



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Agentes microbianos asociados al cultivo de
aguacate (*Persea americana* Mill) en la finca El
Plantel 2020

Autores

Br. Gerald de Jesús Castro González
Br. Jahinnier Eduardo Valle Urbina

Asesora

MSc. Rosario Chavarría Sánchez

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2022



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Agentes microbianos asociados al cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en la Finca El Plantel 2020

Autores

Br. Gerald de Jesús Castro González
Br. Jahinnier Eduardo Valle Urbina

Asesora

MSc. Rosario Chavarría Sánchez

*Presentado a la consideración del honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo*

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2022**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del comité evaluador

Presidente (MSc. Rodolfo Munguía
Hernández)

Secretario (MSc. Víctor Monzón Ruiz)

Vocal (MSc. Eliezer Lanuza Rodríguez)

Lugar y Fecha: Managua Nicaragua 22 de noviembre, 2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios todo poderoso, el que me dio conocimiento y fortaleza para terminar la carrera y a cada una de las personas que me brindan su apoyo y que de alguna manera me ayudaron con mis estudios.

A mi abuelo Hilario Valle Toruño y a mi querida abuela **Enma Rosa Urbina Mayorga** (q.e.p.d), por ser el pilar fundamental en mi educación y a lo que le debo todo lo que soy hoy en día.

Br. Jahinnier Eduardo Valle Urbina

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y las herramientas necesarias que me permitieron culminar mi trabajo de graduación satisfactoriamente.

A mi madre **Martha González Méndez** por ser el apoyo incondicional, por impulsarme a seguir siempre adelante con mis estudios a pesar de cada caída que he tenido ella siempre me ha dado la fuerza para continuar.

Con gran amor y aprecio a mi compañera de vida **Maykeling Herrera López**, y a mis hermanos **Victoriano José Castro Gonzales**, **Manuel Alfaro González** y a mi hermana Ana **Gabriela Castro González** quienes han sido pilar fundamental, en cada etapa de mi vida.

Br. Gerald de Jesús Castro González

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios que me regalo la sabiduría y el entendimiento para poder elaborar esta investigación, a mi familia y docentes por sus consejos y el apoyo incondicional que me brindaron en esta nueva etapa de mi vida para poder culminar mis estudios.

Con mucho afecto para las personas que siempre han guiado el curso de mi vida: A mis padres **Hilario Valle Toruño** y **Enma Rosa Urbina Mayorga** (q.e.p.d) por ser grandes pilares que soportan y guían los sueños que persigo.

A mi tía **Cristhina Adela Urbina Mayorga**, quien me brindo su apoyo incondicional y me aconsejaba.

A mis grandes amigos Elmer David Martínez Mejía, Oscar Brandon Cruz Pichardo y Carlos Andrés García por su apoyo y consejos.

De manera muy especial a **Norlan Bayardo Reyes Sotelo** y a su esposa **Griselda Eugenia Calero Castillo**, quienes me recomendaron la universidad y me guiaron para elegir mi carrera.

Agradecido con el Ing. Msc. **Rodolfo de Jesús Munguía Hernández**, por sus consejos y recomendaciones de nuestro escrito y por darnos la oportunidad de trabajar en uno de sus proyectos que está encargado con la UNA, donde nos brindaron apoyo económico y transporte para que se nos hiciera realidad nuestro proyecto.

A mi amigo y compañero de tesis **Gerald De Jesús Castro Gonzáles**, por su paciencia y su coordinación, a pesar de las dificultades siempre seguimos adelante con la ayuda de Dios.

De manera muy especial a la **Universidad Nacional Agraria** por ser el alma mater que me ha permitido formarme como profesional durante estos cinco años, en la que estuve alojado durante el periodo de mi carrera, por ser un buen centro de aprendizaje y por darme la oportunidad para poder culminar mis estudios.

Agradecimientos especiales a nuestra tutora de tesis la MSc. **Rosario Chavarría Sánchez** por habernos dado el seguimiento y apoyo necesario en todo el proceso.

Br. Jahinnier Eduardo Valle Urbina

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todas las cosas por darme el conocimiento y la fuerza de voluntad que me permitieron escalar este peldaño que me ha forjado como profesional.

A mi madre **Martha González Méndez** por ser esa amiga en la cual me refugie en las noches de desvelo para elaborar este escrito, y por ser el abrigo que me acogió cada madrugada.

A mi amiga **Asly Vega** por su apoyo su comprensión su amistad el ánimo que me daba en cada instante que lo necesite.

A mi tutora **MSc. Rosario Chavarría Sánchez** por brindarme el acompañamiento, tiempo y dedicación, además de su paciencia durante el desarrollo de este escrito científico.

A mi estimado amigo **Ing. Msc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** y su esposa **Ing. MSc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo** por estar al pendiente de los avances del escrito, por su amistad, el tiempo que me dedicaron durante el transcurso de mi formación académica.

De forma muy especial a la **Universidad Nacional Agraria** por ser el alma mater que me ha permitido formarme profesionalmente durante estos cinco años, muy agradecido por el apoyo económico, emocional que me brindo y poder culminar mi carretera en la UNA es un verdadero honor.

A todas aquellas personas que estuvieron apoyándome y que de una manera u otra contribuyendo a alcanzar este logro.

Br. Gerald de Jesús Castro González

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Origen del cultivo de aguacate	4
3.2 Taxonomía del aguacate	4
3.3 Características botánicas	4
3.4 Importancia económica	7
3.5 Zonas de producción de aguacate en Nicaragua	8
3.6 Ciclo floral del aguacate	8
3.7 Variedades de aguacate en estudio	9
3.8 Tipos de agentes fitopatógenos en el cultivo del aguacate	10
3.8.1 Hongos	10
3.8.2 Virus	10
3.8.3 Bacterias	10
3.8.4 Nemátodos	11
3.9 Microorganismos endófitos	11
3.10 Estudios realizados en aguacate	11
IV. MATERIALES Y METODOS	13
4.1 Ubicación del estudio	13

4.2	Diseño experimental	13
4.3	Descripción de síntomas presentes en el área foliar	14
4.4	Variables evaluadas	14
4.5	Recolección de muestras para diagnóstico de laboratorio	15
4.6	Datos climatológicos	16
4.7.	Características de los tratamientos evaluados	16
4.8	Análisis de datos	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1	Microorganismos asociados al cultivo de aguacate	18
5.2	Flujos vegetativos (hojas por rama)	18
5.3	Incidencia de algas anaranjadas (<i>Cephaleuros virescens</i>)	20
5.4	Incidencia de manchas cuadráticas	22
5.5	Incidencia de necrosis apical	25
5.6	Incidencia de bordes necróticos	27
5.7	Población de nematodos en el suelo	28
VI.	CONCLUSIONES	30
VII.	RECOMENDACIONES	31
VIII.	LITERATURA CITADA	32
IX.	ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINAS
1.	Taxonomía del cultivo de aguacate	4
2.	Descripción de sintomatologías para muestreo	14
3.	Descripción de tratamientos evaluados (variedades)	16
4.	Agentes microbianos asociados a los síntomas en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020	18
5.	Población de nemátodos encontrados en suelo en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINAS
1.	Número de hojas por rama en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020	19
2.	Síntomas de algas anaranjadas en aguacate (<i>Cephaleurus virescens</i>), finca El Plantel 2020	20
3.	Incidencia de algas anaranjadas (<i>Cephaleurus virescens</i>) en aguacate, finca El Plantel 2020	21
4.	Síntomas de manchas cuadráticas (A). Hojas con cicatrices en el área afectada (B)	23
5.	Incidencia de manchas cuadrática en aguacate, finca El Plantel 2020	24
6.	Síntoma necrosis apical en hoja de aguacate, finca El Plantel 2020	25
7.	Incidencia de necrosis apical, finca El Plantel 2020	26
8.	Síntomas de bordes necróticos en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020	27
9.	Incidencia de borde necróticos, finca El Plantel 2020	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINAS
1.	Plano de campo de la plantación de aguacate, finca El Plantel	37
2.	Hoja de muestreo cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020	38
3.	Prueba de Kruskal Wallis, promedio de hojas por rama del cultivo de aguacate	39
4.	Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia de la enfermedad Algas anaranjadas	39
5.	Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma manchas cuadráticas en aguacate	39
6.	Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma bordes necróticos en las hojas de aguacate	39
7.	Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma necrosis apical en las hojas de aguacate	40
8.	Condiciones climáticas presentadas, en la finca El Plantel de junio a diciembre 2020	40
9.	Condiciones de precipitación y temperatura de junio a diciembre registradas, finca El Plantel 2020	41
10.	Porcentaje de humedad relativa registrada, en la finca El Plantel de junio - diciembre 2020	41
11.	Resultados del diagnóstico de agentes microbianos de laboratorios de Microbiología y Nematología (UNA)	42
12.	Metodología de recolección de tejido vegetal para laboratorio	46

RESUMEN

El aguacate (*Persea americana* Mill) es originario de México. En Nicaragua se cultiva en las zonas de: Chinandega, León, Rivas incluyendo Belén y Tola, Carazo, Masaya y La Concepción. El presente estudio se realizó en la finca El Plantel , con el objetivo de conocer los agentes microbianos asociados al aguacate. El ensayo se estableció en una plantación de aguacate, que tenía cinco años y su estado fenológico era inicio de floración, con un marco de siembra de 6 x 6 m. El área total era de 1.8 hectáreas con una población total de 480 plantas constituida por cuatro variedades que constaban de 120 plantas. Se realizó una investigación observacional no experimental. Con un Diseño de muestreo aleatorio simple. considerando cada una de las variedades como tratamiento. Cada árbol constituía una unidad de muestreo y se seleccionaron al azar. Las variables que se midieron fueron: Número de hojas por rama, incidencia de síntomas en hojas, poblaciones de nemátodos. Se realizó un análisis estadístico no paramétrico mediante pruebas de Kruskal-Wallis. Se utilizó el programa estadístico InfoStat profesional versión 2009. No se encontró diferencias estadísticas entre las variedades de aguacate con respecto al porcentaje de incidencia de síntomas. Se encontraron en su mayoría algunos géneros de agentes microbianos que no están reportados como principales causantes de enfermedades en aguacate a excepción de la enfermedad algas anaranjadas (*Cephaleurus virescens*). Entre la diversidad de agentes microbianos asociados al aguacate se encontró *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp, *Bacillus* sp, *Candida* sp, *Curvularia* sp, *Nigrospora* sp, *Phoma* sp, *Pseudomonas* sp, *Pestalotia* sp y nematodos del género *Helicotylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Scutellonema* sp, *Criconemoides* sp, siendo predominante *Rotylenchulus* sp.

Palabras clave: Síntomas, incidencia, hojas, ramas

ABSTRACT

The avocado (*Persea americana* Mill) is native to Mexico. In Nicaragua it is cultivated in the areas of: Chinandega, León, Rivas including Belen and Tola, Carazo, Masaya, and La Concepción. The present study was carried out at the El Plantel farm, with the objective of knowing the microbial agents associated with avocado. The trial was established in an avocado plantation, which was five years old and its phenological stage was beginning of flowering, with a planting frame of 6 x 6 m. The total area was 1.8 hectares with a total population of 480 plants made up of four varieties that consisted of 120 plants. A non-experimental observational investigation was carried out. With a simple random sampling design, considering each of the varieties as treatment. Each tree constituted a sampling unit and were randomly selected. The variables that were measured were: Number of leaves per branch, incidence of symptoms in leaves, populations of nematodes. A non-parametric statistical analysis was performed using Kruskal-Wallis tests. The professional InfoStat version 2009 statistical program was used. No statistical differences were found between the avocado varieties with respect to the percentage of incidence of symptoms. Mostly some genera of microbial agents were found that are not reported as the main causes of avocado diseases with the exception of the orange algae disease (*Cephaleurus virescens*). Among the diversity of microbial agents associated with avocado was found *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp, *Bacillus* sp, *Candida* sp, *Curvularia* sp, *Nigrospora* sp, *Phoma* sp, *Pseudomonas* sp, *Pestalotia* sp and nematodes of the genus *Helicotylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Scutellonema* sp, *Criconemoides* sp, with the predominant *Rotylenchulus* sp.

