluación de altura de follaje, con la comparación de medias en la prueba de Tukey (cuadro 12 y figura 5), nos muestra que los resultados de los cuatro tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa.

Cuadro 12. Comparacion de medias en la evaluacion de altura de follaje con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamiento** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Altura de follaje (cm)** | **Comparacion (a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/maceta | **40.688** | **A\*** |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/1 L agua | **52.023** | **A** |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/1000 semilla | **44.895** | **A** |
| **Testigo** | Testigo | **43.355** | **A** |

PF: Producto Formulado

\*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación de altura de follaje con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

## **4.7 Índice de agallamiento radicular**

La evaluación del índice de agallamiento radicular con base a la prueba de Tukey en las plantas de calabaza después de 40 días de la emergencia se presenta en el (cuadro 13 y figura 6). En la comparación con el testigo, los resultados demuestran que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, el tratamiento 4 (Testigo) con una media de 11.4175 de agallas radiculares presentó el mayor valor numérico entre los tratamientos, los siguientes tratamientos con significancia semejantes se encuentran en los tratamientos 2 Furadan 350 F (2 ml/1 L agua) con una media de 0.2900 de agallas radiculares, seguido por el tratamiento 1 Temik 10 G (2 gr/maceta) con una media de 0.1675 de agallas radiculares y por último el tratamiento 3 Avicta 400 (1.0 ml de PF/1000 semilla) con una media de 0.1650 de agallas radiculares, el último con una mejor eficacia al presentar menos nódulos radiculares.

Cuadro 13. Comparacion de medias en la evaluacion del indice de agallamiento radicular con las aplicaciones de (Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamiento** | **Dosis (ml,gr)/L** | **Indice de agallamiento radicular** | **Comparacion (a=0.05)** |
| **Temik 10 G** | 2 gr/maceta | 0.1675 | C |
| **Furadan 350 F** | 2 ml/ 1 L agua | 0.2900 | B |
| **Avicta 400** | 1.0 ml de PF/1000 semilla | 0.1650 | C |
| **Testigo** | Testigo | 11.4175 | A |

PF: Producto Formulado

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

Figura 6. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento radicular con las aplicaciones de(Temik 10 G), (Furadan 350 F), (Avicta 400), (Testigo) en el tratamiento al cultivo de calabaza en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

1. **CONCLUSIONES**

Con base a los resultados que se obtuvieron se concluye:

1. En lo que se refiere al peso de raíz estos son los siguientes tratamientos que presentaron un mayor peso de raíz: Testigo, Furadan 350 F (2 ml/1 L agua) y Avicta 400 (1.0 ml de PF/1000 semilla).
2. En lo que respecta en la evaluación del índice de agallamiento radicular, el tratamiento Avicta 400 (1.0 ml de PF/1000 semilla) obtuvo los mejores resultados, con un menor índice de agallas radiculares con una media de 0.1650, en comparación de los demás tratamientos que demostraron un mayor valor numérico. Por lo tanto el tratamiento Avicta 400 evita la menor penetración del nematodo agallador *Meloidogyne incognita.*
3. **RECOMENDACIONES**
4. En base o los resultados obtenidos en el presente estudio, es recomendable el tratamiento a semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) antes de la siembra para el control de nematodo agallador  *Meloidogyne incognita.*
5. Producto que además de ser eficiente para el control de este temido nematodo otorga mayor seguridad al operador en el tratamiento de semilla, así como el evitar la contaminación del medio ambiente en comparación con nematicidas tradicionales utilizados para el control de nematodos.
6. **LITERATURA CITADA**

Liñán de Carlos. 2016. Agroquímicos de México. Productos Fitosanitarios, Nutricionales, Orgánicos y otros Insumos. Edición: 8°

Anaya R. y R. Nápoles. 1999. Hortalizas: Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México, D.F. p.p. 64-70.

Appleman, L., and D. Hanmer. 2003. Screening for root-knot nematode (Meloidogyne hapla) using lettuce.UW-L Journal of Undergraduate Research VI. p. 3.

Ayoub, S. M. 1997. Plant Nematology. An Agricultural. Training Aid. Department of food and Agriculture. Div. of Plant Industry Laboratory Services Nematology. Sacramento, California. p.p. 39-71.

Barham, J.D., T.L. Kirkpatrick and R. Bateman. 2005. Field evaluations of Avicta a new seed-treatment nematicide. Summaries of Arkansas Cotton Research 2005. Arkansas Agricultural Experiment Station. Research series 543: 128-134.

