

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROPECUARIA



**EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE
ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN CANTÓN MIRA, CARCHI.**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR

Edwin Anderson Pantoja Solano

DIRECTORA

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Ibarra - 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

**EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL
CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN CANTÓN
MIRA, CARCHI.**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTOR



FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|---|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 040192814-8 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Pantoja Solano Edwin Anderson | | |
| DIRECCIÓN: | Bolivar- Carchi, calle Gran Colombia y Av. Mantilla | | |
| EMAIL: | eapantojas@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | 062-287661 | TELÉFONO MÓVIL: | 0995237013 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|---|
| TÍTULO: | EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) EN CANTÓN MIRA, CARCHI. |
| AUTOR (ES): | Pantoja Solano Edwin Anderson |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 19-10-2023 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero Agropecuario |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD. |

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

Edwin Anderson Pantoja Solano
C.I. 040192814-8

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Pantoja Solano Edwin Anderson, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de octubre de 2023.



Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 19 días del mes de octubre del 2023

Edwin Anderson Pantoja Solano: “Evaluación de plagas y enfermedades en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en cantón Mira, Carchi.” Trabajo de titulación. Ingeniería Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra a los 19 días del mes de septiembre del 2023. 103 páginas.

Directora: Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue la evaluación de plagas y enfermedades que se encuentran presentes en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en el cantón Mira, Carchi.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Determinar la dinámica poblacional de artrópodos plaga y enemigos naturales encontrados en el cultivo de arándano. 2. Cuantificar la incidencia y severidad de enfermedades presentes en el cultivo de arándano. 3. Proponer estrategias para el manejo agroecológico de plagas en el cultivo de arándano.

.....
Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Directora de Trabajo de Grado

.....
Edwin Anderson Pantoja Solano

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien me ha mantenido sano en todo el proceso de estudio, el cual ha sido mi refugio en aquellos momentos difíciles, y me ha dado la fortaleza y el valor de seguir adelante venciendo todas las adversidades.

Gracias a mis padres, por ser los principales motores apoyándome siempre para poder cumplir mis sueños, por confiar y creer en mí y en mis capacidades como persona, por los consejos, valores y principios que me han inculcado siempre los cuales me hacen llegar hasta este punto en mi carrera como estudiante.

También agradezco a cada uno de los docentes de la Carrera de Agropecuaria, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de toda mi vida estudiantil, en donde a pesar de las circunstancias siempre pudieron guiarme en mis estudios, de manera especial, al tutor de mi proyecto de investigación Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD. y a mis asesoras, Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc, y Ing. Magali Cañarejo, PhD. quienes me han guiado con su paciencia, rectitud y conocimientos como docentes.

Es así que también, quiero agradecer a la empresa MIRANDANOS S.A por haberme abierto las puertas de su finca en el sector de Santa Isabel, en el Cantón Mira, y en especial al Ing. Walterus Berentzen gerente propietario de la misma, el cual me permitió realizar mi investigación en su finca.

Finalmente quiero agradecer a todos aquellos amigos que me ayudaron de una manera desinteresada, u estuvieron en todo el proceso hasta poder llegar a este momento tan especial, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Anderson P.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Edilma Solano y Edwin Pantoja que por su sacrificio, trabajo, tiempo, comprensión y paciencia en todos estos años han sabido entenderme y apoyarme, gracias a ello he logrado cumplir uno de mis sueños. Con su apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional. Es un orgullo y privilegio ser su hijo muchas gracias por todo.

Anderson P.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------|
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xvi |
| RESUMEN..... | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| CÁPITULO I..... | 19 |
| INTRODUCCIÓN..... | 19 |
| 1.1 REVISIÓN DE ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE..... | 19 |
| 1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 22 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 22 |
| 1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES..... | 22 |
| 2 CAPITULO II..... | 23 |
| MARCO TEÓRICO..... | 23 |
| 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ARÁNDANO..... | 23 |
| 2.1.1 Origen y distribución..... | 23 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL ARÁNDANO (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) | |
| 24 | |
| 2.2.1 Características morfológicas del arándano..... | 24 |
| 2.2.2 Especies comerciales del arándano..... | 24 |
| 2.2.3 Descripción botánica de la planta de arándanos..... | 25 |
| 2.3 FENOLOGÍA DEL ARÁNDANO..... | 25 |
| 2.3.1 Crecimiento vegetativo..... | 26 |
| 2.3.2 Inducción floral y brotamiento vegetativo..... | 26 |
| 2.3.3 Estados fenológicos..... | 26 |
| 2.3.4 Polinización..... | 26 |