Keywords: Symptoms, incidence, leaves, branches

I. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill) tiene su centro de origen en México y se cultiva en Centro América, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Los primeros pobladores de América Central, del Sur y del área central de México domesticaron al aguacate al descubrir su exquisito sabor (Campos *et al.*, 2012, p. 9).

Atlas (s.f) refiere que “los principales productores de aguacate alrededor del mundo son: México, Chile, República Dominicana, Indonesia, Colombia, Perú, Estados Unidos, Kenia, Brasil, Ruanda, China, Guatemala, España, República del Congo, Venezuela, Israel, Sudáfrica y Camerún” (Pérez *et al.*, 2015, p.4). “En Nicaragua las principales zonas productoras de aguacate se localizan en los departamentos de Chinandega, León, Rivas incluyendo Belén y Tola, Carazo, Masaya y La Concepción.” Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2014, p. 5).

Nicaragua, por su tradición y sus características climáticas y edáficas tienen excelentes posibilidades para la producción de aguacate como fruta fresca para la exportación. El cultivo es una buena alternativa para desarrollar áreas sub - utilizadas, que generen empleo, divisas a mediano y largo plazo (Marín y Hernández, 2019, p. 1).

Según, Herrera, (2021) en Nicaragua se pueden encontrar un conjunto de variedades de aguacate, desde Benik, Simpson, Hass, Nabal, Choquette entre otros distribuidos en diferentes zonas del país, en donde se han obtenidos rendimientos promedios de producción de aproximadamente 12 700 kg/ha⁻¹, lo cual representa un gran potencial para la industrialización (p. 1).

Tolezo y Lizarazo, (2013) comentan que, en condiciones naturales, la mayoría de las plantas tropicales se encuentran asociadas a distintos microorganismos tanto del suelo como los que se encuentran en las diversas estructuras vegetales (p. 28), dentro de esta diversidad podemos encontrar microorganismos, saprófitos, epífitas y patógenos.

Baiza, (2003) refiere que el aguacate, al igual que otras especies frutales, durante sus etapas de desarrollo sufre el ataque de fitopatógenos que causan enfermedades limitando el

desarrollo del árbol. A nivel mundial se reportan para este cultivo 50 agentes fitopatógenos, responsables de 30 enfermedades y 12 desórdenes fisiológicos. De todos estos problemas fitosanitarios destacan, por su amplia distribución y fácil diseminación las enfermedades causadas por hongos (p. 47).

Pérez (2014) argumenta que el suelo es hábitat de un gran número de microorganismos que cumplen funciones fundamentales en el crecimiento de los cultivos, entre estas funciones se incluyen la descomposición de la materia orgánica en todas sus fracciones, el reciclado de material vegetal, la movilización e inmovilización de minerales y contaminantes, ayuda a mejorar la aireación del suelo, la inhibición de patógenos, el incremento de la resistencia en plantas, la estructuración física del suelo y el aumento de la nutrición vegetal promoviendo su crecimiento (p. 7).

La dinámica de la población microbiana en las hojas se desarrolla mediante cuatro procesos de población: inmigración la cual es la llegada de propágulos viables sobre las hojas, emigración (pérdida física o remoción de propágulos viables), crecimiento (incremento en biomasa o número de propágulos viables a través de la multiplicación), y muerte, (la inmigración y la emigración) influyen en la dinámica de la población, vía interacciones con el exterior de la hoja (Carcache, 2002, p.14).

En la finca El Plantel aún no se han realizado estudios acerca de agentes microbianos asociados al cultivo de aguacate. Debido a esto, se realizó este estudio para generar información valiosa, tanto para los productores cercanos a la zona y para la parte académica de la UNA.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información de agentes microbianos asociados a cuatro variedades de aguacate bajo condiciones semisecas y con disponibilidad de riego en la finca El Plantel.

2.2 Objetivos específicos

Conocer la dinámica de agentes microbianos asociados a cuatro variedades de aguacate.

Evaluar la incidencia de síntomas asociados a cuatro variedades de aguacate

Describir la población de nematodos presente en el suelo de la finca El Plantel .

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Origen del cultivo de aguacate

De acuerdo con Pérez *et al* (2015) “el aguacate es originario de las regiones tropicales y subtropicales de Centroamérica y México. Los arqueólogos encontraron semillas de *Persea* en Perú, las cuales fueron enterradas con momias incas que datan hasta del año 750 a.C”. Los mismos autores recalcan que “el aguacate posee más de 100 cultivares y clones clasificados en cuatro razas hortícolas: Guatemalteca (*P. americana* var *Guatemalensis*), Antillana (*P. americana* var. *Drymifolia*), mexicana (*P. americana* var *americana*) y Costarricense (*P. americana* var. *Costaricensis*)” (p. 111-112).

3.2 Taxonomía del aguacate

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo de aguacate

Taxonomía	Nombre de la taxonomía
Reino	Plantae
Orden	Lurales
Familia	Lauraceae
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>americana</i>

Fuente: Ibarra, 2015.

3.3 Características botánicas

Raíz

Según Whiley *et al.*, (1988) mencionan que “en el aguacate, la raíz es pivotante muy ramificada de distribución radial la mayoría de las raicillas alimentadoras blancas (secundarias y terciarias), se distribuyen superficialmente” (Citado por González, 2018, p.7).

Tallo

“El tronco tiene un crecimiento rápido, longitudinalmente y radial al mismo tiempo. Las ramificaciones se insertan al tronco en ángulos de 60 y 70 grados, tendiendo a encorvarse en su parte media, siendo muy quebradiza de ahí en adelante” (Bonilla, 1993, p. 3).

Hojas

“Hojas espaciadas o algunas veces hacinadas cerca de los ápices de las ramas, en ocasiones ausentes por corto tiempo, peciolo de uno a cinco centímetros de largo, pubescentes, láminas variables en forma, por lo común angosta a ampliamente elípticas” (Ibarra, 2015, p. 9).

Flor

Según Avilan *et al.*, (1992) argumenta que “las flores miden aproximadamente 10 mm de diámetro, presentando simetría real, son perfectas, poseen órganos sexuales masculinos (estambres) y femeninos (pistilos); agrupadas en una panícula, hermafroditas, pubescentes con pedicelos cortos”. El mismo autor recalca que “presentan un cáliz de tres sépalos y una corola tripetala, con 12 estambres, cuentan con dos grupos de nectarios, los estaminoidales y los verdaderos” (Citado por González, 2018, p. 8).

Fruto

Según Van der Werff y Lorea, (1997) y Ospina, (2002), el fruto es una baya de cinco a 15 cm de largo, que consta de una sola semilla grande, rodeada por una pulpa mantecosa. La piel es variable en espesor y textura. El color del fruto en la madurez puede ser verde, amarillo-verde, negro, púrpura o rojizo, dependiendo del cultivar. En general, la pulpa es totalmente pálida a amarillo intenso, mantecosa y suave, la fruta es generalmente piriforme u oval redonda, y el peso llega hasta 2.3 kg. (Citado por Ibarra, 2015, p. 11)

Semilla

De acuerdo con Cummings y Schroeder (1942), la semilla del aguacate “está compuesta por una cubierta seminal y embrión, carente de endospermo en la madurez, formada por dos cotiledones pulposos y de una plúmula, hipocótilo y radícula, rodeado por dos cubiertas seminales adheridas centralmente” (Citado por González, 2018, p. 8).

Fases fenológicas del aguacate

Según Flores (2013) “existen estudios preliminares realizados por países como Chile y México donde han logrado diferenciar 10 estados fenológicos.” (p. 32-41), los cuales se mencionan a continuación:

Estado A (yema en latencia), las yemas se encuentran cerradas, son de forma aguda, de color amarillo grisáceo y están cubiertas por escamas pubescentes visibles y no lignificadas.

Estado B (yema hinchada), las escamas oscurecidas de las yemas se separan y se extienden hacia el exterior.

En el estado C (aparece la inflorescencia), las brácteas de la inflorescencia se han abierto.

Estado D1 y D2 (botones florales eje secundario visible, botones florales eje terciario visible) el eje primario y los ejes secundarios de la inflorescencia sufren su elongación y se hacen visibles, luego se produce la elongación de los ejes terciarios de la inflorescencia.

Estado E (botón amarillo) los ejes de la inflorescencia están completamente elongados y las flores diferenciadas en los racimos de la panícula.

Estado F (floración) la antesis de las flores de la panícula se produce de forma escalonada y sincronizada inicia con la apertura de la flor femenina y luego la apertura como flor masculina, entre ambas fases se produce un cierre intermedio, y el cierre definitivo.

Estado G (marchitez de tépalos) los tépalos se marchitan desde el ápice hacia la base, las flores toman forma cónica.

Estado H (cuajado) el ovario de color verde engrosa en el centro de las flores que han sido polinizadas y fecundadas.

Estado I (fruto tierno), los restos de tépalos y androceo se han desprendido y el pedúnculo del fruto ha engrosado.

3.4 Importancia económica

Quintero (2019) comenta que en Nicaragua existen productores con aproximadamente 1 500 manzanas establecidas con aguacate el cual es exportado a Costa Rica y otros países de la zona. El mismo autor refiere que este grupo de productores tienen el proyecto de llevar frutos de aguacate a España, Estados Unidos y Canadá y comercializarlos en ferias para dar a conocer la calidad y potencial de esta fruta y generar un canal de exportación a estos países. La iniciativa es impulsada por la Cooperativa de productores aguacate de Nicaragua (COOPRANIC), (p. 2).

La Cooperativa de productores de aguacate de Nicaragua (COOPRANIC), ubicada en el departamento de Carazo, comenta que cuenta con 72 socios que han venido trabajando en este rubro, además éste es fuente de ingresos económicos de muchas familias que de forma directa o indirecta se benefician con empleos fijos y temporales al momento de siembra y recolección de los frutos, debido a la demanda y al crecimiento de productores de estas frutas en el departamento de Carazo, inversionistas instalaron una planta procesadora de aguacates, donde se genera empleo por temporada a 120 personas donde el 90 % son mujeres. (Información Puntual 2021, p. 1).

De acuerdo con PRONicaragua, (2020) el rendimiento promedio de producción de aguacates es de aproximadamente 12 700 kg/ha⁻¹, lo cual representa un gran potencial para la industrialización. En el año 2012 se reportó el mayor monto exportado, alcanzando los US\$ 300 mil y en el 2016 las exportaciones descendieron a US\$ 186 mil. Los principales destinos de las exportaciones en los últimos siete años son: Costa Rica a quien se envió el 73 % del aguacate, Honduras con un 16 % y El Salvador con un 11 %. Los volúmenes de las exportaciones nicaragüenses de aguacate alcanzaron los 2 286 000 kg en 2016. En el año 2012 fue el año en que alcanzaron su punto más alto, con 3 486 000 kg exportadas. (Herrera, 2021, p. 1).

Actualmente los productores de COOPRANIC tienen en producción 700 manzanas y cada una cosecha entre 15 y 16 toneladas al año, para lograr su objetivo de comercializar la fruta en el mercado Norte americano y Europeo han decidido buscar asesoría de exportadores mexicanos. Además, se tiene planes de establecer lotes de aguacate de la variedad Hass en

las zonas de Jinotega por las características edafoclimáticas que tiene este departamento, lo que va a generar empleos de forma directa e indirectamente en cada una de las etapas de desarrollo del cultivo. (Quintero, 2019, p. 2).

3.5 Zonas de producción de aguacate en Nicaragua

De acuerdo con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2014) “Nicaragua posee zonas dedicadas a la producción de aguacate, estas zonas se localizan en los departamentos de: Madriz (Somoto), Carazo, Boaco, Estelí, Chinandega, Rivas, Matagalpa, Waslala y Rio San Juan” (p. 5).

3.6 Ciclo floral del aguacate

Según el Instituto Colombiano agropecuario (ICA, 2012) menciona que “los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes momentos para evitar la autofecundación, la apertura floral ocurre en dos etapas. Por esta razón, las variedades se clasifican de acuerdo con el comportamiento de la inflorescencia: tipo A y B”.