Bastarrachea F., J. A. Febrero. 2007. Identificación de enfermedades que atacan al cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera (Ciclo Agrícola, 2006). Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón, Coah., México. p.p. 51.

Becker, J. O., B. Slaats y D. Hofer. 2004. Cucumber seed coating with abamectin guards against early root damage by root – knot nematodes. [en línea]

<http://apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp> [fecha de consulta: 06/09/2018].

Blancard D, H. Lecoq, M. Pitrat. 1991. Enfermedades de las cucurbitáceas observar. Identificar y luchar. (Ed.) Mundi Prensa, Madrid, España. p. 301.

Brust, E. G., W. D. Scout y J. M. Ferris. 2003. Root – knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [en línea].¨ Purdue University. E-212-W. p.3. <http://72.14.205.104/search?q=cache:Z9S9Na413kj:www.entm.purdue.edu/Entomology/htm> [fecha de consulta: 06/09/2018].

Cepeda S., M. 2001. Nematodos de los frutales. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. p. 204.

Cepeda S., M. 2004. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. p.p. 132- 188.

Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. p.p. 132- 188.

Chen, X., S. Muller and J.O. Becker. 2006. Improved Plant Protection Against Root-Knot Nematodes by Combining Biological Control and Biorationals Approaches. [en línea]. University of California. Riverside, Ca. [http://www.mbao.org/2006/06PowerPoints/MBA0%20PDFs/Preplant/10%20%Biorationals/Becker.pdf](http://www.mbao.org/2006/06PowerPoints/MBA0%20PDFs/Preplant/10%20%25Biorationals/Becker.pdf). [fecha de consulta: 13/09/2018].

Chew M., J. I. y F Jiménez., D. 2002. Enfermedades del melón. Tecnología de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. p.p. 161-195.

CII (Chemonics International Inc.). 2009. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. Cultivo de Pipián (*Cucurbita mixta*). [en línea]. Nicaragua. p.p. 7-8. <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517c.pdf>. [fecha de consulta: 14/09/2018].

Claridades agropecuarias. 1999. La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano. p.4. [en línea]. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revista/076/ca076.pdf#page=3>. [fecha de consulta: 20/10/2017].

CONABIO (La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 2018. *Cucurbita pepo pepo.* [en línea]. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf>. [fecha de consulta: 04/10/2018].

Driver, J.G., and F.L. Louws. 2006. Effects of seed treatment to manage nematodes as an alternative to methyl bromide on cantaloupe. [en línea]. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. Raleigh, N.C. <http://mbao.org/2006/06Points/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20%20Biorationals/Driver.pdf>. [fecha de consulta: 13/09/2018].

Eisenback, J. H., J. Sasser y A. Triantaphyllou. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* sp), con una clave pictórica. Proyecto Internacional de *Meloidogyne.* Raleigh, Carolina Norte, USA. p. 48.

El poder del consumidor. 2015. La calabacita. [en línea]. <http://elpoderdelconsumidor.org/analisisdeproductos/el-poder-de-la-calabacita/>. [fecha de consulta: 31/08/2018].

El Siglo de Torreón. 2018. Resumen Económico y de noticias 2017. Torreón, Coah., México. p. 24.

FAO-UNEP. 2011. Aldicarb. Documento de orientación para la adopción de decisiones. Secretaría del Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. [en línea]. <http://www.pic.int/Portals/5/DGDs/DGD_Aldicarb_ES.pdf>. [fecha de consulta: 13/09/2018].

FIAV (Fundación para la Investigación Agrícola), 2008. Enfermedades Causadas por Nematodos. DANAC- Venezuela. (FIAV). [en línea]. <http://www.danac.org.ve/indice/enfermedades.php?letra=X&listado=t&ps=9.htm>. [fecha de consulta: 06/09/2018].

Financiera Rural, 2011. México. [en línea]. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaCalabaza(ene2011)vf.pdf>. [fecha de consulta: 27/09/2018].

Financiera Rural, 2011. México. [en línea]. Página web: <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaCalabaza(ene2011)vf.pdf>. [fecha de consulta: 20/11/2017].

FMC Agroquímica de México, S. de R. L. de C. V. [en línea]. <http://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/10/Furadan-350-L-FICHA-TECNICA.pdf>. [fecha de consulta: 13/09/2018].

Greco N. 2006. Alternatives to Methyl Bromide to control plant parasitic nematodes in greenhouses. [en línea]. Instituto di Nematologia Agraría. Bari, Italia. [en línea] <http://miniagric.gr/greek/data/files2251/GRECO1.DOC> [fecha de consulta: 13/09/2018].