| | | |
|----------------|--|----|
| 2.4 | CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DE ARÁNDANOS | 26 |
| 2.5 | MANEJO DEL CULTIVO..... | 27 |
| 2.5.1 | Preparación del suelo | 27 |
| 2.5.2 | Elaboración de camas | 27 |
| 2.5.3 | Elaboración del acolchado | 28 |
| 2.5.4 | Siembra | 28 |
| 2.5.5 | Riego | 28 |
| 2.5.6 | Fertilización | 28 |
| 2.6 | PLAGAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO..... | 29 |
| 2.6.1 | Amenaza de Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , Pergande) en el arándano | 29 |
| 2.6.1.1 | Medidas de manejo de Trips | 30 |
| 2.6.1.2 | Ciclo de vida de los trips | 30 |
| 2.6.2 | Amenazas de Arañita Roja (<i>Tetranychus urticae</i> - Koch, 1836)..... | 32 |
| 2.6.2.1 | Medidas de manejo de <i>Tetranychus urticae</i> | 32 |
| 2.6.2.2 | Ciclo de vida | 33 |
| 2.6.3 | Amenaza de Pulgones (<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>) en el cultivo de arándano. | 34 |
| 2.6.3.1 | Medidas de manejo para el pulgón | 34 |
| 2.6.3.2 | Ciclo de vida | 35 |
| 2.6.4 | Amenazas de la Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> .)..... | 36 |
| 2.6.4.1 | Medidas de manejo para la mosca blanca | 36 |
| 2.6.4.2 | Ciclo de vida | 36 |
| 2.6.5 | Enrollador de las hojas (<i>Lepidoptera: Tortricidae</i>) <i>Eulias</i> , <i>Proeulias</i> | 38 |
| 2.6.5.1 | Medidas de manejo para el enrollador de hojas | 38 |
| 2.6.5.2 | Ciclo de vida del enrollador de hojas | 39 |
| 2.6.6 | Chinche parda de los frutales (Hemiptera: <i>Coreidae</i>) | 39 |
| 2.6.6.1 | Medidas de manejo para la chinche parda de los frutales | 40 |
| 2.6.6.2 | Ciclo de vida | 41 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.6.7 | Gusanos cortadores (Lepidoptera: <i>Noctuidae</i>) Polillas nocturnas | 42 |
| 2.6.7.1 | Medidas de manejo para la mosca blanca | 43 |
| 2.6.7.2 | Ciclo de vida | 43 |
| 2.7 | ENFERMEDADES | 43 |
| 2.7.1 | Pudrición gris (<i>Botrytis cinerea</i>) de flores y frutos | 43 |
| 2.7.1.1 | Ciclo de Botrytis cinerea | 44 |
| 2.7.1.2 | Manejo de Botrytis cinerea | 44 |
| 2.7.2 | Pudrición radical (<i>Phytophthora cinnamomi</i>)..... | 45 |
| 2.7.2.1 | Ciclo de Phytophthora cinnamomi | 46 |
| 2.7.2.2 | Manejo de Phytophthora cinnamomi | 46 |
| 2.7.3 | Muerte regresiva (<i>Phomopsis vaccinii</i>) (fase asexuada: <i>Diaporthe vaccinii</i>). 47 | |
| 2.7.3.1 | Ciclo de Phomopsis vaccinii | 47 |
| 2.7.3.2 | Manejo de Phomopsis vaccinii | 48 |
| 2.7.4 | Antracnosis del fruto (<i>Colletotrichum acutatum</i>)..... | 48 |
| 2.7.4.1 | Ciclo de Antracnosis | 49 |
| 2.7.4.2 | Manejo de Antracnosis | 49 |
| 2.7.5 | Tizón de los tallos (<i>Pestalotia vaccinii</i>). | 49 |
| 2.7.5.1 | Ciclo de la enfermedad | 49 |
| 2.7.5.2 | Manejo de la enfermedad | 50 |
| 2.7.6 | Tizón bacteriano (<i>Pseudomonas syringae</i>)..... | 50 |
| 2.7.6.1 | Ciclo de la enfermedad | 51 |
| 2.7.6.2 | Manejo de la enfermedad | 51 |
| 2.7.7 | Cancrosis del cuello (<i>Fusicoccum parvum</i> ; fase asexuada: <i>Botryosphaeria corticis</i>). 51 | |
| 2.7.7.1 | Ciclo de la enfermedad | 52 |
| 2.7.7.2 | Manejo de la enfermedad | 52 |
| 2.8 | MONITOREO DE PLAGAS | 52 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.8.1 | Monitoreo Directo..... | 53 |
| 2.8.2 | Monitoreo Indirecto | 53 |
| 2.8.3 | Trampas cromáticas | 53 |
| 2.8.3.1 | Atracción Selectiva de Insectos mediante Trampas Cromáticas..... | 53 |
| 2.9 | IMPLEMENTACIÓN DE UN MIP | 54 |
| 3 | CAPITULO III | 55 |
| | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 55 |
| 3.1 | CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 55 |
| 3.1.1 | Características edafoclimáticas..... | 55 |
| 3.1.2 | Ubicación geográfica | 55 |
| 3.2 | MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS..... | 56 |
| 3.3 | MÉTODOS..... | 57 |
| 3.3.1 | Población | 57 |
| 3.3.2 | Unidad de observación..... | 57 |
| 3.3.3 | Análisis estadístico. | 59 |
| 3.3.3.1 | Variables a evaluar..... | 59 |
| 3.3.4 | Propuesta de manejo agroecológico | 60 |
| 3.3.4 | Manejo del experimento | 61 |
| | Establecimiento del experimento..... | 61 |
| | Identificación de lotes | 61 |
| | Identificación de plantas. | 61 |
| 3.4 | ESTRATEGIAS PARA UN MANEJO AGROECOLÓGICO | 62 |
| 4 | CAPITULO IV | 63 |
| | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 63 |
| 4.1 | DETERMINACIÓN DE LAS PLAGAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO | 63 |
| 4.1.1 | Hallazgos del monitoreo directo | 63 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| 4.1.1.1 | Porcentaje de incidencia de Cochinilla, Curculionidae, Mosca Blanca y Pulgones | 63 |
| 4.1.2 | Severidad de plagas presentes en el cultivo..... | 66 |
| 4.1.3 | Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga <i>Phyllofaga</i> sp., <i>Heliothis</i> sp., Gusano enrollador de la hoja, <i>Agrothis</i> sp..... | 68 |
| 4.1.4 | Porcentaje de Severidad de gusanos plaga..... | 70 |
| 4.2 | PORCENTAJES DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES PRESENTES EN EL CULTIVO | 72 |
| 4.2.1 | Severidad de enfermedades..... | 74 |
| 4.2.2 | Enfermedades grupo 2 | 76 |
| 4.2.2.1 | Incidencias | 76 |
| 4.2.3 | Severidad de enfermedades..... | 78 |
| 4.3 | MONITOREO INDIRECTO | 80 |
| 4.3.1 | Trampas cromáticas | 80 |
| 4.3.2 | Trampas de luz..... | 82 |
| 4.3.3 | Red..... | 83 |
| 4.4 | ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLOGÍA DE PLAGAS | 84 |
| 5 | CAPÍTULO V | 86 |
| | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 86 |
| 5.1 | CONCLUSIONES | 86 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES | 88 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA | 89 |
| 7 | ANEXOS | 100 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cultivo de arándano. | 27 |
| Figura 2. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , P) en estado adulto. | 30 |
| Figura 3. Ciclo de vida del trips (<i>F. occidentalis</i>)..... | 31 |
| Figura 4. Colonia de <i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836) en hoja de fresa. | 32 |
| Figura 5. Ciclo de vida de <i>Tetranychus</i> spp. | 33 |
| Figura 6. Áfido presente en la parte foliar del cultivo..... | 34 |
| Figura 7. Ciclo de vida de los pulgones | 35 |
| Figura 8. Adultos de mosca blanca: Izquierda: <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . Derecha: (<i>Bemisia tabaci</i>)..... | 36 |
| Figura 9. Ciclo biológico de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)...... | 37 |
| Figura 10. Etapas del enrollador de hoja: A) Larva de <i>Proeulia</i> en fruto y B) <i>Proeulia</i> en hoja de arándano. | 38 |
| Figura 11. Ciclo de vida de gusano enrollador..... | 39 |
| Figura 12. Adulto de chinche parda en planta de arándano. | 40 |
| Figura 13. A) Adultos y ninfas de chanchito blanco sobre planta y bajo la corteza y B) sobre fruto de arándano. | 40 |
| Figura 14. Ciclo de vida de la chinche parda | 42 |
| Figura 15. Gusanos cortadores en el cultivo: A) Larvas de gusanos cortadores y B) larva en cuello de planta de arándano..... | 42 |
| Figura 16. Pudrición gris en arándano. A la izquierda, necrosis en hoja. A la derecha, necrosis en flor causada por <i>Botrytis cinerea</i> | 44 |
| Figura 17. Pudrición radical: A) huerto de arándanos con síntomas de infección. B), raíz con pudrición causados por (<i>Phytophthora cinnamomi</i>). | 46 |
| Figura 18. Síntomas característicos causados por <i>Phomopsis vaccinii</i> en tallos de arándano | 47 |
| Figura 19. Antracnosis del fruto. | 48 |
| Figura 20. Antracnosis en arándano: A la izquierda, frutos deshidratados y con acérvulos anaranjados. A la derecha, epidermis del fruto con estados reproductivos de <i>Colletotrichum acutatum</i> (France, 2017). | 49 |
| Figura 21. Tizón presente en los tallos. | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Tizón bacteriano presente en el cultivo: A la izquierda, Tizón bacteriano en plantas de arándano, brote necrosado. A la derecha, lesiones necróticas en hojas producidas por <i>Pseudomonas syringae</i> (France, 2017). | 50 |
| Figura 23. Cancrosis del cuello del cultivo: A la izquierda, síntomas causados por <i>Fusicoccum parvum</i> , con muerte de ramas en planta de arándano. A la derecha, necrosis en el tallo (France, 2017)..... | 52 |
| Figura 24. Ubicación del área de estudio. | 56 |
| Figura 25. Lote 1, ubicado en la zona noreste del predio en la Finca Mirandanos | 58 |
| Figura 26. Lote 2, en estado fenológico de floración ubicado en la parte norte del predio. | 58 |
| Figura 27. Lote 3, en estado fenológico de floración ubicado en la parte norte del predio. | 59 |
| Figura 28. Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 1 en el cultivo de arándano en Mira, Carchi..... | 64 |
| Figura 29. Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 2 en el cultivo de arándano en mira, Carchi. | 64 |
| Figura 30. Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 3 en el cultivo de arándano en mira, Carchi. | 65 |
| Figura 31. Porcentaje de severidad de las plagas en el cultivo de arándano | 66 |
| Figura 32. Porcentaje de severidad de Cochinilla, Curculionidae, Mosca Blanca y Pulgones con respecto al número de lote monitoreado en el cultivo de arándano en Mira, Carchi.... | 67 |
| Figura 33. Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga <i>Phyllofaga sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i> , Gusano enrollador de la hoja., <i>Agrothis sp.</i> , con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 1. | 68 |
| Figura 34. Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga <i>Phyllofaga sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i> , Gusano enrollador de la hoja, <i>Agrothis sp.</i> , con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 2. | 69 |
| Figura 35. Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga <i>Phyllofaga sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i> , Gusano enrollador de la hoja, <i>Agrothis sp.</i> , con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 3 en Mira-Carchi..... | 69 |
| Figura 36. Porcentaje de severidad de gusanos plaga <i>Phyllofaga sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i> , Gusano enrollador de la hoja, <i>Agrothis sp.</i> , con respecto al número de monitoreo realizado..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Figura 37. Porcentaje de severidad de gusanos plaga <i>Phyllofaga sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i> , Gusano enrollador de la hoja, <i>Agrothis sp.</i> , con respecto al número de lote realizado en Mira-Carchi. | 71 |
| Figura 38. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 1 en Mira-Carchi. | 72 |
| Figura 39. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 2 en Mira-Carchi | 73 |
| Figura 40. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 3 en Mira-Carchi. | 73 |
| Figura 41. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el cultivo de arándano en Mira-Carchi..... | 74 |
| Figura 42. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de lote Mira-Carchi. | 75 |
| Figura 43. Porcentaje de incidencia de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 1..... | 77 |
| Figura 44. Porcentaje de severidad de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 2..... | 77 |
| Figura 45. Porcentaje de incidencia de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 3..... | 78 |
| Figura 46. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al monitoreo en el cultivo de arándano en Mira-Carchi. | 79 |
| Figura 47. Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto número de lote en el cultivo de arándano en Mira-Carchi. | 79 |
| Figura 48. Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 1. | 80 |
| Figura 49. Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 2. | 81 |
| Figura 50. Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 3. | 81 |
| Figura 51. Número de especímenes encontrados por cada orden en trampa de luz colocada en el cultivo de arándano en Mira-Carchi. | 82 |
| Figura 52. Monitoreo en red por barrido entomológico. | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica del arándano (<i>V. corymbosum</i>) | 24 |
| Tabla 2. Tipos de variedades comerciales del arándano..... | 25 |
| Tabla 3. Nutrientes para el cultivo de arándano | 29 |
| Tabla 4. Duración de los estadios de desarrollo de <i>Frankliniella occidentalis</i> P. con una temperatura de 25 °C -30 °C. | 31 |
| Tabla 5. Descripción de la ubicación política y geográfica de área de estudio. | 55 |
| Tabla 6. Características climáticas del área..... | 55 |
| Tabla 7. Materiales, Equipos, y Herramientas..... | 56 |
| Tabla 8. Descripción del manejo del experimento | 61 |
| Tabla 9. Análisis ADEVA de la severidad de las diferentes plagas en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi..... | 66 |
| Tabla 10. Análisis ADEVA de la severidad de los diferentes gusanos plaga en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi. | 70 |
| Tabla 11. Análisis ADEVA de la severidad de enfermedades en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi. | 74 |

EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN CANTÓN MIRA, CARCHI.

Autor/es: Edwin Anderson Pantoja Solano

Directora de trabajo de titulación: Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Universidad Técnica del Norte

Correo: epantojas@utn.edu.ec

RESUMEN

El cultivo de arándano, aunque emergente en Ecuador, enfrenta desafíos significativos debido a la falta de información sobre el manejo integral de plagas y enfermedades que lo afectan. Este estudio, centrado en el cantón Mira, provincia de Carchi, Ecuador, se propuso evaluar las plagas y enfermedades en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) y establecer estrategias para su manejo agroecológico. La metodología adoptada fue de naturaleza cualitativa y descriptiva, implementando una investigación de campo en 3 lotes, cada uno con plantas en distintas etapas fenológicas, y utilizando 30 plantas por lote para el muestreo. Se evaluaron variables como la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, mediante monitoreo directo bisemanal y monitoreo indirecto utilizando trampas cromáticas y luminosas. Los hallazgos revelaron que plagas como la mosca blanca, cochinillas, gusano enrollador y especies de Curculionidae, así como enfermedades como antracnosis, atizonamiento, muerte regresiva y pudrición gris, fueron predominantes en términos de presencia e incidencia a través de las fases fenológicas evaluadas. Este estudio no solo cumplió con su objetivo de evaluar las plagas y enfermedades en el cultivo de arándano en la región, sino que también estableció una base fundamental para el desarrollo de estrategias de manejo integrado, específicamente orientadas a abordar los problemas fitosanitarios identificados. Además, los resultados obtenidos proporcionan un marco referencial para futuras investigaciones y para la creación de programas de manejo de plagas y enfermedades que sean sostenibles y adaptativos a las condiciones locales, contribuyendo así al fortalecimiento de la producción de arándanos en Ecuador.

Palabras clave: producción, manejo integral, plagas, enfermedades, etapas fenológicas

EVALUATION OF PESTS AND DISEASES IN BLUEBERRY CROPS (*Vaccinium corymbosum* L.) IN CANTON MIRA, CARCHI.

Author: Edwin Anderson Pantoja Solano

Director of degree work: Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Universidad Técnica del Norte

Mail: eapantojas@utn.edu.ec

ABSTRACT

The cultivation of blueberries, although emerging in Ecuador, faces significant challenges due to a lack of information regarding the comprehensive management of pests and diseases that affect it. This study, focused on the canton Mira, province of Carchi, Ecuador, aimed to evaluate the pests and diseases in the cultivation of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and establish strategies for its agroecological management. The adopted methodology was of a qualitative and descriptive nature, implementing a field investigation in 3 lots, each with plants at different phenological stages, and using 30 plants per lot for sampling. Variables such as the incidence and severity of pests and diseases were evaluated, through biweekly direct monitoring and indirect monitoring using chromatic and light traps. Findings revealed that pests such as whitefly, scale insects, leafroller worm, and species of Curculionidae, as well as diseases like anthracnose, blight, regressive death, and gray rot, were predominant in terms of presence and incidence through the evaluated phenological phases. This study not only achieved its objective of evaluating the pests and diseases in the blueberry cultivation in the region but also established a fundamental basis for the development of integrated management strategies, specifically aimed at addressing the identified phytosanitary problems. Furthermore, the obtained results provide a referential framework for future research and for the creation of pest and disease management programs that are sustainable and adaptive to local conditions, thus contributing to the strengthening of blueberry production in Ecuador.

Keywords: production, integrated management, pests, diseases, phenological stages.

CÁPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 REVISIÓN DE ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE

El arándano o blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), es una fruta con elevado valor nutricional, con forma de baya esférica y de color negro azulado (García et al., 2018). Los arándanos en sus diferentes variedades corresponden al género *Vaccinium*, de la familia Ericaceae, donde *Vaccinium corymbosum* L. es la especie con mayor extensión en el hemisferio norte, particularmente en Euro Asia, Europa Central y Norte América. No obstante, este también ha cobrado espacios en algunos países de América del Sur, Madagascar y África (Gonzáles, 2018).

En términos de producción, datos aportados por investigadores como Álvarez et al. (2020) indican que la manufactura mundial es liderada por Estados Unidos y Canadá, con el 88% de la producción total. De la misma manera Zanni (2019), expresa que Canadá y Estados Unidos, disponen el liderazgo de mayor superficie dedicada a este cultivo, con 54535 ha y 37555 ha, respectivamente. Para el año 2020 según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, hubo una producción de 139 136 millones de kilogramos para el mercado de procesamiento y 154.9 millones de kilogramos para el mercado de productos frescos, siendo entonces el principal productor de arándano en el mundo. United States Department of Agriculture (USDA, 2021), menciona que otros de los datos reportados por esta entidad revelan que otros países que poseen un importante porcentaje en la producción de arándanos son: México, Chile, Perú, Uruguay, Argentina, Guatemala, Brasil y Colombia.

A pesar de que la producción de arándanos en Ecuador data a finales del año 2015, estableciéndose como una producción reciente, ha tenido una rápida expansión en el área. De modo que, en el 2021 la producción fue de 750 toneladas, distribuidas en aproximadamente 50 hectáreas en siete provincias del país (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022). Cultivo que se estableció en zonas climáticas de Sierra y Costa, de manera específica en áreas con bajas temperaturas en la noche y altas temperaturas durante el día. La empresa Agrícola Oro Azul, fue pionera en la producción de este fruto, cuando inició con 3000 plantas de la variedad Biloxi, en una finca ubicada en Carchi (Gonzáles, 2018).

Sullca et al. (2018) expone que agentes como plagas y enfermedades presentes en este cultivo podrían originar pérdidas en la producción de este cultivo. García et al. (2018), señala como principales la Cacoecia (*Cacoecimorpha pronubana*- Hübner, 1799), Mosca del Vinagre (*Drosophila Suzukii*- Matsumura, 1931), Gusano del arándano (*Rhagoletis mendax*- Curran, 1932), Gusano del Cerezo (*Grapholita packardi*- Zeller, 1875), Prodiplosis (*Prodiplosis vaccinii* – Felt, 1926) e incluso los pájaros. El arándano en su ciclo productivo puede ser afectado por variadas enfermedades que ejercen implicaciones como afectaciones a la calidad del fruto y merma del rendimiento final. Dentro de las principales enfermedades que afectan al arándano, se encuentran enfermedades fúngicas como *Colletotrichum* sp., Botritis o Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana*- De Bary, 1945), fase asexual: Botrytis (*Botrytis cinérea*- Whetzel, 1945), Monilia (*Monilia* sp.), Fomopsis (*Phomopsis*

vaccinii- Shear et al., 1931), Fitóstora (*Phytophthora* spp.), Alternaria (*Alternaria* sp.), así como la virosis y micoplasmosis (García et al., 2018).