El mismo autor argumenta que “la inflorescencia de tipo A; realiza su primera apertura (femenina) iniciando la mañana y termina antes del mediodía; la segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del siguiente día. El ciclo de apertura dura de 30 a 36 horas”. Por otro lado, el mismo autor menciona que “la flor de tipo B; es el patrón contrario; la apertura femenina ocurre en la tarde y la apertura masculina en la siguiente mañana. El ciclo de la apertura floral es de 20 a 24 horas” (p. 7).

3.7 Variedades de aguacate en estudio

INTA, (2020) refiere que “la variedad Benik pertenece a la raza guatemalteca originaria de las tierras altas de Guatemala y reconocible con sus frutos de cáscara gruesa, dura y verrugosa, es una variedad precoz que florece entre septiembre-diciembre y se cosecha de marzo a mayo, tienen floración tipo A y maduran de color morado”. El mismo autor comenta que “es un árbol de tamaño mediano, con ramas desarregladas, con hojas alargadas color verde, bordes ondulados, brotes rojizos y de producción precoz, semilla pequeña, pulpa de buen espesor con sabor y alta calidad, contiene entre 15 y 24 % de grasas” (p. 23).

Según Lavaire (2013) menciona que:

El aguacate Booth 8, es un árbol que tiene un crecimiento horizontal agresivo en los primeros años. Es una variedad precoz y muy productiva. La época de floración es de diciembre a marzo. La cosecha es de agosto a octubre. Flor del tipo B sus hojas son oblongas y ligeramente ovaladas, el fruto oblongo ovoide, pesa entre 250 a 800 gramos, de piel bastante opaca, verde, ligeramente rugosa, muy gruesa y leñosa. La pulpa es blanda, de color crema claro y aroma débil, con un contenido de aceite del 6 al 12 % (p. 18).

“El aguacate Ticomo, es un árbol de porte mediano, con ramas desarregladas, las hojas son redondeadas, los retoños tiernos son de color verde amarillo. Su fruto es de tamaño grande, en forma oblonga ovalada, cáscara gruesa y de semilla grande” (INTA, 2020, p. 11).

De acuerdo con INTA, (s.f), la variedad Corns -Island es un árbol de tamaño mediano, de crecimiento vertical, ramificaciones de tamaño reducido, hojas alargadas con ondulaciones en los bordes y brotes color rojizo. La época de floración se extiende desde diciembre a febrero, sus frutos son de forma ovalada, pulpa de color amarillo, que al madurar toman color morado (p. 22).

3.8 Tipos de agentes fitopatógenos en el cultivo del aguacate

3.8.1 Hongos

Según Tamayo (2007) afirma que “las principales enfermedades causadas por hongos que afectan al cultivo de aguacate son: Roña (*Sphaceloma perseae* Jenk.), Marchitez, (*Verticillium nees* Klab.), mancha angular-mancha negra del fruto, (*Pseudocercospora purpurea* Cooke), pudrición del fruto (*Dothiorella Sacc.*)” (p. 59).

Darvas y Kotze (1987) reportaron (...) los siguientes microorganismos: “*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) var. minor Simonds, *Colletotrichum acutatum* Penz, *Thyronectria pseudotrichia* Seeler, *Phomopsis perseae* Sacc, *Dothiorella* spp Sacc, *Pestalotiopsis versicolor* (Sped.) Steyaert, *Botryodiplodia theobromae* (Sacc.) Sacc, *Drechslera setariae* (Sawada), *Botryosphaeria rhodina* Sacc, *Pseudocercospora purpurea* (Cooke) Deighton, *Nectria pseudotrichia* (Schwein.) Berk. & M.A. Curtis, *Botryosphaeria dothidea* (N.) y *Phomopsis vitícola* (Sacc.)” (Grisales *et al.*, 2019, p. 5).

3.8.2 Virus

Beltrán *et. al* (2014) comentan que la enfermedad mancha de sol, causada por el viroide “macha de sol ” *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd), es una enfermedad que se encuentra distribuida en los cinco continentes, debido a esto resalta como el único viroide de importancia en el cultivo de aguacate (p. 21).

3.8.3 Bacterias

Existen géneros de bacterias utilizados como controladores biológicos a como refiere Gil *et al.*, (2014) que el uso de la bacteria del género *Pseudomonas* sp, promueven el crecimiento, el área foliar y la formación de raíces viables en las plantas de *Persea americana*, además de ejercer un nivel de control de marchitez similar al de los fungicidas químicos aplicados para el control de esta enfermedad (p.26). Según Sánchez (2016), no hay reportes de bacterias fitopatógenas que afecten al cultivo de aguacate hasta el momento (p. 3).

3.8.4 Nemátodos

Según Tamayo (2007) “*Rotylenchulus reniformis* (Linford y Oliveira), *Pratylenchus filipjev* (Kuhn.) y *Helicotylenchus steiner* son los nematodos más conocidos en el rubro antes mencionado” (p. 7).

Mai y Lyon (1975) mencionan que “los géneros de nematodos asociados al sistema radical del aguacate determinados [por su investigación son:] *Criconemoides* sp, *Helicotylenchus* sp, *Tylenchus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp.” (Citado por Salgado, 1993, p.196).

3.9 Microorganismos endófitos

Sánchez *et al.*, (2013) comentan que la palabra endófito etimológicamente significa dentro de la planta (endon: dentro, phyton: planta), estos microorganismos no provocan daño aparente a la planta hospedera. Los hongos endófitos usualmente toman nutrientes y protección de su hospedera y algunos de ellos en retribución pueden desempeñar un papel mutualista, ya que pueden beneficiarla al inducir su crecimiento, al aumentar su tolerancia al estrés y al producir metabolitos secundarios con amplia diversidad estructural que le brindan protección y resistencia contra herbívoros y/o microorganismos fitopatógenos (p. 134).

3.10 Estudios realizados en aguacate

En el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) se presentan problemas fitosanitarios dentro de los cuales sobresalen por su relevancia las enfermedades de raíz, uno de los fitopatógenos limitante de este cultivo es el oomicete *Phytophthora cinnamoni* Rands, que puede causar pérdidas hasta del 90 %. El objetivo del estudio fue generar información acerca de la etiología del agente causal de la pudrición radicular del aguacate utilizando marcadores morfológicos y moleculares, además de proponer alternativas de manejo de carácter biológico que estén enmarcadas dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad (Sánchez, 2016, p. 1).

En 2016, en Michoacán México, se realizó un estudio en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. “El objetivo de este trabajo fue corroborar la presencia de patógenos asociados a la enfermedad de la tristeza del aguacatero”. El mismo autor menciona que “sus

resultados mostraron que existe un complejo de fitopatógenos asociados a la enfermedad en mención (*Phytophthora vexans*, *Pythium* sp, *amazonianum*, *Phytophthora cinnamomi*, *Mortierella elongata*) y se reporta que los Oomicetos aislados son nuevos géneros altamente resistentes al *Hymexazol*” (Hernández, 2016, p. 10).

En Nayarit, México se realizó una investigación para la identificación y caracterización de *Colletotrichum* spp, causante de antracnosis en aguacate. “El objetivo del trabajo fue la identificación y caracterización de cepas de *Colletotrichum* spp. como agente causal de antracnosis en el aguacate ‘Hass’, mediante estudios morfológicos, patogénicos moleculares, a partir de aislamientos provenientes de zonas productoras de aguacate” (Trinidad *et al.*, 2017, p. 1).

Ramírez *et al.*, (2014) realizaron estudios etiológicos en la ciudad Antioquia, Colombia, de la marchitez del aguacate, seleccionando un total de 10 lotes con un área de 23 hectáreas. “El objetivo de la investigación fue identificar los distintos agentes causales, de la marchitez del aguacate y la relación de su incidencia, con las prácticas de manejo en lotes cultivados en el departamento de Antioquia-Colombia”. El mismo autor menciona que “los resultados encontrados mediante el aislamiento mostraron síntomas asociados a la marchitez causado por distintos agentes fitopatógenos” (p. 50).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el centro experimental finca El Plantel , propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, cuyas coordenadas geográficamente están entre 12° 06' 24'' Latitud Norte y entre los 86° 04' 46'' Longitud Oeste, a una altitud de 96 msnm. El ensayo consistió en monitorear la incidencia de agentes microbianos asociados al cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en cuatro variedades durante el período junio – noviembre 2020.

4.2 Diseño experimental

El ensayo se estableció en una plantación de aguacate, con un marco de siembra de 6 x 6 m. Esta plantación fue establecida hace cinco años , encontrándose actualmente en un estado fenológico de floración. El área total del ensayo era de 1.8 hectáreas, con una población total de 480 plantas constituida por cuatro variedades.

El arreglo de cada variedad estaba constituido de dos hileras de 20 plantas cada una comenzando por la parte "Este" la variedad Benik, posteriormente la Booth - 8, después Ticomo y por último Corn Island, este arreglo se repite tres veces, teniendo en consideración al fenómeno que presenta el aguacate como es la dicogamia sincronizada de la floración, obteniendo un total de 120 plantas por variedad.

Se realizó una investigación observacional (no experimental), con un diseño de muestreo aleatorio simple. considerando cada una de las variedades como tratamiento para ser observadas. Cada árbol constituía una unidad de muestreo y seleccionadas al azar. Para realizar los muestreos se seleccionaron cinco árboles y cada uno se dividió en tres estratos, (alto, medio y bajo), en cada estrato se seleccionó una rama, para el muestreo de síntomas en el área foliar. Las observaciones se realizaron cada 30 días, para un total de seis observaciones en todo el estudio.

4.3 Descripción de síntomas presentes en el área foliar

Para determinar la variabilidad de síntomas, se realizó un muestreo preliminar para describir el tipo de sintomatología que presentaron las plantas en el área foliar. Se le asignó un número y una descripción a cada síntoma (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de sintomatologías para muestreo

Número	Características del síntoma
1.	Manchas circulares de color amarillo.
2.	Algas anaranjadas (pecas en las hojas).
3.	Manchas cuadráticas (manchas pequeñas formando cuadros en las hojas).
4.	Manchas formando anillos.
5.	Manchas de color café y halos amarillos.
6.	Roña en fruto.
7.	Bordes necróticos.
8.	Necrosis apical.
9.	Manchas grises en el centro.
10.	Manchas circulares color café.
11.	Manchas negras poco pronunciadas en el haz y envés de la hoja.

Fuente. Elaboración propia.

4.4 Variables evaluadas

Número de hojas por rama: De cada árbol se tomaron tres ramas una de la parte alta, media y baja a las cuales se le contabilizó el total de hojas. Para obtener el número de hojas por rama, primero se sumó el número de hojas de las tres ramas de cada árbol y después se realizó el promedio entre los cinco árboles muestreados, este procedimiento se realizó durante los seis meses de muestreo.

Incidencia de síntomas en hojas (%): Cada rama fue muestreada para encontrar los diferentes tipos de síntomas descritos en el (Cuadro 2), anotando el número de la sintomatología observada.

Para determinar la incidencia de síntomas se utilizó la fórmula propuesta por (James, 1974), (Citada por Taleno y Toruño, 2016, p. 6).

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de hojas afectadas}}{\text{Número de hojas evaluadas}} \times 100$$

Poblaciones de nemátodos: Para medir las poblaciones de nemátodos en cada una de las variables se tomaron muestras de suelo y raíces, que fueron procesadas y analizadas en el laboratorio de Nematología.

4.5 Recolección de muestras para diagnóstico de laboratorio

Las muestras de hojas, para determinar agentes microbianos a base de hongos y bacterias fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la UNA.

La recolección de muestras de hojas se realizó mediante la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. (INTA- Costa Rica, 2017, p. 1) (anexo 12).

Se recolectaron hojas con síntomas recientes y avanzados estas muestras se depositaron en bolsas de papel kraft, rotuladas con la fecha, código del síntoma y la variedad.

Para la recolección de muestras de raíces y suelo se utilizó la metodología propuesta por Coyne *et al.*, (2007). Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Nematología para su debido diagnóstico.

Las muestras de raíces y de suelo se empacaron en bolsas ziploc y se rotularon con la fecha y el tipo de variedad y se depositaron en un termo.