Guenkov G. 1974. Fundamentos de horticultura cubana. Instituto cubano del libro. La Habana, Cuba. p.p. 169-172.

Hernández B., G. 1978. Cucurbitáceas. In: T Cervantes S (ed.). Recursos Genéticos Disponibles a México. SOMEFI. Chapingo, México. p.p. 357-367.

Hydro Environment. 2016. Calabaza, uno de los principales cultivos en México. [en línea]. <http://hidroponia.mx/calabaza-uno-de-los-principales-cultivos-en-mexico/>. [fecha de consulta: 05/09/2018].

INFOAGRO (Información Agropecuaria). 2010. El cultivo del calabacín. [en línea]. <http://static.plenummedia.com/40767/files/20150501084444-el-cultivo-del-calabacin.pdf>. [fecha de consulta: 15/11/2017].

INFOAGRO (Información Agropecuaria). 2017. El cultivo del calabacín. [en línea]. <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>. [fecha de consulta: 14/09/2018].

Jenkins, W. R., and D. P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation. New York-Amsterdam-London. p.p. 102-105.

Jiménez, D. F. 1996. Maleza hospedera de virus, fluctuación poblacional de vectores y su relación con enfermedades virales del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. México. Revista mexicana de Fitopatología 14:31-37.

Kim, L., J.S. Feitelson, J. Harvey and P.S. Zorner. 1997. Materials and methods for controlling nematodes. [en línea]. <http://materials&methodscontrolnemasAvermectin.htm>. [fecha de consulta: 12/09/2018].

Lebeda A., M. P. Widrlechner, J. Staub, H. Ezura, J. Zalapa, E. Křistová. 2007. Cucurbits (Cucurbitaceae; *Cucumis* spp., *Cucurbita* spp., *Citrullus* spp.) In: Genetic Resources, Choromosome Engineering, and Crop Improvement. Vol. 3. Vegetable Crops. R J singh (Ed.). CRC. Press. Boca Raton, FL, USA. p.p. 271-376.

Lira-Saade R. 1995. Estudios taxonómicos y eco geográficos de las cucurbitáceas latinoamericanas de importancia económica. IPGRI. Roma, Italia. p. 281.

Mai, W.F., and H.H. Lyon. 1975. Pictorial key to general of plant-parasitic nematodes. Fourth Edition. Cornell University Press. Ithaca, New York. p.p. 64-65.

Maluf, W. R., S. M. Acevedo., L. A. Gómez A. y A. C. Barneche. 2008 Inherithance of resistance to the root-knot nematode Meloidogyne javanica in lettuce. [en línea]: Genet Mol. Res. [www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v14n2/artigo09.pdf](http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v14n2/artigo09.pdf) [fecha de consulta: 16/09/18].

Maluf, W. R., S. M. Acevedo., L. A. Gómez A. y A. C. Barneche. 2002. Inherithance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. [en línea]. Genet. Mol. Res. 1(1):64-71. <http://www.funpeerp.com.br/gmr/year2002/vol11/gmr0008_full_text.html>. [fecha de consulta: 06/09/2018].

Martínez P., O. R. 2014. Determinación de producción de fruto fresco de diez poblaciones de chile (*Capsicum annuum* L.) tipo Mirasol. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coah. México. p. 22.

Noling, J.W., 2005. Nematode management in cucurbits (cucumber, melons, squash). Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. ENY-025. p.104.

Pérez G, Márquez M. S. y Peña L., A. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas. (Ed.). Mundi-prensa. México. p. 380.

Ramírez D., M. U. Nava G. y A.A. Fu, C. 2002. Manejo integrado de plagas en el cultivo del melón. Tecnologías de producción y comercialización. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. p.p. 129-159.

Robinson E. February 2006. Gall mapping root-knot nematode variation. [en línea]: Delta Farm Press. <http://deltafarmpress.com/news/060223-gall-mapping/.htm>. [fecha de consulta: 06/09/2018].

SAGARPA (2011) Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Tomo II. p. 765.

Santiago J., C. 2006. Manejo Integrado de Nematodos Fitoparásitos cosmopolitas (Gemmar) en el cultivo de plátano [en línea]. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. <http://grad.uprm.edu/tesis/santiagogonzalez.pdf> [fecha de consulta: 12/09/2018].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2013. Resumen nacional de la producción agrícola [en línea]. <http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&ltemid=132>. [fecha de consulta: 27/09/2018].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. SAGARPA, México. [en línea]. <http://w4.siap.gob.mx/AppEstado/Monograficas/Monografias2/Calabacita.html>. [fecha de consulta: 15/06/18].