Pernía y Sanabria (2021), al considerar la gran variedad de plagas y enfermedades que pueden afectar el cultivo de arándano mencionan que, resulta necesario la aplicación de un Manejo Integrado de Plagas (MIPE) el cual considere conjuntos de acciones y técnicas que parten desde la identificación o diagnóstico de la plaga o enfermedad, hasta la implementación de agroquímicos o productos específicos según la condición existente en los cultivos. Dentro de este Programa de Manejo Integrado de plagas, existen métodos indirectos de monitoreo que buscan prevenir y evitar los daños ocasionados por el patógeno. Mientras que el método directo engloba todas las medidas que actúan de forma directa sobre el patógeno (Iberf, 2019).

Basándonos en lo previamente expuesto, el monitoreo directo de trips (*Thysanoptera*) se concentra en las yemas más tiernas y las flores, mediante el procedimiento de agitar dichas partes sobre superficies de contraste, llevando a cabo el recuento de los individuos visualizados (Valerio, 2014). En contraposición, como método indirecto empleado en el control de plagas, se recurre a trampas cromáticas o luminosas (Vivas et al., 2017). Investigaciones que han empleado trampas de tipo Jackson han logrado la captura de ejemplares de mosca de la fruta, con el propósito de facilitar la vigilancia de su propagación. Otros investigadores, como Farfán (2016), han recomendado la utilización de trampas de tipo espejo para la detección y el análisis de plagas que afectan a los cultivos, como hembras adultas de polillas y coleópteros.

En lo que respecta a las trampas de luz, estas han alcanzado una amplia difusión en la captura de adultos de lepidópteros y se emplean con gran frecuencia en investigaciones y estudios que abordan la variación de la población de diversas plagas, incluyendo insectos de la orden Homoptera. Del mismo modo, las trampas cromáticas han demostrado su contribución al monitoreo y la reducción de la incidencia de plagas. Como señala Jiménez (2009) en su estudio, ciertos insectos muestran una fuerte atracción hacia colores específicos, por ejemplo, la mosca blanca se siente atraída por el amarillo intenso, mientras que los trips responden al azul vibrante.

El diagnóstico de enfermedades esencialmente se realiza mediante un proceso de monitoreo directo, como se destaca en el estudio de López y sus colaboradores (2021), quienes recomiendan llevar a cabo este procedimiento al menos una vez por semana como buena práctica. En este contexto, se enfatiza la trascendental importancia del monitoreo, ya que permite tener en consideración los umbrales económicos que indican el momento óptimo para implementar medidas de control (Flores, 2018). Por otro lado, Farfán (2016) sugiere la utilización de una bitácora como herramienta para determinar la población de plagas. En esta bitácora se registran los porcentajes de infestación, tomando en cuenta la cantidad de insectos identificados en la planta, así como el porcentaje de incidencia, considerando el número de frutos, hojas y raíces afectados. Este registro se complementa también con una bitácora que registra la aplicación de agroquímicos u otros productos relacionados con el control de plagas.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Díaz (2019), debido a su reciente introducción en el mercado, el cultivo de arándano ha generado un conocimiento limitado entre los productores acerca de los problemas relacionados con la fitosanidad, plagas y enfermedades que pueden afectar directa o indirectamente su producción. Estos problemas fitosanitarios no solo pueden causar daños durante la etapa de crecimiento del cultivo, sino que también pueden manifestarse semanas previas a la cosecha, lo cual tiene consecuencias importantes, como la disminución tanto en la cantidad como en la calidad de los frutos cosechados. En situaciones más graves, la planta puede dejar de producir hasta que se recupere de la enfermedad, llegando incluso a morir, lo que conlleva a pérdidas sustanciales en la inversión realizada.

A nivel mundial según Bustillo (2018), se han reportado pérdidas económicas de alrededor de 30% en cosecha y post cosecha, gran parte asociada a la enfermedad producida por *Alternaria* sp. En Estados Unidos, *Drosophila suzukii* (Matsumura) ha ocasionado pérdidas sobre los 500 millones de USD (Kirschbaum et al., 2018). López et al. (2021) indican por ejemplo que las cochinillas (*Pseudococcus elisae*- Borchsenius, 1947) y la Chiza (*Ancognatha scarabaeoides*- Erichson, 1847) genera pérdidas aproximadas del 30%, mientras que la investigadora Alcalde (2019) expone que las pérdidas asociadas a las distintas plagas pueden llegar al 67% del total de la fruta descartada. García et al. (2018), estiman que entre las plagas y las enfermedades las primeras son las más predominantes en un 96.95% como agentes que ocasionan pérdidas del fruto de arándano, en el caso de la monilia (*Monillia* sp.) la pérdida de la cosecha puede llegar a 100%.

En el caso de Ecuador, al ser una especie de reciente introducción, abarca gran cantidad de problemas para el control de plagas y enfermedades es así que Díaz y Schuldes (2013) mencionan que el arándano es susceptible a varias enfermedades que pueden alterar su desarrollo, acortar su vida productiva y afectar la calidad y cantidad de fruta, perjudicando de forma directa e indirecta de manera económica a su productor. De tal manera, al no existir un monitoreo previo a la realización del cultivo, al presentar presencia de plagas o enfermedades se realiza la aplicación de agroquímicos para el control de los mismos.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Resulta indispensable efectuar un oportuno diagnóstico de plagas y enfermedades por parte del agricultor. Dado que, el monitoreo tiene como finalidad conocer el estado sanitario del cultivo, la evolución de la población de las mismas y controlar la efectividad de las medidas adoptadas (Mitidieri y Polack, 2012). De tal manera que el agricultor pueda medir la densidad y estimar la distribución de plagas y/o enfermedades presentes en su cultivo, observando así la evolución y las repercusiones que tendrá en el mismo. Lo que justifica que se busque estudiar alternativas de monitoreo en el cultivo. Además, con respecto al control seguimiento de plagas y enfermedades Farfán (2016) especifica que este es determinante para poder lograr un óptimo rendimiento del cultivo de arándano.

González (2018), menciona que dentro del cantón Mira ubicada en la provincia de Carchi se inició un proceso de cultivo de arándano el cual está enfocado en el aprovechamiento de las

condiciones climáticas para un mejor rendimiento de dicho cultivo, sin embargo, es importante tratar temas sobre plagas que inciden en el cultivo debido al escaso conocimiento que tiene la población mireña sobre esta temática. De esta manera la población estará influenciada en realizar una evaluación integral de las plagas, precisando las que se presentan en esta zona, los efectos que generan y dinámica poblacional.

En este estudio se efectúa un abordaje de los distintos esquemas de monitoreo de plagas y enfermedades en el arándano, considerando buenas prácticas para determinar la dinámica poblacional de artrópodos plaga y enemigos naturales encontradas en el cultivo de Arándano, así como precisar los niveles de severidad e incidencia con las que se presentan enfermedades en los cultivos de arándanos.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Evaluar las plagas y enfermedades que se encuentran presentes en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en el cantón Mira, provincia del Carchi.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dinámica poblacional de artrópodos plaga y enemigos naturales encontrados en el cultivo de arándano.
- Cuantificar la incidencia y severidad de enfermedades presentes en el cultivo de arándano.
- Proponer estrategias para el manejo agroecológico de plagas en el cultivo de arándano.

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Qué tipo de plagas se encuentran presentes en el cultivo de arándano?
- ¿Cuáles son los síntomas que presentan las plantas de arándano al ataque de una plaga o enfermedad?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ARÁNDANO

La especie (*Vaccinium corymbosum*- Linneo 1753), comúnmente conocida como arándano, es un fruto originado en arbustos pertenecientes al género *Vaccinium* y se clasifica dentro de la familia de la Ericáceas, con aproximadamente 450 especies. Dentro del género mencionado, se identifican más de treinta especies, pero apenas tres han alcanzado relevancia comercial. Entre las tres especies de arándanos se encuentran arándano ojo de conejo o “rabbiteye” (*Vaccinium ashei* Reade, 1931), arándano bajo o lowbush (*Vaccinium angustifolium*- Aiton, 1811) y el arándano alto o highbush (*Vaccinium corymbosum*- Linneo). En términos de producción, estas especies representan aproximadamente 5%, 8% y 80% respectivamente del total de la producción de arándanos (Jaramillo, 2019).