Muestras de raíces (g): Se colectaron muestras de raíces con síntomas recientes y avanzados estas se recolectaron por submuestras tomando cinco plantas al azar por cada variedad. Para extraer las muestras se usó un palín, tomando en consideración la zona radicular a 15 centímetro alrededor del tallo y a una profundidad de 30 cm. Cada muestra constaba de 200 gramos, en total se colectaron cuatro muestras una por cada variedad. Se consideró que las muestras de raíces vinieran acompañadas con tierra, para garantizar la humedad de la raíz.

Suelo (kg): La muestra de suelo se extrajo de la zona radicular a una profundidad de 30 cm y a 15 centímetro alrededor del tallo. Cada muestra constaba de dos kilogramos de suelo en total se colectaron cuatro muestras una por cada variedad.

La preparación y procesamiento de muestras para el diagnóstico estuvo a cargo de los técnicos del laboratorio de microbiología y Nematología. El diagnóstico fue emitido a través de una constancia firmada y sellada por el responsable del laboratorio (anexo 11).

4.6 Datos climatológicos

Los datos climáticos fueron tomados de la estación meteorológica finca El Plantel en el período comprendido de junio a noviembre 2020.

4.7. Características de los tratamientos evaluados

Las características agronómicas de las variedades Benik, Booth-8, Ticomo y Corna-Island se describen a continuación en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos evaluados (variedades)

Tratamientos	Factor en estudio Descripción
Variedad Benik	Pertenece a la raza guatemalteca produce frutos de cascara gruesa, dura y verrugosa, es precoz, florece entre septiembre y diciembre, pertenece al grupo de floración tipo A.
Variedad Booth-8	Es una variedad precoz, la época de floración es de diciembre a marzo, flor tipo B, el fruto es oblongo ovoide de piel bastante opaca, ligeramente rugosa y muy gruesa.
Variedad Ticomo	Es un árbol de porte bajo, su fruto es de tamaño grande en forma oblonga ovalada, cascara gruesa y de semilla grande, floración tipo A.
Variedad Corn-Island	Es un árbol de tamaño medio, tiene una floración tipo B y la época de floración se extiende desde diciembre a febrero, los frutos son de cascara gruesa, pulpa de color amarillo, semilla de tamaño medio.

Fuente. (INTA, 2020)

4.8 Análisis de datos

La base de datos se elaboró en hojas de cálculos de Microsoft Excel. Para los datos del porcentaje de incidencia de enfermedades y síntomas se realizó un análisis estadístico no paramétrico mediante las pruebas de Kruskal-Wallis. Se utilizó el programa estadístico InfoStat profesional versión 2009.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Microorganismos asociados al cultivo de aguacate

En las muestras de hojas utilizadas para el diagnóstico se encontraron cuatro síntomas asociados a hongos y bacterias. Estos microorganismos no están reportados en su mayoría como principales agentes causales de enfermedades en aguacate a excepción de (*Cephaleuros virescens*) la cual es un alga parásito. Por tanto, en el documento se estará haciendo referencia a sintomatologías y no a enfermedades.

Cuadro 4. Agentes microbianos asociados a los síntomas en el cultivo de aguacate. finca El Plantel 2020

Número del síntoma	Características del síntoma	Agentes microbianos
Síntoma 2	Algas anaranjadas (pecas en las hojas)	<i>Cephaleurus virescens</i>
Síntoma 3	Manchas cuadráticas (machas pequeñas formando cuadros en las hojas)	<i>Fusarium</i> sp <i>Pestalotia</i> sp <i>Bacillus</i> sp
Síntoma 7	Bordes necróticos	<i>Fusarium</i> sp <i>Candida</i> sp <i>Curvularia</i> sp <i>Nigrospora</i> sp <i>Phoma</i> sp <i>Bacillus</i> sp
Síntoma 8	Necrosis apical	<i>Pseudomonas</i> sp <i>Pestalotia</i> sp <i>Bacillus</i> sp

5.2 Flujos vegetativos (hojas por rama)

No se encontró diferencias significativas entre variedades en la variable número de hojas por rama ($P < 0.9807$) (anexo 3). El promedio de hojas por rama para la variedad Ticomó presentó una mediana de (27.85), y las variedades Corn-Island, Benik y Booth-8, 26.70, 26.60 y 26.55 respectivamente (figura 1).

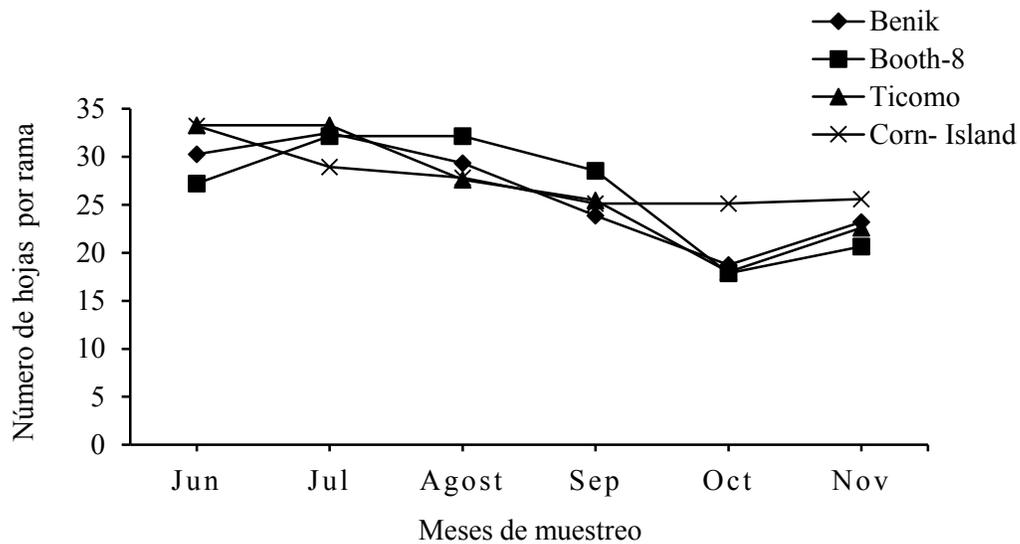


Figura 1. Número de hojas por rama en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020.

Los meses en los que se registró un aumento del número de hojas por rama fue de junio a septiembre, posteriormente se presentó un declive, a excepción de la variedad Corn Island que mantuvo regular el número de hojas en todo el período de muestreo. Esto lo podemos atribuir a lo expuesto por Díaz *et al.*, (2020), quienes mencionan que: “la ocurrencia de los flujos vegetativos está asociada a los meses de mayor precipitación (p. 340)”. Durante el año 2020, en la finca El Plantel se presentó una época lluviosa abundante, con un régimen de precipitación de 959.9 mm distribuidos de manera periódica en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en el mes de octubre hubo un descenso y en noviembre aumentó a 277.4 mm.

De acuerdo con (Baiza, 2003) “el árbol de aguacate tiende a defoliarse cuando existe renovación de ramas, y las hojas verdes han cumplido su ciclo” (p. 9). La abscisión de hojas se presenta durante las épocas críticas de fluctuación de las precipitaciones, este comportamiento puede estar relacionado con los flujos de biomasa o con los cambios en los estados fisiológicos, por ello podemos explicar el descenso del número de hojas ocurrido en el mes de octubre.

5.3 Incidencia de algas anaranjadas (*Cephaleuros virescens*)

Según el análisis estadístico no se encontró diferencias significativas entre las variedades (P=0.7584) (anexo 4), la variedad Corn Island presentó el menor porcentaje de incidencia de la enfermedad con (0.65 %) y el mayor porcentaje se presentó en la variedad Ticombo con (1.54 %) de incidencia.

Gómez (2014) refiere que los síntomas iniciales de mancha anaranjada en hojas de marañón son pequeños puntos de color naranja, los que luego se combinan y forman puntos irregulares más grandes, las cuales toman un color grisáceo cuando llegan a una etapa más avanzada (p.56), esto coincide con lo encontrado en el cultivo de aguacate establecido en la finca El Plantel (figura 2).



Figura 2. Síntomas de algas anaranjadas en aguacate. (*Cephaleurus virescens*), finca El Plantel 2020.

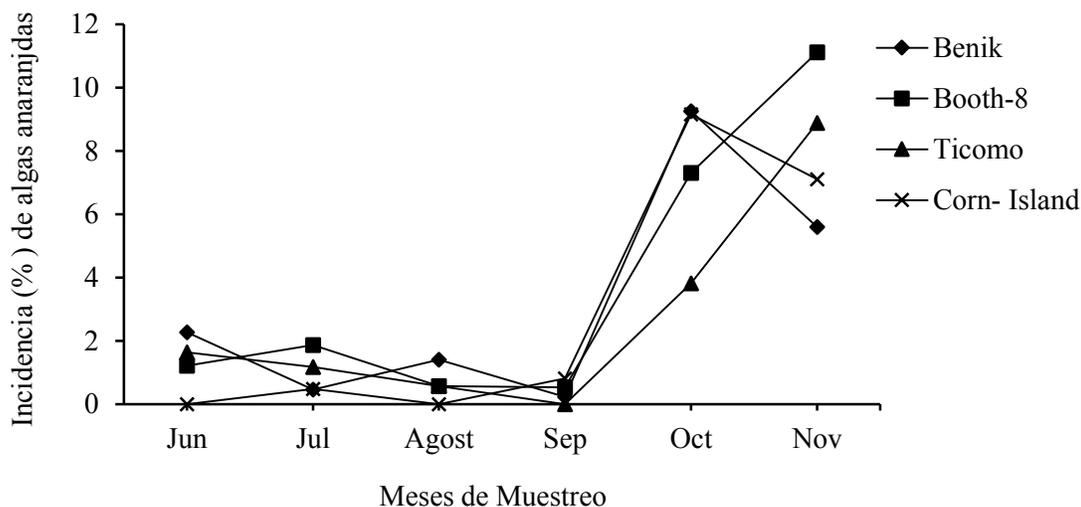


Figura 3. Incidencia de algas anaranjadas (*Cephaleurus virescens*) en aguacate, finca El Plantel 2020.

La incidencia de la enfermedad algas anaranjadas se encontró en menor porcentaje en los meses de junio a agosto, a partir del mes de septiembre hubo un incremento de esta y se encontró que las variedades Ticomo y Benik presentaron el mayor porcentaje de incidencia.

En los meses de junio a agosto esta enfermedad presentó una incidencia baja, en este período las temperaturas oscilaron en 27, 26.9, y 26.8 °C respectivamente y las precipitaciones registradas para esos meses fueron de 140.8, 137.2 y 100 mm, en tanto la humedad relativa mostró una fluctuación de 84.2, 83.4 y 84.8 %. Sin embargo, en los meses de septiembre a noviembre esta enfermedad mostró una incidencia mayor, esto se puede atribuir a la disminución en la temperatura de 26.9, 26.3 y 25.5 °C, y al aumento en las precipitaciones hasta 277.4 mm, lo que provocó tener una humedad relativa de 85.5, 89.2 y 89.8 % lo que pudo haber brindado las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo (anexo 8).

Esto coincide con lo mencionado por Rodríguez *et al.*, (2020), donde refiere que “el clima lluvioso, bajas temperaturas y alta humedad relativa favorecen el desarrollo del alga, pues en estas condiciones incrementa la liberación de sus estructuras reproductivas” (p.10).

De acuerdo con el estudio realizado por Rivero (2004) en la Habana, Cuba en cítricos, menciona que el periodo de mayor incidencia de la enfermedad se registra en el periodo de

abril a noviembre, momento en el que la enfermedad se presenta con un 100 % de distribución y entre 71 y 100 % de intensidad (p. 62).

Por otra parte, en el estudio realizado por Gómez (2014) en el cultivo de marañón en donde evaluó dos sistemas de cultivo, uno con manejo orgánico y otro convencional, en la comarca Chacaraseca, León (Nicaragua) encontró, que en la finca con manejo orgánico la incidencia de *Cephaleurus* fue de 46 y 53 % respectivamente, en comparación con el sistema convencional que fue de 52 y 50 %. Encontrando los mayores porcentajes de incidencia en los meses de septiembre y octubre del 2009 respectivamente (p.55). Lo que coincide con los datos encontrados en el cultivo de aguacate finca El Plantel, donde a partir de septiembre hubo aumento de la enfermedad.