Singh A., K. 1979. Cucurbitaceae and polyploidy. Cytologia 74:897-905.

Solano T., F. 2012. Los Plaguicidas agrícolas en Ecuador: Impactos en la producción, la salud y el ambiente. Universidad Agraria de la Habana. Monografía. p. 16.

Stirling, G., J. Nicol and F. Reay. 2002. Advisory services for nematode pests. Operational Guidelines. Rural Industries Research & Development Corporation Protection Pty. Ltd. RIRDC. Publication N° 99/41. p.p. 1-103.

Syngenta Agro S.A. 2016. Buenos Aires, Argentina. p.p. 2-3. [en línea]. <https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/zhg331/f/avicta_etiqueta_0.pdf?token=1471356340>. [fecha de consulta: 13/09/2018].

Talavera M., S. Verdejo. 2015. Gestión de nematodos fitoparásitos. Interempresas. Madrid – España. p. 74.

Tang, B., G.W. Lawrence., R.G. Creech., J.N. Jenkins and J.C. McCarty, Jr. April 1994. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* in cotton roots. Mississippi Agricultural & Forestry Station. Mississippi State University. Tecnichal Bulletin 195: 1-13.

Taylor J y J. Sasser. 1983. Biología e identificación y control de los nematodos de nudo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Raligh. Universidad Carolina del Norte. p. 111.

Taylor, A. R., and J.N. Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne species*). International Meloidogyne Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. United States Agency for International Development. p. 111.

Triviño G., C y V. A. Quimi. 1984. Los nematodos agalladores de raíces del género *Meloidogyne*. INIAP. Quito, Ecuador. p.p. 6-8. [en línea]. <https://books.google.com.mx/books?id=csYzAQAAMAAJ&pg=PA7&dq=CONTROL+CULTURAL+DE+NEMATODOS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjKn_2V8dDQAhXq7oMKHfZSA7QQ6AEISjAI#v=onepage&q=CONTROL%20CULTURAL%20DE%20NEMATODOS&f=false>. [fecha de consulta: 07/09/2018].

TTA (Tips y Temas Agronómicos), 2018. Nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*). [en línea]. <http://www.tipsytemasagronomicos.com/nematodo-agallador-meloidogyne-incognita/>. [fecha de consulta: 05/09/2018].

UCDa (University of California Davis), 2006. Control de Nematodos. (UCDa). [en línea]. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxamnus/G076mnu.htm>.[fecha de consulta: 07/09/2018].

UCDb (University of California Davis), 2006. *Meloidogyne incognita*, Taxonomy, Common Name, Disease. (UCDa). [en línea]. <http://ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemmap/ENT156HTML/nermas/meloidogyneincognita>. [fecha de consulta: 06/09/2018].

UF/IFAS (University of Florida and Institute of Food and Agricultural Sciences), 2008. Management Integrated of Nematodes. (UF/IFAS). (en línea). <http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://edis.ifas.ufl.edu/NG032&sa=X&oi=translate&resnum=2&ct=result&prev=/search%3Fq%3DManagem%2Bintegrated%2Bnematodes%26hl%26hl%3Des>. [fecha de consulta: 07/09/2018].

US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados unidos), 2008. Manejo Integrado de Plagas (IPM). [en línea]. [http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search 3Fq%3DDefinition%2BManagement%2Bintegrated%2Bof%2Bpest%26hl%3Des](http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%203Fq%3DDefinition%2BManagement%2Bintegrated%2Bof%2Bpest%26hl%3Des). [fecha de consulta: 07/09/2018].

Valadez L., A. 1990. Producción de hortalizas (Ed.) limusa, México, D.F. p.p. 223-233.

Vicente E., N. 2012. Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. p. 155.

Villanueva V., C. (2007) Calabazas cultivadas. Identificación de especies, caracterización y descripción varietal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. De México. p. 123.

Weeden N., F. 1984. Isozyme studies indicate that the genus *Cucurbita* is an ancient tetraploid. Cucurbit Genetics Cooperation Reporter 7:84-85.

Whitaker T., W. 1968. Ecological aspects of the cultivated Cucurbita. HortScience 3:9-11.

Whitaker T., W. 1974. Cucurbita. In: Handbook of Genetics. R C King (ed.).Plenum Press. New York, USA. p.p. 135-144.