2.1.1 Origen y distribución

El origen específico de *V. corymbosum* han sido objeto de investigación y debate por lo que su origen aun es poco claro, sin embargo, se ha sugerido que este cultivo podría tener su origen en diferentes partes del mundo, las investigaciones genéticas y filogenéticas sugieren que su centro de origen más probables se encuentra en América del Norte (Hancock et al., 2012). Campbell y colaboradores (2013), mencionan que estudios genéticos revelan que *V. corymbosum* muestra una mayor diversidad genética en población es de América del Norte lo que respalda la hipótesis del origen en esta región. Además, se ha encontrado evidencia del uso de este cultivo históricamente por parte de las tribus indígenas de América del Norte, que empleaban el arándano en su alimentación y plantas medicinales (Eaton et al., 2010). De esta manera la distribución actual de *V. corymbosum* es extensa y abarca una variedad de regiones geográficas; principalmente, esta especie se encuentra en América del Norte, donde se distribuye de manera amplia en áreas que abarcan desde el este de Canadá hasta el sureste de los Estados Unidos, llegando hasta el norte de México (Polashock et al., 2014). Mientras que por esfuerzos de cultivos y expansión de su producción en otras regiones como Europa, Asia y América del Sur se ha logrado satisfacer la demanda global de arándanos (Ercislo, 2007).

La expansión de la distribución geográfica del arándano se ha visto facilitada por su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y su capacidad para prosperar en diversas regiones (Strik et al., 2007). Es así que, la distribución de este cultivo en Ecuador se basa en las condiciones climáticas y una geografía apropiada para su cultivo en las distintas regiones ecuatorianas. Según investigaciones de Viteri y colaboradores (2020), el cultivo de arándanos se ha extendido principalmente en la Sierra Central y Sierra Norte del Ecuador, donde se han establecido plantaciones comerciales. La altitud y clima templado de estas zonas favorecen al desarrollo de la planta y la calidad de los frutos. El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (MAG, 2019), ha señalado que la producción de arándanos en el país ha experimentado un aumento evidente, consolidándose como un

importante cultivo poco tradicional, que genera impactos económicos significativos en comunidades locales.

2.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.)

La especie de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), pertenece a la familia Ericaceae (Tabla 1), se caracteriza por ser un arbusto erecto o rastrero, su origen se encuentra en la costa de América del Norte, donde se ha desarrollado de forma silvestre desde tiempos ancestrales. Ha sido objeto de interés y domesticación desde principios del siglo XX convirtiéndose en una de las primeras especies en ser cultivada de manera controlada (García et al., 2018).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del arándano (V. corymbosum).

| Clasificación taxonómica | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnolipsida |
| Orden | Ericales |
| Familia | Ericaceae |
| Género | <i>Vaccinium</i> |
| Especie | <i>Vaccinium corymbosum</i> L. |

2.2.1 Características morfológicas del arándano

El arándano, en particular su fruto, exhibe propiedades distintivas, su baya es de forma esférica, presenta una variación de tonalidades que abarca desde el azul hasta el negro azulado. Las dimensiones de estas bayas oscilan entre 0.7 y 1.5 centímetros y cuentan con una pequeña cicatriz seca que permanece una vez que se desprenden del pedúnculo durante la cosecha. Además, la epidermis del arándano exhibe una secreción denominada pruina, como reporta Luján et al. (2018). Otra característica destacable de esta planta es su patrón de rendimiento escalonado durante los primeros cuatro años de cosecha. En otras palabras, durante el primer año, la producción puede ser de aproximadamente un kilogramo por planta, pero al cuarto año, este rendimiento puede aumentar significativamente, llegando incluso a 3.5 kilogramos por planta. Además, se ha observado que el periodo productivo de la planta de arándano abarca un intervalo de tiempo que oscila entre 10 y 15 años (González, 2018).

2.2.2 Especies comerciales del arándano

Las variedades de arándanos (Northern highbush y Southern highbush) que se producen comercialmente disponen de ciertas diferencias en el contexto botánico, según García et al. (2018) estas se refieren principalmente al hábitat donde se desarrollan, no obstante, morfológicamente son similares (Pinedo, 2018) (Tabla 2).

Tabla 2*Tipos de variedades comerciales del arándano.*

| Variedades | Tiempo de cosecha | | | |
|--------------------------|---|---|----------------|-------------|
| | Temprano | Medio | Medio-tardío | Muy tardío |
| Northern highbush | Blue moon, Blue one, Duke, Blue ribbon | Blue moon, Cosmopolitan, Osorno, Top shelf, Roxy blue | Calipso, Cargo | Last call |
| Southern highbush | Rocio, Ventura, Emerald, Corona, Farthing | Scintilla, Snow chaser, Primadonna | San Joaquín | San Joaquín |

2.2.3 Descripción botánica de la planta de arándanos

- **Flores**

Estas se presentan en racimos de 6 a 10 yemas, son terminales o axilares. La corola es acampanada conformada por cuatro a cinco pétalos fusionados, por lo general de color blanco, aunque puede según puede presentarse en algunos cultivares tonos rosas. La cantidad de estambres presenten en la flor puede ser de ocho a diez (García et al., 2018). En relación con la caracterización bioquímica del fruto del arándano, Luján et al. (2018) determinó una gran variedad de fenoles, de manera particular los flavonoides como flavonas, flavonoles, proantocianidinas y antocianidinas.

- **Hojas**

Son alternas y simples, pediceladas y cortas, de aproximadamente 5 cm de longitud, los colores pueden ir desde un verde oscuro a uno más pálido, sin embargo, en la época de otoño dependiendo de la variedad pueden presentar un color rojizo a amarillento (García et al., 2018).

- **Raíz**

Está compuesto por un sistema radical es superficial y el 80% de esta se ubica entre los primeros 40 cm, estas son finas y fibrosas, caracterizada por no presentar pelos absorbentes (García et al., 2018).

- **Fruto**

Se trata de una falsa baya esférica con un diámetro que oscila entre 1-3 cm; posee en su interior aproximadamente 20 a 100 semillas cuyo peso varía de 0.5 a 4.0 g. El proceso de maduración de los frutos pasa por diferentes coloraciones, siendo indicador de la maduración el tono azul (García et al., 2018).

2.3 FENOLOGÍA DEL ARÁNDANO

Comprender la fenología del arándano es esencial para optimizar su cultivo y cosecha, ya que influye en la floración, la fructificación y la calidad de los frutos.

2.3.1 Crecimiento vegetativo

El crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos partes vegetativo y reproductivo. Rivadeneira y Carlazara (2011), especifican cuatro etapas de crecimiento vegetativo donde el primero es la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercero el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarto una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos.

2.3.2 Inducción floral y brotamiento vegetativo

Los tipos de brotes que emergen del arándano son diferentes y se requieren conocerlos para su correcto manejo. Los brotes normales poseen yemas vegetativas que se formaron el año anterior. Los vigorosos son aquéllos que emergen desde la corona o de yemas mayores de un año, y los anticipados se forman en yemas brotadas en el mismo año. Éstos últimos caracterizan a una planta recién podada en verde (Bañados et al., 2007).

2.3.3 Estados fenológicos

Las etapas de crecimiento reproductivo son seis: primero se tiene una yema hinchada que dará origen a las flores y posteriormente la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero son botones florales con la corola cerrada, cuarto flor en plena floración con la corola abierta, quinta caída de la corola y cuaje del fruto y sexto fruto verde (Meyer y Prinsloo, 2003).

2.3.4 Polinización

Las abejas y abejorros tienen un papel fundamental en la polinización de las plantas y, por lo tanto, en la producción de fruta, así que no es de extrañar que la apicultura se haya convertido en un instrumento efectivo, económico y natural para aumentar la cantidad de fruta producida en las plantaciones de arándanos, para potenciar la polinización de estos frutales se debe fomentar la presencia de ambos insectos (Gayo, 2012).