De acuerdo con los resultados obtenidos y lo que resaltan otros autores se puede afirmar que esta enfermedad tiende a incrementarse en los meses de septiembre a noviembre donde las condiciones de temperatura, precipitaciones y humedad relativa favorecen el desarrollo del hongo por tanto se debe tomar medidas de manejo en el cultivo de aguacate tales como poda de saneamiento, aplicación de productos preventivos, con el fin de evitar que la incidencia de esta enfermedad cause pérdidas que puedan afectar la rentabilidad del cultivo. Rivero (2004) refiere que el momento para aplicar tratamiento es cuando la intensidad del alga alcanza entre el 15 y el 20 %, aplicando Oxiclورو de cobre, metiran + oxiclورو de cobre, simazina y fluometuron.

5.4 Incidencia de manchas cuadráticas

No se encontró diferencia significativa en los tratamientos ($P = 0.9588$) (anexo 5). Sin embargo, la variedad que presentó menor incidencia de mancha cuadráticas fue la Corn-Island con (0.60 %), mientras que en la variedad Benik fue donde mayor incidencia se presentó dicha enfermedad con (1.03 %).

El síntoma de manchas cuadráticas encontrado en campo inició con pequeños puntos circulares que posteriormente fueron tomando forma cuadrática con halo amarillo a su alrededor (figura 4 (A)). Posteriormente en los meses de septiembre se observó que el área foliar afectada solo había cicatrices donde estuvo presente dicho síntoma. (figura 4 (B)).



Figura 4. Síntomas de manchas cuadráticas (A). Hojas con cicatrices en el área afectada (B).

De acuerdo con el diagnóstico se encontraron tres agentes microbianos asociados a este síntoma entre ellos *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp y *Bacillus* sp. El género *Bacillus* es una bacteria benéfica que se encuentra ampliamente distribuido en los agro-ecosistemas y una de sus principales aplicaciones es el control de enfermedades de cultivos agrícolas. En este género hay diferentes especies, las más importantes son *Bacillus thuringiensis* y *B subtilis*. Podemos asociar que este género de bacteria se encontraba como una bacteria epífita en el cultivo de aguacate.

En el estudio realizado por Villa *et al.*, (2007), en la ciudad de La Habana, Cuba en el cultivo de caña de azúcar se evaluaron cepas de *Bacillus subtilis*, como bioantagonistas de hongos fitopatógenos del género *Fusarium*, este estudio permitió determinar que la presencia de bacterias del género *Bacillus* disminuye el crecimiento micelial de *Fusarium* entre el 50 y 60 %, por la excreción de metabolitos antifúngicos. (p. 53)

El género *Fusarium* spp se encuentra comúnmente asociado a enfermedades en plantas perennes tropicales, ocasionando pudriciones en coronas, yemas y raíces, evidentemente disminución de su porte, vigor y producción. Los síntomas ocasionados por *Fusarium* sp en aguacate son amarillamiento de las hojas, interrupción del crecimiento de los flujos vegetativos, hojas pequeñas y caída prematura de estas. (Olalde, 2016, p. 2)

Por otro lado, Tamayo (2007) menciona que la mancha foliar ocasionada por *Pestalotia* spp, causa síntomas en las regiones laterales de las hojas hacia los bordes o ápice de las hojas, se

caracteriza por la presencia de manchas uniformes de color café, con bordes marcados o bien definidos de color café oscuro que pueden poseer o no halo clorótico. Estos síntomas coinciden con los encontrados en el cultivo de aguacate en la finca El Plantel (Figura 4).

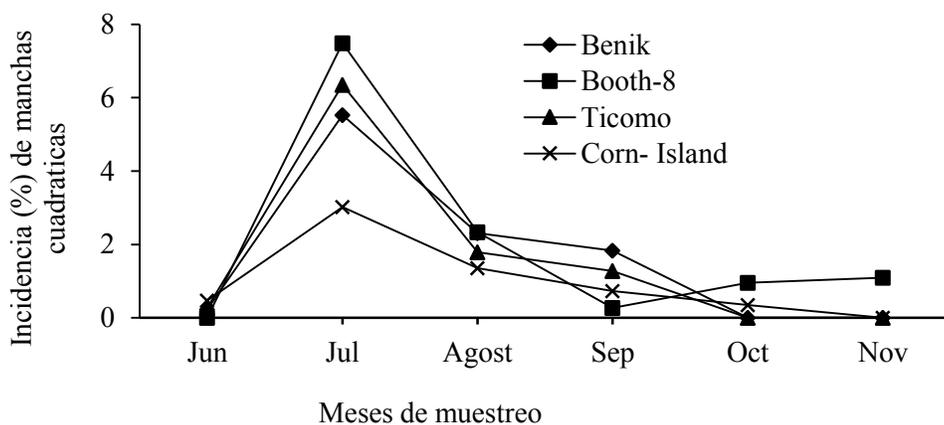


Figura 5. Incidencia de manchas cuadrática en aguacate, finca El Plantel 2020.

De junio a julio se observó el mayor pico de este síntoma en todas las variedades. En cambio, a partir de agosto a noviembre ocurrió una disminución de la incidencia. Las precipitaciones que oscilaron para estos meses fueron de 100 198.1 101.7 y 277.4 mm respectivamente, en tanto la humedad relativa fue superior al 80 % y temperaturas mínimas de 25.63 ° C.

Podemos referir que la presencia de este síntoma es más frecuente en la época lluviosa debido que fue donde se presentó con mayor intensidad, por otra parte, en los meses donde se da una disminución en las temperaturas y aumentan las precipitaciones, la planta genera algún tipo de mecanismos de defensa que desprende el área afectada, dejando únicamente el tejido sano. Sin embargo, se debe hacer estudios más profundos para afirmar con mayor seguridad los factores que generan estas características de síntomas en aguacate

5.5 Incidencia de necrosis apical

No se obtuvo diferencias estadísticas respecto a la incidencia del síntoma de necrosis apical ($P = 0.5861$ (anexo 7)). La variedad Ticomo presentó la mayor incidencia con (0.28 %), la variedad Booth-8 en cambio fue la que no presentó incidencia de este síntoma.

El síntoma necrosis apical se presentó en campo con pequeñas manchas de color café en el ápice de la hoja que posteriormente se va extendiendo progresivamente sobre toda la superficie de la hoja (figura 6)

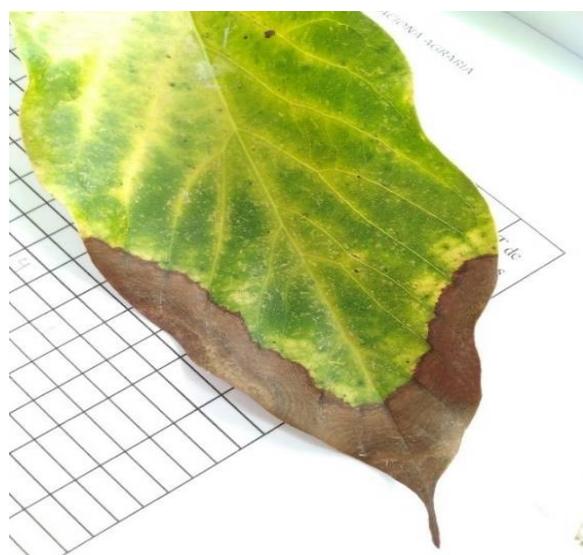


Figura 6. Síntoma necrosis apical en hoja de aguacate, finca El Plantel 2020.

Los agentes microbianos que se encontraron asociados con este síntoma fueron las bacterias del género *Pseudomonas*, *Bacillus* sp y el hongo *Pestalotia* sp

Pérez *et, al* (2015) refieren que:

El género *Pseudomona* está compuesto por más de 100 especies, las bacterias de este género presentan gran capacidad para utilizar diversidad de nutrientes, además de ejercer actividad antagonista frente a fitopatógenos de diversos cultivos de importancia económica (p. 226). Por otro lado, existen investigadores que reportan

algunos géneros de estas bacterias como patógeno en cultivos de importancia económica.

Las condiciones favorables para el desarrollo de *Pseudomonas* son alta humedad relativa (> 80 %) y bajas temperaturas (18 – 24 ° C). Cuando la temperatura y humedad son óptimas, la bacteria se multiplica y penetra en la planta por heridas o aberturas naturales, produciendo así su infección. En hojas, los síntomas se presentan generalmente en las más jóvenes, en forma de manchas deprimidas y negruzcas que provocan una ligera deformación (Agroes, s.f.).

Por otro lado, Tamayo (2007) cita que:

La mancha foliar ocasionada por *Pestalotia* spp, causa síntomas en las regiones laterales de las hojas hacia los bordes o ápice de las hojas, se caracteriza por la presencia de manchas uniformes de color café, con bordes marcados o bien definidos de color café oscuro que pueden poseer o no halo clorótico (p.66).

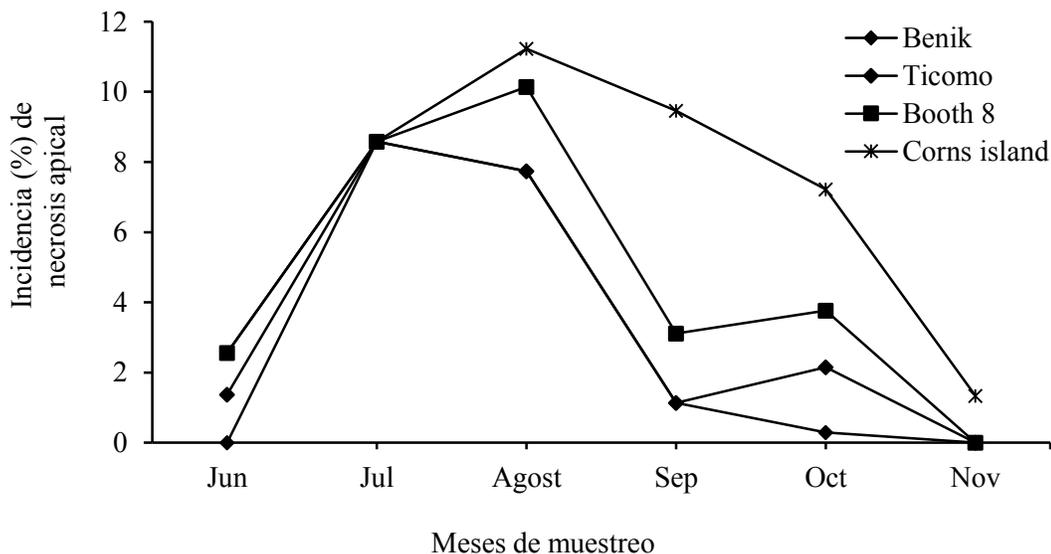


Figura 7. Incidencia de necrosis apical, finca El Plantel 2020.

A partir del mes de julio a agosto hubo mayor incidencia del síntoma bordes necróticos, el cual pudo haber estado influenciado por las precipitaciones que se presentaron en los meses

julio y agosto de 137.2 y 100 mm respectivamente, y para el mes septiembre que hubo un repunte de 198.1 mm (anexo 8).

5.6 Incidencia de bordes necróticos

De acuerdo con la prueba de Kruskal Wallis no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.5024$) (anexo 6). La variedad con el menor porcentaje de incidencia fue Benik con (0.91 %).

El síntoma encontrado fue manchas color café oscuro en los bordes de las hojas que al cubrir gran parte de la hoja provoca la caída (figura 8).



Figura 8. Síntomas de bordes necróticos en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020.

Los agentes microbianos asociados a este síntoma fueron *Fusarium* sp, *Candida* sp, *Curvularia* sp, *Nigrospora* sp, *Phoma* sp y *Bacillus* sp.

Shanhan (2021) menciona que: los síntomas del hongo *Nigrospora* spp “se presentan como manchas negras irregulares en las hojas, las cuales crecen y se fusionan en grandes áreas necróticas” (p. 1).

De acuerdo con Baltodano (2009) el género *Phoma* esta reportado como causante de chancro en ciprés (p. 70). Por otro lado (SENASICA, 2016) cita que las afectaciones por *Phoma* spp se manifiestan de la siguiente manera: “las lesiones iniciales se presentan en el borde, mismas que se extienden hasta cubrir toda la superficie ocasionando la deformación de esta, (p. 4)” lo que coincide con los síntomas encontrados en el estudio (figura 8).

Otro agente causal identificado fue *Curvularia* spp, los síntomas se caracterizan por la presencia de manchas cloróticas muy pequeñas, con apariencia aceitosa. En el centro de cada lesión se observa un punto pardo rodeado de un borde rojizo y halo clorótico (Encolombia., s.f).

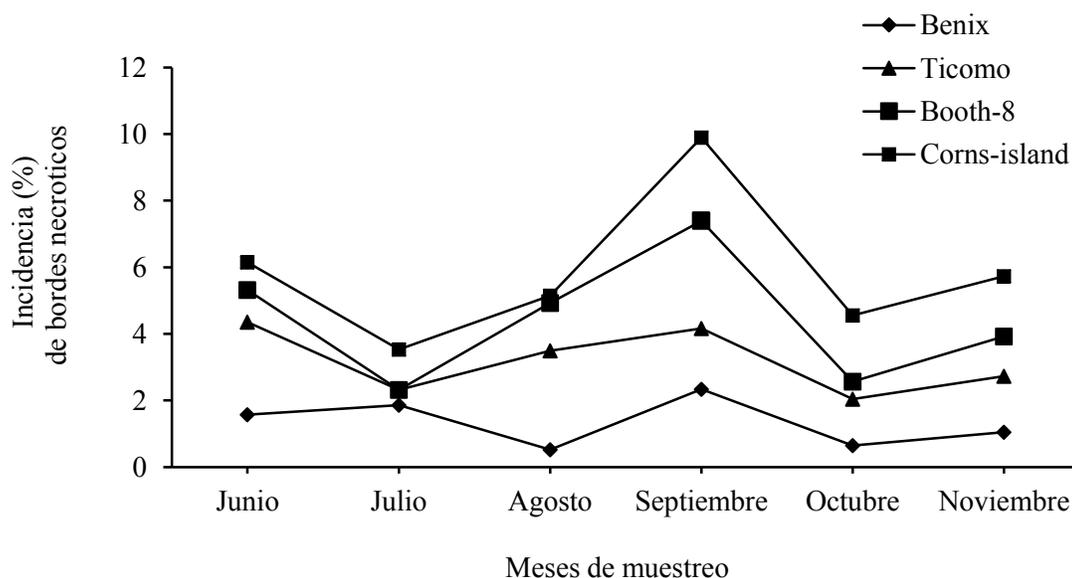


Figura 9. Incidencia de bordes necróticos, finca El Plantel 2020.

La incidencia del síntoma de bordes necróticos fue más alta en septiembre lo que podemos atribuir a un aumento considerable de precipitaciones ocurridas en este mes respecto a los meses de junio, julio y agosto donde se registraron precipitaciones de 140.8, 137.2 y 100 mm respectivamente, en cambio en septiembre fue de 198.1 (anexo 8), la variedad Corn Island fue la que presentó mayor incidencia de afectación durante toda la etapa de toma de datos.

5.7 Población de nematodos en el suelo

En suelo las poblaciones de nematodos que se encontraron están constituidas por los géneros *Helicotylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Scutellonema* sp y *Criconemoides* sp, siendo predominante *Rotylenchulus* sp, este género se encontró presente en las cuatro variedades de aguacate. Las variedades Booth-8 y Corn- island son los que presentaron mayor diversidad de nematodos y Benik fue el de menor población (Cuadro 5).

Cuadro 5. Población de nematodos encontrados en suelo en el cultivo de aguacate, finca El Plantel 2020

Género de nematodos registrados en 200 gr de suelo				
Variedad	<i>Rotylenchus</i> sp	<i>Helicotylenchus</i> sp	<i>Scutellonema</i> sp	<i>Criconemoides</i> sp
Benik	495	-	-	-
Ticomo	75	45	-	-
Booth-8	630	-	75	45
Corn- island	150	-	135	45

Entre los fitonematodos asociados al aguacate se listan *Aphelenchus*, *Criconemella*, *Helicotylenchus*, *Meloydogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Xiphinema*, *Rotylenchus reniformis* y *Radopholus similis*. Sin embargo, los géneros más abundantes y frecuentes son *Rotylenchus* y *Helicotylenchus* (Gandarilla, 2014, p.193).

Estudio realizado en Costa Rica por Fernández y Quesada (2013), sobre nematodos asociados al cultivo de aguacate, reportaron que los géneros encontrados en su estudio fueron *Criconemella* sp, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, entre otros (p. 6).

Tamayo (2007) menciona que entre los daños de mayor importancia por su frecuencia y severidad en el cultivo de aguacate son aquellos ocasionados por nematodos. Los daños por los nematodos *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchus* sp., y *Pratylenchus* sp., se han observado en almácigos y cultivos comerciales de aguacate. Las plantas afectadas por estos nematodos presentan escaso desarrollo foliar, pobre crecimiento y clorosis moderada (p.67)

Los síntomas, dependiendo de la densidad poblacional, según la edad de la planta, del grado de afección de otras plagas y enfermedades, son variables: Atrofias, clorosis, debilitamiento temprano, marchiteces, y aquellos relacionados con deficiencias o excesos nutricionales o hídricos, infecciones secundarias de otros patógenos. Las plantas con ataques severos presentan senescencia prematura cuando además hay deficiencia hídrica. Las hojas adquieren colores más apagados y son de menor tamaño del normal. Otro síntoma es la defoliación prematura y la seca de ramas (Lorenzo, s.f.).

Los síntomas causados por nematodos son difíciles de identificar, muchas veces tienden a confundirse con otros síntomas.

VI. CONCLUSIONES

Se encontraron agentes microbianos del grupo de hongos y bacterias que no están reportados como causantes de enfermedades a excepción de *Cephaleuros virescens*.

Los agentes microbianos asociados a los síntomas fueron algas anaranjadas (*Cephaleurus virescens*), manchas cuadráticas (*Fusarium* sp, *Pestalotia* sp, *Bacillus* sp), bordes necróticos (*Fusarium* sp, *Candida* sp, *Curvularia* sp, *Nigrospora* sp, *Phoma* sp, *Bacillus* sp.) y necrosis apical (*Pseudomonas* sp., *Pestalotia* sp., *Bacillus* sp.)

A nivel de suelo se encontraron poblaciones de nematodos de los géneros *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchus* sp. *Scutellonema* sp y *Criconemoides* sp y *Rotylenchulus* sp, este último presente en las cuatro variedades de aguacate.

VII. RECOMENDACIONES

Generar literatura para la continuidad de estudios afines a la determinación de diversidad biológica de agentes fitopatógenos que afectan el cultivo de aguacate en la finca El Plantel

Realizar ensayos haciendo uso de postulados de Koch para determinar si los agentes microbianos identificados son causantes de enfermedades.

VIII. LITERATURA CITADA

- Agro es. (s.f.). *Pseudomonas en frutales de pepita, Pseudomonas syringae, descripción, daños y control integrado*. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-frutales-y-fruticultura/manzano/1330-pseudomonas-en-frutales-de-pepita-pseudomonas-syringae%23~:text%3DLas%2520Pseudomonas%2520en%2520frutales%2520de,en%2520las%2520infecciones%2520en%2520floraci%25C3%25B3n.%26text%3DSe%2520trata%2520de%2520una%2520bacteria,%25C3%25B3rganos%2520a%25C3%25A9reos%2520de%2520los%2520frutales.&ved=2ahUKEwjup2ByeX4AhV-UjABHZLZDFwQFnoECAsQBQ&usg=AOvVaw34Tu2Q3KOTnsyeb9rlEBpY>
- Atlas. (s.f.). *Los principales países productores de aguacate del mundo*. Atlas. <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-aguacate>.
- Baiza Avelar, V, H, (noviembre, 2003) *Guía Técnica del Cultivo de Aguacate*. Primer edición.pdf. <http://repiica.iica.int/docs/B0218e/B0218e.pdf>
- Baltodano I, (2009) *Diagnóstico de enfermedades en pino (Pinus sp) en fincas del municipio de San Fernando, Nueva Segovia*. <https://repositorio.una.edu.ni/2127/1tnh20b197>
- Beltrán Peña, H., Soria, Ruiz, J., Teliz, Ortiz, D., Daniel, L., Ochoa Martínez., Nava, Días, C., Ochoa, Ascencio, S. (Enero, 2014) *Detección Satelital y Molecular del Viroide de la Mancha de Sol del Aguacate (Avocado sunblotch Viroid, ASBVd)*. Rev. Fitotec. Mex. 37(1). 21-29. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000100005
- Bonilla, L. (1993). *Cultivo de aguacate*. <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/aguacate.pdf>
- Carcache Vega, M, X, (2002) *Microorganismos no patógenos predominantes en la filosfera y rizosfera del café y su relación sobre la incidencia de enfermedades foliares y población de nematodos fitopatógenos en los sistemas convencional y orgánico*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5670/Microorganismos_no_patogenos.pdf?sequence=1&isAllowed=1
- Campos, E., Ayala, J., Agustín, J., y Espíndola, M. (2012). *Propagación de aguacate*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232194/Propagacion_de_aguacate.pdf
- Coyne, D.L., Nicol, J.M., Claudius-Cole, B. (2007) *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. https://www.bioquirama.com/pdf/_MANUAL.pdf
- Diaz Colorado C, A, (2018) *Plan de Manejo Integrado de Insectos Enfermedades y Fisiopatías en Aguacate* Hass. https://images.engormix.com/externalFiles/6_MIPE%20AGUACATE%20CADC%20final.pdf

- Díaz Diez; C. A., Bernal Estrada, J.A., y Tamayo Vélez; A. (2020). *Ecofisiología del aguacate cv. Hass en el trópico andino colombiano*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36875>
- Encolombia. (s.f). *Enfermedades causadas por hongos: 3 parte*. <https://encolombia.com/economia/agroindustria/emaiz/enfermedadescausadasporhongos3/>
- Fernández, Solano, O. M., y Quesada, Solís, A. S. (2013). *Nematodos asociados a los cultivos de Costa Rica*. <https://www.sfe.go.cr>
- Flores Puma, J. L. (2013) *Estudio fenológico de dos variedades de aguacate (Persea americana Mill.), en base a la determinación del tiempo de acumulación de unidades térmicas requeridas para completar los diferentes estados, en dos localidades de la provincia de Pichinga*. [Tesis de grado]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5064/6/UPS-YT00161.pdf>
- Gandarilla, Bastarrechea, H., Rivas, Bofill, O., y Fernández, González, E. (septiembre, 2014). *Fitonematodos asociados a los cultivos de frutos tropicales*. *Fitosanidad*, 18. (3), 187-197. <https://www.redalyc.org>
- Gómez Martínez J, (2014) *Entomofauna y patógenos asociados al Marañón (Anacardium occidentale L.) en León, Nicaragua* [Trabajo de Graduación]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10g633p.pdf>
- González Soto, C. E. (2018). *Cultivo del aguacate (Persea americana Miller)*. http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Aguacate%202019.pdf
- González. (2018). *Plagas y enfermedades del aguacate: Identificación y control*. Canalagrariolapalma. <https://canalagrariolapalma.com/pdf/2018%20aguacate/plagas-aguacate.pdf>
- Grisales Vásquez, N. Y., Rodríguez Fonseca, P. E., Correa Londoño, G. A., Tamayo Molano, P. J. (2019). *Inventario de los principales fitopatógenos de poscosecha y defectos de calidad de los frutos de aguacate (Persea americana Mill cv. Hass)*. AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35311>
- Hernández, A. (2016). *Identificación morfológica y molecular de los fitopatógenos asociados al aguacatero en Michoacán, México* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Archivo digital. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43250/Hern%c3%a1ndez%20P%c3%a9rez%2c%20Anselmo%20Tesis%20Maestr%c3%ada.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