Si en la finca o en su entorno existen zonas de vegetación silvestre se debe conservar parte de ella, ya que esta flora atraerá a abejas y abejorros hasta las proximidades de la plantación, un ejemplo práctico sería no eliminar las franjas de matorral que con tanta frecuencia aparecen en los bordes de los caminos o en los lindes entre propiedades. Si, por el contrario, nuestra finca no tuviese presencia de matorral silvestre o a pesar de tenerla no se contase con una población suficientemente amplia de abejas y abejorros, se podrán colocar colmenas para aumentar la cantidad de estos insectos y mejorarla polinización. Las colmenas deben estar en la plantación durante la fase de polinización, pero no es necesario que estén durante la temporada de cosecha, de este modo no coincidirán en la finca con el personal encargado de la recolección. Plantas de arándano tras la realización de la poda inicial durante su primer año de vida (Gayo, 2012).

2.4 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DE ARÁNDANOS

El arándano (Figura 1) se da de manera amplia en zonas del hemisferio norte, específicamente en EE. UU y Canadá, también ha tenido desarrollo en áreas como Eurasia,

Europa Central, algunas especies en África y Madagascar, adicionalmente se ha presentado una expansión hacia América del Sur en países como Chile, Perú, Uruguay, Argentina e incluso Ecuador ha incursionado en su producción (Álvarez et al., 2020). El consumo del arándano ha presentado un vertiginoso crecimiento, esto se debe a que posee alto contenido de antocianinas, antioxidantes, bajas calorías y flavonoles, los cuales son favorables para la salud.

Figura 1

Cultivo de arándano.



El intervalo bioclimático en el que se desarrolla está entre los 7° C a 33 C°, de este rango el óptimo para su crecimiento es desde los 16 °C a 25 °C, así como suelos ácidos que dispone de un pH que oscile entre a 4.0 y 5.0, franco arenosos o arcillosos, arenosos, en los cuales se coloca la planta por lo general en superficies tipo camellones (Ormazábal et al., (2020).

2.5 MANEJO DEL CULTIVO

2.5.1 Preparación del suelo

En la preparación de suelo para el establecimiento del arándano, se deben considerar las distintas acciones físicas para modificar las características del suelo que afectan el desarrollo de la planta y la promoción del uso de métodos agroecológicos para conservar la biodiversidad en el sistema productivo (Morales, 2017).

Además, para Garren (1997), se debe realizar el arado, y aflojando a una profundidad 0.40 a 0.60 m, seguido de implementación de abonos verdes para mejorar las características del suelo.

2.5.2 Elaboración de camas

Morales (2017), recomienda confeccionar camellones (30 - 50 cm de alto y 1 m de ancho), acondicionar su textura y estructura con aserrín de pino grueso, corteza de pino, capotillo de arroz o viruta en dosis que van entre 200 a 800 m³ /ha, o bien usar compost u otras enmiendas

orgánicas que permitirán que las raíces exploren libremente la superficie, cubriendo los espacios con raíces. Se debe reestructurar el camellón cada 3 años, realizando un rastraje entre las hileras y aporcando sobre el camellón, agrupando alrededor de las raíces suelo, generalmente, de mayor calidad.

2.5.3 Elaboración del acolchado

Ormazábal et al. (2020) mencionan al acolchado como “mulching” el cual consiste en cubrir las camas con materiales orgánicos (aserrín, paja) o sintéticos (plásticos). De tal manera que se faciliten las labores culturales del cultivo.

2.5.4 Siembra

Se pueden encontrar densidades altas de plantas en distribuciones de 0.65 entre plantas y 2 m entre hileras, albergando una cantidad sobre las 6000 plantas en cada hectárea, sin embargo, también se consiguen plantaciones con menos de 3 000 plantas por hectárea, con plantas separadas por distancias de 1.2 m y las hileras de hasta 3.5 m (Ormazábal et al., 2020).

2.5.5 Riego

Uribe (2013), menciona que el arándano posee un sistema de raíces fibrosas, de desarrollo superficial que alcanza los 60 o 70 cm de profundidad, con pocos pelos radicales y cuya densidad de raíces se concentra en los primeros 30 cm, determinando así que la zona de mayor absorción de agua (profundidad de raíces efectiva) se encuentra generalmente en los primeros 25 a 30 cm del perfil del suelo. De tal manera que es recomendable utilizar el método de riego por goteo.

2.5.6 Fertilización

Hirzel (2017), menciona que el manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de arándanos. En la Tabla 3 se puede evidenciar los requerimientos edáficos del arándano.

Tabla 3*Nutrientes para el cultivo de arándano.*

| Unidad | Nutriente | Óptimo | |
|-----------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | Franco arenoso a franco limo –arenoso | Franco limosa a franco arcillosa |
| ppm | N inorgánico | 15 a 30 | 20 a 40 |
| | N mineralizarle | 20 a 40 | 30 a 50 |
| | P | < 15 | < 20 |
| | S | < 8 | < 10 |
| | Fe | 4 a 10 | 5 a 15 |
| | Mn | 2 a 5 | 4 a 10 |
| | Zn | 0.8 a 1.5 | 1 a 2 |
| | Cu | 0.4 a 1 | 0.4 a 1 |
| | B | 0.6 a 1.5 | 0.8 a 1.6 |
| | Ca intercambiable | 4 a 8 | 6 a 10 |
| cmol (+) /kg | Mg intercambiable | 0.8 a 2 | 1 a 3 |
| | K intercambiable | 0.30 a 0.50 | 0.4 a 0.6 |
| | Na intercambiable | < 0.30 | < 0.6 |

Nota: ppm =partes por millón

Fuente: Hirzel (2017).

2.6 PLAGAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO

Las plagas en el cultivo de arándanos representan un desafío constante para los agricultores, debido a que pueden causar daños significativos en los rendimientos y la calidad de la fruta. Como señala Smith et al. (2018), "las plagas en el arándano pueden incluir insectos como la mosca de la fruta *Drosophila suzukii*- Matsumura y malezas que compiten por los recursos del suelo". Estos problemas pueden tener un impacto económico significativo en la industria de los arándanos (Johnson y Johnson, 2020). Lo que subraya la importancia de desarrollar estrategias efectivas de manejo de plagas en este cultivo. En este contexto, este apartado explorará las principales plagas que afectan a los arándanos.

2.6.1 Amenaza de Trips (*Frankliniella occidentalis*, Pergande) en el arándano

Las plagas de trips (Figura 2) representan una amenaza significativa para los cultivos de arándanos, ya que dañan las flores y los frutos mediante la inserción de su estilete, lo que a menudo provoca deformidades en la estructura debido a la liberación de su saliva tóxica. La prevención de sus ataques es esencial, y su presencia está vinculada al número de formas móviles por flor, siendo más comunes en condiciones de sequía y con un aumento de la temperatura (Martínez, 2011). Se ha documentado la existencia de depredadores naturales efectivos para el control de los trips, como *Orius sp.* y *Aleothisrips intermedius* (Bagnall, 1934).

Figura 2

Trips (Frankliniella occidentalis, P) en estado adulto.



2.6.1.1 Medidas de manejo de Trips

- **Sistema de monitoreo:** Para detectar presencia y determinar densidades se deben tomar 100 flores por hectárea, sacudirlas sobre una superficie negra y plana y contar el número de individuos, este monitoreo se puede repetir cada 10 o 15 días, dependiendo de las poblaciones y época del año (Cisternas, 2016).
- **Manejo:** Según Cisternas (2016), en su manejo podemos utilizar diferentes tipos de control como son:
 - a) **Control cultural:** Mantener el huerto con una reducida presencia de malezas o plantas hospederas tales como correhuela, yuyo, rábano, diente de león, etc., para reducir poblaciones y mantener enemigos naturales.
 - b) **Control biológico:** Otros trips depredadores, crisopas, chinches y ácaros
 - c) **Control químico:** Aplicar productos registrados en las dosis y épocas de ataque.