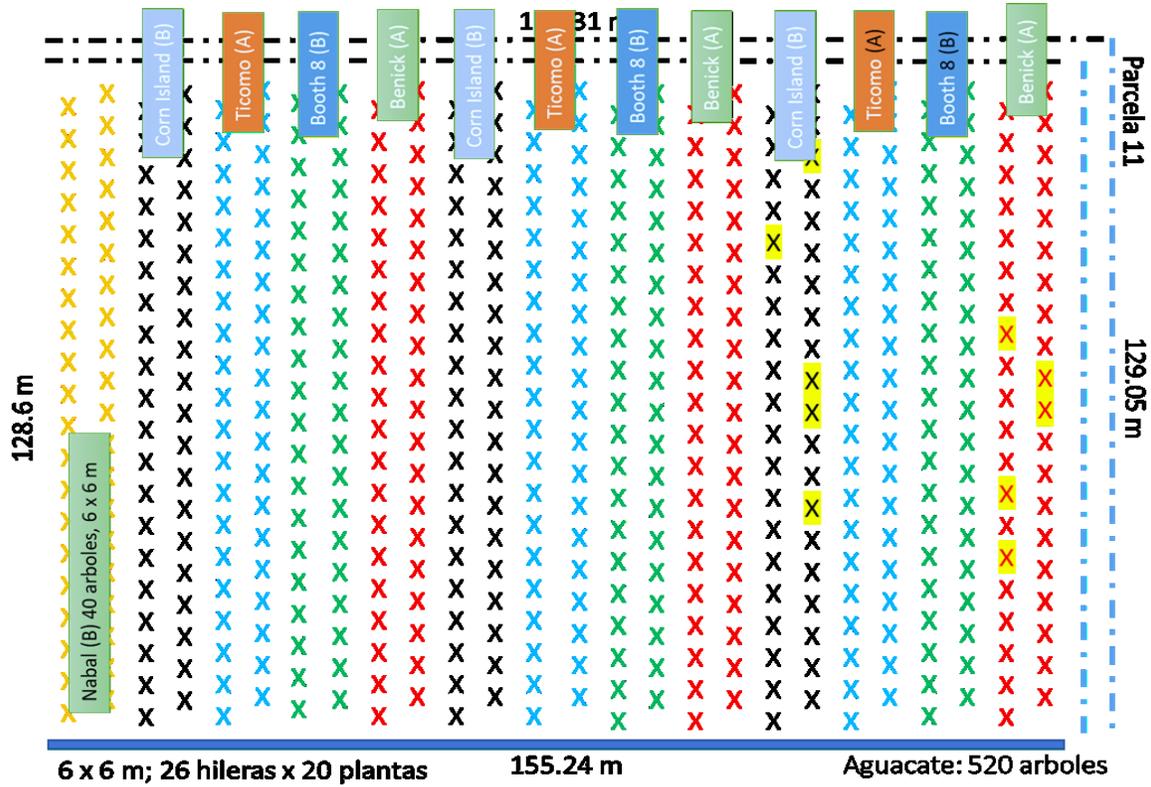
- Herrera Rodríguez, A, N, (2021) *Identificación, diversidad y fluctuación temporal de insectos asociados al cultivo de aguacate (Persea americana (Mill), Carazo 2019*. [Tesis de grado]. <https://repositorio.una.edu.ni/4429/1/tnh10h565i.pdf>
- Ibarra López, A. (2015). *Organogénesis de cuatro cultivares de aguacate* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Archivo digital. <http://eprints.uanl.mx/11012/1/1080212629.pdf>
- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass*. https://books.google.com.ni/books?id=Wf31DwAAQBAJ&pg=PA7&lpg=PA7&dq=los+C3%B3rganos+femeninos+y+masculinos+son+funcionales+en+diferentes+momentos+para+evitar+la+autofecundaci%C3%B3n,+la+apertura+floral+ocurre+en+dos+etapas.+Por+esta+raz%C3%B3n,+las+variedades+se+clasifican+de+acuerdo+con+el+comportamiento+de+la+inflorescencia:+tipo+A+y+B&source=bl&ots=jfAgO6dP5c&sig=ACfU3U16EnfYSeGK_QL7a35eatSgkq6r7g&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwictbTv2YL1AhUETDABHfLxDAEQ6AF6BAgCEAM#v=onepage&q&f=false
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), (s.f) Catálogo de variedades de Aguacate. <https://docplayer.es/53962779-Catalogo-de-variedades-de-aguacate.html>
- INTA (2014). *Cultivo de aguacate. Guía tecnológica No.9*. CENIDA.
- INTA (2020) *Cartilla de Variedades de Aguacate*. <https://www.librosymanualesdeagronomia.com/variedades-de-aguacate-o-palto/%f0%9f%a5%91/>
- Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA- Costa Rica), (2017) *Guía para la toma de muestras vegetales en el diagnóstico de enfermedades fungo-bacterianas*. Boletín técnico 2. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/05/L8_Guia_para_la_toma_de_muestras_vegetales_en_el_diagnostico_de_enfermedades_Fungo-bacterianas-min.pdf
- Información Puntual Nicaragua, (17 de diciembre, 2021) *Producción de aguacate Hass dinamiza economía local en Carazo, se abren al mundo de la exportación*. <https://ipnicaragua.com/produccion-de-aguacate-hass-dinamiza-economia-local-en-carazo-se-abren-al-mundo-de-la-exportacion/>
- Lavaire, E. (2013). Manual Técnico del cultivo de Aguacate en Honduras (Persea americana Mill). http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p49gBTW29NgJ:www.dicita.gob.hn/files/2020-Manual-Tecnico-del-Cultivo-de-Aguacate-en-Honduras_nwqzq80h.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=ni
- Lorenzo Fernández, J. M. (s.f.) *El nematodo reniforme del aguacate*. La palma. <https://canalagrariolapalma.com/category/prensa/>

- Marín Mendieta, L. A., y Hernández Gutiérrez, G. A. (2019). *Efecto de cinco tratamientos con hongo micorriza orbicular y fertilizantes sintéticos sobre el desarrollo de patrones criollos de aguacate (Persea americana L. Miller), para injertación de la variedad Benick manejada en la etapa de vivero. Campo Azules, Masatepe, Nicaragua, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Archivo digital. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04m337.pdf>
- Olalde Lira, G. G. (2016). *Identificación de Fusarium asociado a Persea americana Miller, Variedad drymifolia (Schlttdl. Y Cham) S.F. Blake.* [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2062
- Pérez Álvarez, S., Ávila Quezada, G.; Coto Arbelo, O. (junio, 2015). *El aguacatero (Persea americana Mill.). CULTIVOS TROPICALES 36(2) 111-123.* <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf>
- Pérez Álvarez, S., Coto Arbelo, O., Echemendía Pérez, M., Ávila Quezada G., (2015) *Pseudomonas fluorescens Migula, ¿control biológico o patógeno?* Rev. Protección Veg. 30(3) 225-234. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30n3/rpv08315.pdf>
- Pérez Brandan C, (2014) Impacto de diferentes prácticas agrícolas sobre la diversidad microbiana del suelo y la sustentabilidad de un agroecosistema sojero del norte argentino.[tesis de grado]. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1689/P%20a9rez%20Brand%20a1n%20-%20Impacto%20de%20diferentes%20pr%20cticas%20agr%20adcolas....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintero L, (julio, 2019) *Promoverán aguacate de Nicaragua Europa, Estados Unidos y Canadá.* EL NUEVO DIARIO. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/495824-aguacate-nicaragua-europa-estados-unidos-canada/>
- Ramírez Gil, J, G., Castañeda Sánchez, D, A., Morales Osorio, J, G. (febrero, 2014) *Estudios etiológicos de la marchitez del aguacate en Antioquia-Colombia.* Rev. Ceres Vicosa. 61(1). 050-060.
- Ramírez Gil, J, G.; Castañeda Sánchez, D, A., Morales Osorio, J, G. (diciembre, 2014) *Alternativas microbiológicas para el manejo de Phytophthora cinnamomi Rands., en Persea americana Mill. bajo condiciones de casa-malla.* Cultivos Tropicales, 35(4) 19-27. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493003.pdf>
- Rivero, T. (2004). *Nocividad, epidemiología, y manejo de Cephaleuros virescens kunze (alga roja de los cítricos).* Fitosanidad, 8(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209117836019>
- Rodríguez Polanco, E., Tamayo, P.J., Reina Noreña, J., y Varón Devia, E.H. (2020). *La peca o mancha negra del aguacate: síntomas y estrategias de manejo.* <https://editorial.agrosavia.co › book>

- SAGARPA (2016) *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Aguacate mexicano*.
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>
- Salgado, M. L. (diciembre, 1993). Problemas fitosanitarios del aguacate en coatepec harinas.
https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/26/005/26005548.pdf#page=160
- Sánchez-Fernández, R, E., Sánchez-Ortiz, B, L., Monserrat Sandoval, Y, K., Ulloa-Benítez, E, A., Guillén B, A., García-Méndez M, C., Macías-Rubalcava M, L. (diciembre, 2013) *Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina*. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 16(2):132-146. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v16n2/v16n2a6.pdf>
- Sánchez, I. E. (2016). *Caracterización del agente causal de la pudrición radicular del aguacate y Trichoderma sp como potencial agente de control biológico en Nicaragua*. [Tesis de maestría, universidad Nacional Agraria] Cenida, Repositorio UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh20s194.pdf>
- SENASICA. (abril, 2016). *Quema o derrite del cafeto: Phoma costarricensis (Echandi)*. Ficha Técnica N° 47. <https://prod.senasica.gob.mx>
- Shanhan, Shutian, Y., Tianhui, Z., Shujiang, L., Tianmin, Q., Yinggao, I., Tian, L., y Chunlin Y. (2021). *Nigrospora oryzae que causa la enfermedad de la mancha negra de la hoja de Hibiscus mutabilis en China*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-20-1796-PDN>
- Tamayo Molano, P. J. (2007). *Enfermedades del Aguacate*. Revista Politécnica, 3(4), 51 - 70. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/62>
- Tolezo Moreno D, L., Lizarazo Forero L, M, (Junio, 2013) *Poblaciones microbianas asociadas a la rizósfera y filósfera de plantas de uchuva (Physalis peruviana L.)* Revistas de Ciencia. 18(2). 27-38. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcien/v18n2/v18n2a02.pdf>
- Taleno Taleno, D, V., Toruño Matute, M, (2016) *Incidencia de enfermedades y ocurrencia de daño de insectos mirdos (Hemiptera: Miridae) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) bajo sistemas agroforestales*. El Rama, 2016. [Tesis de grado]. <https://repositorio.una.edu.ni/3422/1/tnh20t143.pdf#page=22&zoom=100,109,468>
- Eddy Trinidad, Á., Ascencio-Valle, F, J., Ulloa J, A., Ramírez-Ramírez, J, C., Ragazzo-Sánchez, J, A., Calderón-Santoyo, M., Bautista Rosales, P, U, (diciembre, 2017), Identificación y caracterización de Colletotrichum spp. Causante de antracnosis en aguacate Nayarit, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. (19). p. 3953-3964. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8nspe19/2007-0934-remexca-8-spe19-3953.pdf>
- Villa, P., Alfonso, I., Rivero, M. J., Y González G. (2007). *Evaluación de cepas de Bacillus subtilis bioantagonistas de hongos fitopatógenos del género Fusarium*. ICIDCA, 41(1), 52-56. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2062

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo de la plantación de aguacate. finca el Plantel.



Anexo 2. Hoja de muestreo cultivo de aguacate. finca El Plantel 2020.

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Agronomía

Hoja de muestreo: Diagnostico de agentes patógenos benéficos asociados al cultivo de aguacate

Fecha: 24 noviembre, 2020

Variedad: Benik

N° de planta	N° de ramas muestreadas	Enf 1	Enf 2	Enf 3	Enf 4	Enf 5	Enf 6	Enf 7	Enf 8	Enf 9	Enf 10	Enf 11
	1											
1	2											
	3											
	1											
2	2											
	3											
	1											
3	2											
	3											
	1											
4	2											
	3											
	1											
5	2											
	3											

Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis, promedio de hojas por rama del cultivo de aguacate.