2.6.1.2 Ciclo de vida de los trips

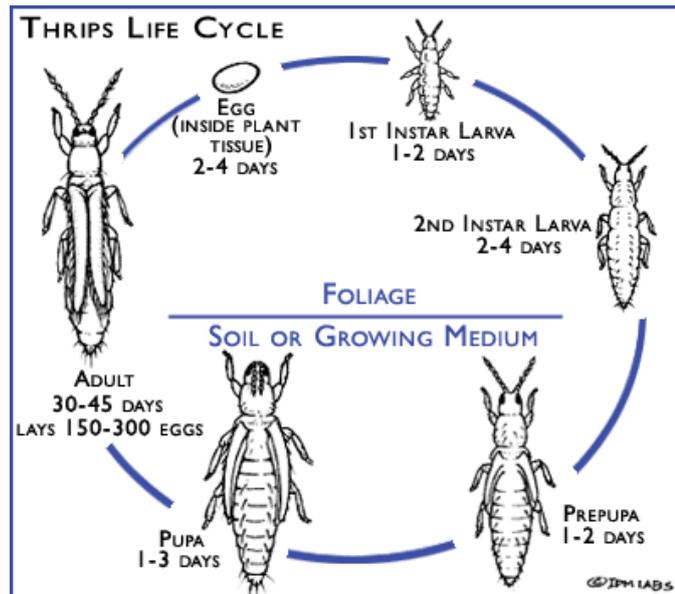
La biología de los trips comprende una serie de transformaciones como parte de su desarrollo que afecta no solo su forma física, sino también sus funciones y modo de vida, a este tipo de cambios se le conoce como metamorfosis (figura 3). Durante ese proceso de transformaciones, pueden o no causar daños a los cultivos, dependiendo de su estadio o fase larval; en particular, se sabe que sus estadios dañinos son las ninfas y los adultos.

Su hábitat o lugares donde viven son diversos hallándose en hojarasca, tallos secos, agallas, cápsulas de frutos, hojas, musgos, líquenes y ramas colgantes muertas. De igual manera sus

hábitos alimenticios son varios, siendo la mayoría fitófagos, mientras otros pueden ser fungívoros, consumidores de polen o depredadores, e incluso, omnívoros. La duración del ciclo de vida depende de la temperatura (Tabla 4), de la humedad relativa, de la planta hospedera, así como de la calidad y cantidad de alimento disponible. En la tabla 4 y en la figura 3 se mencionan y observan los estadios por los que atraviesa el insecto y el lugar donde se desarrolla en una plantación de aguacate.

Figura 3

Ciclo de vida del trips (F. occidentalis).



Fuente: Labs (2019).

Los adultos raspan la epidermis de flores, hojas tiernas y pequeños frutos con tamaños como una cabeza de fósforo. Las hembras, además de alimentarse, ponen los huevos en las flores y causan deformaciones. En el estado de adulto, los trips duran de 40-75 días las hembras y los machos, de 30-50 días (Calderón, 2016).

Tabla 4

Duración de los estadios de desarrollo de Frankliniella occidentalis P. con una temperatura de 25 °C -30 °C.

| ESTADIOS | DURACIÓN EN DÍAS | TEJIDO DONDE HABITA |
|-----------------|------------------|------------------------|
| Huevo | 2-4 | Hojas tiernas y flores |
| Ninfa I | 1-2 | Hojas tiernas y flores |
| Ninfa II | 3-5 | Hojas tiernas y flores |
| Pre pupa | 1 | Suelo |
| Pupa | 2-4 | Suelo |
| Pre ovoposición | 2 | Hojas tiernas y flores |

| | |
|------------------------------------|-------|
| Longevidad de la hembra | 40-75 |
| Longevidad del macho | 30-50 |
| Ciclo de desarrollo (huevo-adulto) | 9-16 |

Fuente: Calderón (2016).

2.6.2 Amenazas de Arañita Roja (*Tetranychus urticae*- Koch, 1836).

La araña roja se presenta en cualquier momento, aunque su daño es más severo durante la época seca. Las hojas toman un color bronceado y la planta no crece. En el envés de las hojas se pueden encontrar arañitas muy pequeñas que se mueven (figura 4). El daño aparece primero en las hojas viejas y su control es muy difícil por la rápida inducción de resistencia a los productos utilizados, así como los problemas de residuos en los frutos (Martínez, 2011).

Figura 4

Colonia de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) en hoja de fresa.



Fuente: Martínez (2011).

2.6.2.1 Medidas de manejo de *Tetranychus urticae*

- **Sistema de monitoreo:** se registra con uno, dos o tres signos «+» los 3 niveles de abundancia de arañuela. Presencia de algunas arañuelas aisladas en folíolos (+). Abundante presencia sin formar colonias y sin presencia de daño en hoja visible (++) . Colonias con tela y daño visible en hojas (+++) (Polack, 2012).
- **Manejo:** Según Cisternas (2016), en su manejo podemos utilizar diferentes tipos de control como son:
- **Estrategias preventivas:**
 - a) Sacar y quemar residuos de cosecha afectados.
 - b) Eliminar malezas hospederas cercanas a los invernaderos.

c) Aplicar azufre espolvoreando las orillas y entre pasillos principalmente en la temporada seca.

• **Control:**

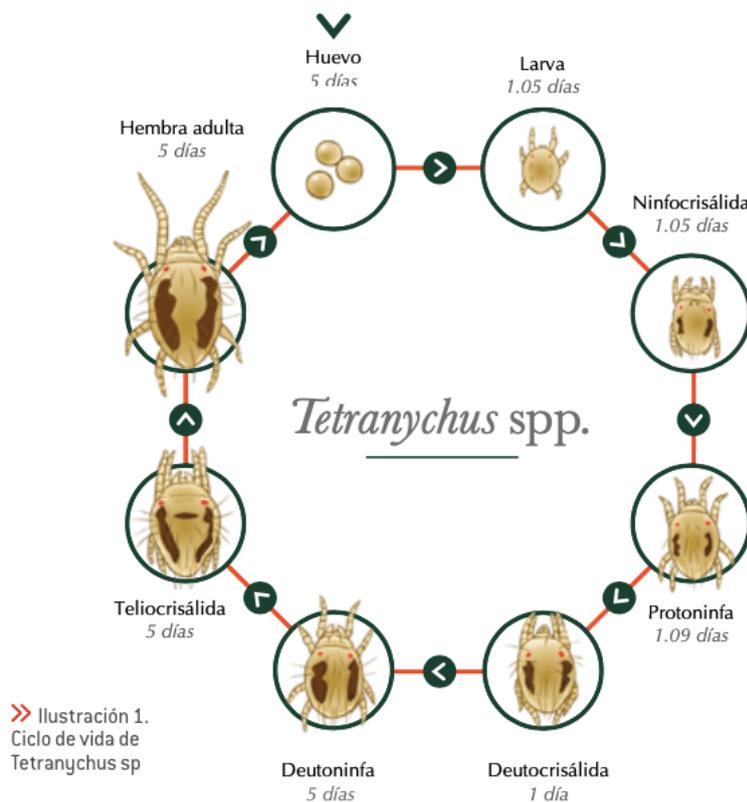
- a) Muestrear directamente en el follaje para detectar las puntuaciones principalmente el envés de las hojas abarcando todas las orillas del invernadero.
- b) Realizar tratamientos localizados con acaricidas más azufre en los primeros brotes utilizando suficiente agua.
- c) Equilibrar los niveles de humedad relativa de 50 a 70% durante el día.
- d) Realizar mezclas de repelentes como el ajo y canela mezclados con azufres (gránulos dispersables).
- e) Al detectar el primer brote, aplicar a todo el invernadero.

2.6.2.2 Ciclo de vida

Siendo muy corto su ciclo de vida y su capacidad reproductiva y de dispersión muy alta, puede destrozarse toda una plantación en un corto período de tiempo. Cada hembra adulta llega a poner unos 100-120 huevos, 3-5 huevos por día. Normalmente completa su ciclo en 9 días. Como se muestra en la figura 5 (Fasulo y Denmark, 2009).

Figura 5

Ciclo de vida de Tetranychus spp.