Variedades	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Benik	6	26.32	5.23	26.60	0.18	0.9807
Booth-8	6	26.72	6.03	26.55		
Ticomo	6	26.42	5.91	27.85		
Corns-island	6	27.62	3.15	26.70		

Anexo 4. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia de la enfermedad Algas anaranjadas.

Variedades	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Benik	6	3.06	3.65	1.42	1.17	0.7584
Booth-8	6	2.68	3.31	1.41		
Ticomo	6	3.77	4.41	1.54		
Corns-island	6	2.92	4.09	0.65		

Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma manchas cuadráticas en aguacate.

Variedades	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Benik	6	1.65	2.14	1.03	0.30	0.9588
Booth-8	6	1.61	2.43	0.77		
Ticomo	6	2.02	2.80	1.02		
Corns-island	6	0.99	1.09	0.60		

Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma bordes necróticos en las hojas de aguacate.

Variedades	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Benik	6	1.15	0.69	0.91	2.35	0.5024
Booth-8	6	1.85	0.92	1.76		
Ticomo	6	1.23	1.11	1.08		
Corn-island	6	1.43	0.83	1.51		

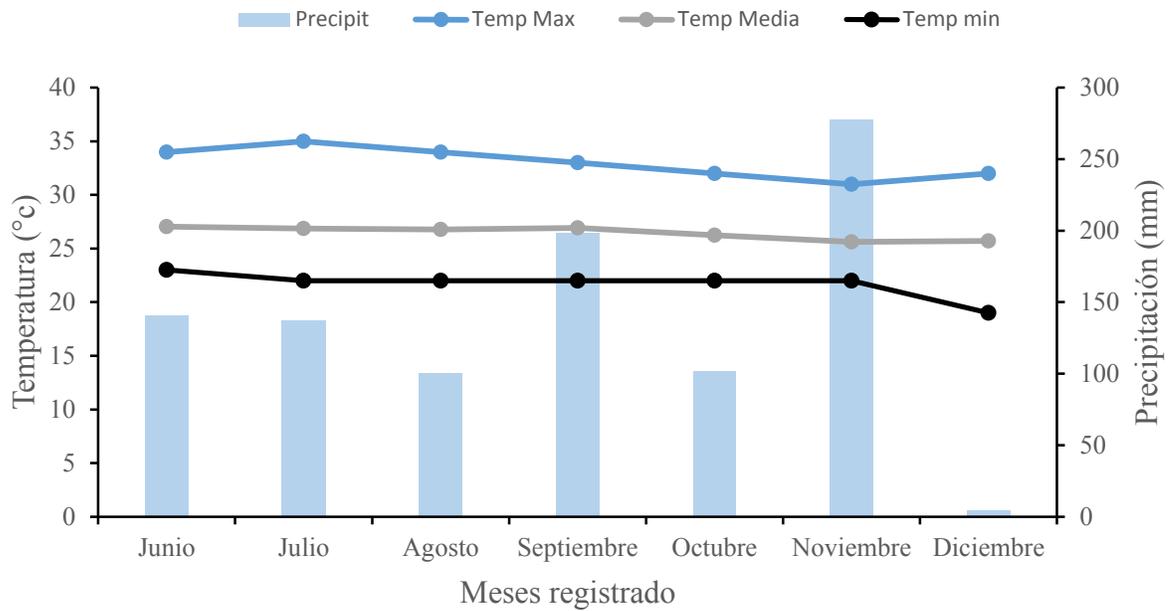
Anexo 7. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de incidencia del síntoma necrosis apical en las hojas de aguacate.

Variedades	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Benik	6	0.66	0.83	0.26	1.80	0.5861
Booth-8	6	0.15	0.25	0.00		
Ticomo	6	0.31	0.31	0.28		
Corns-island	6	0.41	0.49	0.25		

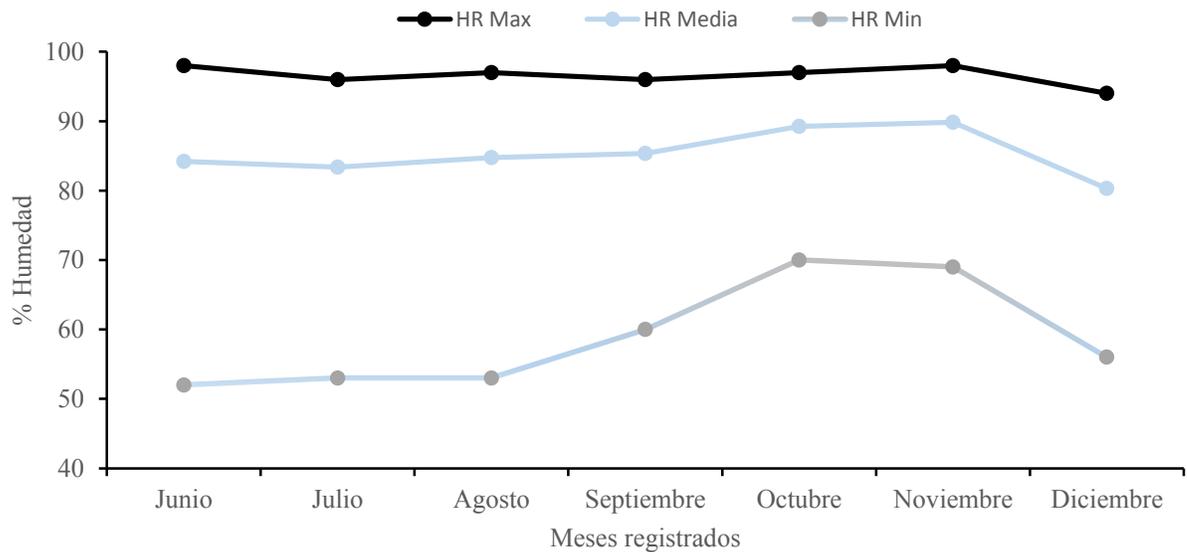
Anexo 8. Condiciones climáticas presentadas en la Finca El Plantel de junio a diciembre 2020

		Periodo de toma de datos						
Variables climáticas		Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temperatura ° C	Máx	34	35	34	33	32	31	32
	Med	27	26.9	26.8	26.9	26.3	25.6	25.7
	Mín	23	22	22	22	22	22	19
Humedad relativa %	Máx	98	96	97	96	97	98	94
	Med	84.2	83.4	84.8	85.3	89.2	89.8	80.3
	Mín	52	53	53	60	70	69	56
Precipitación mm	Acumulado	140.8	137.2	100	198.1	101.7	277.4	4.2

Anexo 9. Condiciones de precipitación y temperatura de junio a diciembre registradas. Finca El Platel 2020



Anexo 10. Porcentaje de humedad relativa registrada en la finca El Platel de junio - diciembre 2020.



Anexo 11. Resultados del diagnóstico de agentes microbianos de laboratorios de Microbiología y Nematología (UNA).

Diagnóstico de muestras de hojas. Primer diagnóstico 13 octubre 2020. Laboratorio de Microbiología.

Muestra	Bacterias identificadas	Hongos identificados
M1. V. Corns-island Síntoma 7. Bordes necróticos	<i>Bacillus spp</i>	<i>Fusarium spp</i> <i>Candida spp</i> <i>Curvularia spp</i> <i>Nigrospora spp</i> <i>Phoma spp</i>
M2. V Benik Síntoma 3 Manchas cuadráticas	<i>Bacillus spp</i>	<i>Fusarium spp</i> <i>Pestalotia spp</i>
M3. V. Corns-island Síntoma. 10 Manchas circulares color café	<i>Sarcinas spp</i>	<i>Pestalotia spp</i> <i>Curvularia spp</i>
M4. V. Benik Síntoma. 8 Necrosis apical	<i>Bacillus spp</i>	<i>Pestalotia spp</i>

Diagnóstico de muestras de hojas. Segundo diagnóstico del 26 de febrero, 2021. Laboratorio de Microbiología.

Muestras	Bacterias	Hongos
Síntoma 4 Manchas formando anillos	<i>Bacillus sp</i>	<i>Pestalotia sp</i>
Síntoma 5 Antracnosis	<i>Bacillus sp</i>	<i>Curvularia sp</i> <i>Nigrospora sp</i>
Síntoma 11 Manchas negras poco pronunciadas en el has y en vez de la hoja	<i>Bacillus sp</i>	<i>Curvularia sp</i>
Síntoma 10 Manchas circulares color café	<i>Bacillus sp</i>	<i>Camarosporium sp</i> <i>Pestalotia sp</i>
Síntoma 8 Necrosis apical	<i>Bacillus sp</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Bacillus sp</i>	<i>Pestalotia sp</i> <i>Candida sp</i>

Diagnóstico de muestras de suelo para análisis de nemátodos. 26 de febrero, 2021.
Laboratorio de Nematología.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Resultados Extracción de Nematodos de suelo

I.- Información General

Nombre de contacto: _____
 Correo del contacto: _____
 Empresa: _____
 Nombre del productor: _____
 Nombre de la finca: _____
 Ubicación de la finca: Tipitapa
 Cultivo: Aguacate - Plantel
 Muestra: Suelo
 Aplicación: _____
 Fecha: 24 de agosto de 2021

II Resultados

Cultivo	Variedad	Géneros registrados en 200 g de suelo			
		<i>Rotylenchus ssp</i>	<i>Helicotylenchus ssp</i>	<i>Scutellonema ssp</i>	<i>Criconemoides ssp</i>
Aguacate	Boot 8	630	-----	75	45
Aguacate	Ticomo	75	45	-----	-----
Aguacate	Benik	495	-----	-----	-----
Aguacate	Corn island	150	-----	135	45

III. Observaciones/comentarios

Este informe es el resultado de la suma de los nematodos registrados en suelo. Los datos expresados en este reporte corresponden a 200 gramos de suelo.

Los géneros que se registraron en las muestras analizadas corresponden a *Rotylenchus ssp*, *Helicotylenchus ssp*, *Scutellonema ssp* y *Criconemoides ssp*. Los nematodos encontrados son considerados de gran importancia económica afectando plantaciones de diversos cultivos.

Ing. Markelyn Rodriguez Zamora MSc.
Docente DPAF-FAGRO
Responsable Laboratorio Nematología Agrícola

Diagnóstico de muestras de raíz para análisis de nemátodos. 26 de febrero, 2021. Laboratorio de Nematología.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Resultados Extracción de Nematodos de Tejido

I.- Información General

Nombre de contacto: _____
 Correo del contacto: _____
 Empresa: _____
 Nombre del productor: _____
 Nombre de la finca: _____
 Ubicación de la finca: Tijitapa
 Cultivo: Aguacate - Plantel
 Muestra: Raiz
 Aplicación: _____
 Fecha: 24 de agosto de 2021

II. Resultados

Cultivo	Varietal	Generos registrados en 20 g de raíz
Aguacate	Boot 8	No se registro genero de nematodos fitoparasitos
Aguacate	Tycomo	No se registro genero de nematodos fitoparasitos
Aguacate	Benik	No se registro genero de nematodos fitoparasitos
Aguacate	Batista	No se registro genero de nematodos fitoparasitos

Ing. Markelyn Rodriguez Zamora MSc.
 Docente DPAF-FAGRO
 Responsable Laboratorio Nematología Agrícola

Anexo 12. Metodología de recolección de tejido vegetal para laboratorio. Según el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia Agropecuaria (INTA-COSTA RICA), (2017).

La recolección de muestras que serán entregadas a laboratorio para identificación de agentes fitopatógenos se debe realizar el siguiente procedimiento:

El tejido vegetal (frutos, tallo, raíz, follaje) debe de tomarse primordialmente con síntomas, es decir con la manifestación visible de la enfermedad y signos (esporulación u otra manifestación visible del patógeno) y debe de tener tanto tejido afectado como sano, esto con la finalidad de ejecutar en el laboratorio los aislamientos para hongos y bacterias, los cuales deben de provenir de tejido vegetal donde se visualice el avance de la enfermedad (tejido sano + tejido afectado). El material recolectado y representativo debe de introducirse en bolsas plásticas con una toalla o papel periódico levemente humedecido, trasladarse al laboratorio en condiciones frescas y evitar los rayos directos del sol.