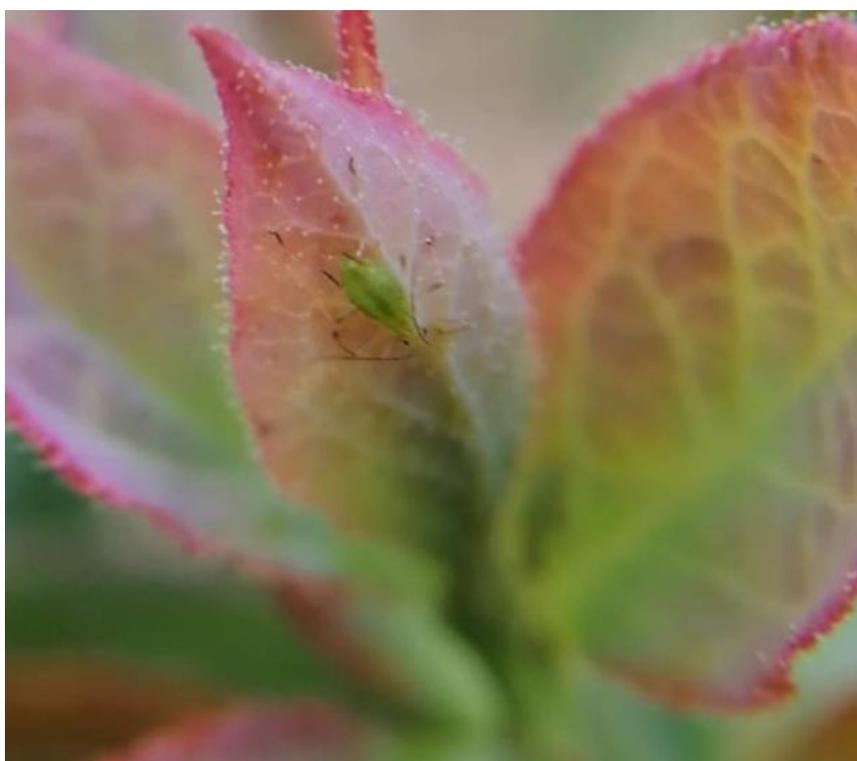


2.6.3 Amenaza de Pulgones (*Chaetosiphon fragaefolii*) en el cultivo de arándano.

La succión de savia por parte de *C. fragaefolii* representa un daño significativo para las plantas, ya que interrumpe su crecimiento, por lo cual facilita la propagación de enfermedades virales como la virosis. La prevalencia de estas plagas se ve favorecida por condiciones climáticas secas dado que estimulan el aumento de sus poblaciones, como se observa en la Figura 6. Para el control de estas plagas, se han identificado varios insecticidas efectivos tanto sistémicos como de contacto, entre los cuales destacan el Methomil, Malathion y Endosulfan (Martínez, 2011).

Figura 6

Áfido presente en la parte foliar del cultivo



2.6.3.1 Medidas de manejo para el pulgón

- **Sistema de monitoreo:** en forma semanal se debe monitorear el cultivo revisando las plantas para determinar la presencia de pulgones, en especial en las hojas más jóvenes. Además, conviene observar si los pulgones están parasitados. Es importante también registrar la presencia y el tamaño de los focos de pulgones en el cultivo (Giménez et al., 2003).
- **Manejo:** Como medida alternativa de control, se deben mantener las malezas controladas en el cultivo y sus alrededores. El control químico se aplica ante la detección de la plaga y solo en el foco, salvo que la presencia de pulgones sea generalizada y justifique la cura de todo el cuadro. Si se observan pulgones parasitados no realizar ningún tratamiento químico, salvo que se detecte mayor

incidencia de la plaga en la siguiente revisión del cultivo. Si se resuelve curar, se debe usar un plaguicida efectivo respetando el tiempo de espera (Giménez et al., 2003).

2.6.3.2 Ciclo de vida

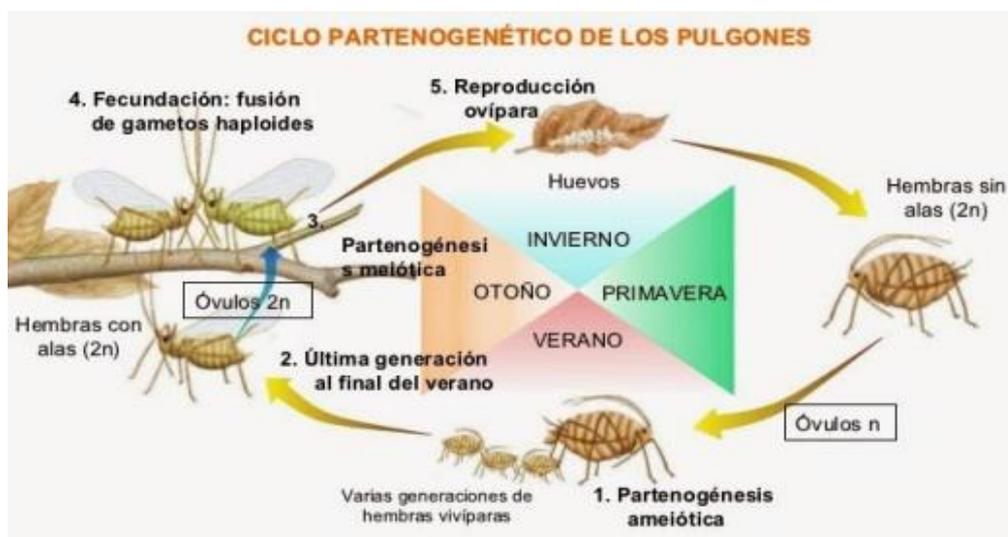
Los pulgones exhiben un ciclo de vida de gran complejidad, presentando adultos alados o no, además de una amplia variedad de colores. Cuando la reproducción es asexual, los pulgones jóvenes emergen como ninfas ya desarrolladas y, de manera inmediata, comienzan a alimentarse de la savia de la planta, experimentando un rápido crecimiento, como se ilustra en la Figura 7. En cambio, en el caso de la reproducción sexual, los pulgones depositan huevos que pasan por un período de hibernación. En entornos de invernadero, la reproducción puede llevarse a cabo mediante partenogénesis, con hembras vivíparas no fecundadas que continúan generando nuevas cohortes de hembras. Durante su desarrollo, los pulgones sufren cuatro mudas, en cada una de las cuales desprenden una capa de piel blanca, lo que delata su presencia en el cultivo (KOPPERT, 2020).

El pulgón verde de las solanáceas en su fase adulta se caracteriza por su tamaño considerable y su esbelto cuerpo, presentando sifones largos de color verde, extremidades largas y una cauda alargada. Por lo general, los adultos ostentan un color verde, aunque en ciertas circunstancias pueden adquirir tonalidades rosadas o rojas, particularmente en el caso del tomate, según su dieta. Además, las alas de estos pulgones pueden teñirse de rojo (KOPPERT, 2020).

Los ejemplares jóvenes de los pulgones verdes de las solanáceas, que carecen de alas, suelen medir entre 1.7 y 3.6 mm de longitud y exhiben una característica franja oscura que discurre longitudinalmente a lo largo de su dorso. En los individuos de tonalidad verde, esta franja se presenta en un matiz verde oscuro, mientras que en los ejemplares rosados adquiere una tonalidad rojo oscuro, especialmente notoria en las ninfas. Los pulgones inmaduros cuentan con una fina capa de polvo o cera de tonalidad gris blanquecina. Cabe destacar que estos insectos abandonan de inmediato la planta al ser tocados (KOPPERT, 2020).

Figura 7

Ciclo de vida de los pulgones.



2.6.4 Amenazas de la Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*.)

La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*.) es una de las plagas más ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo donde afecta más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestre (figura 8), los daños que causa se deben a diversos efectos del insecto en las plantas atacadas, como el debilitamiento de la planta por la extracción de nutrientes; problemas fisiológicos causados por el biotipo B de *B. tabaci* (e.g. madurez irregular en tomate y plateado en cucurbitáceas); la excreción de sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento de hongos sobre las plantas (i.e. *fumagina*); y la transmisión de begomovirus (*Geminiviridae*) (Cuellar y Morales, 2006).

Figura 8

Adultos de mosca blanca: Izquierda: *Trialeurodes vaporariorum*. Derecha: (*Bemisia tabaci*).



Fuente: Coello et al. (2020)

2.6.4.1 Medidas de manejo para la mosca blanca

- **Sistema de monitoreo:** se cuenta el número de adultos en el envés de las 2 hojas superiores. Es necesario distinguir en este recuento las 2 especies posibles teniendo en cuenta las características morfológicas diferenciales de los adultos. Se cuenta también el número de ninfas en 2 folíolos elegidos al azar en el estrato foliar de la 5ta - 6ta hoja completamente desarrollada contando desde el ápice. Se revisa los estratos inmediatos inferiores al anterior para observar las pupas como forma de confirmar la presencia de *B. tabaci* (Polack, 2012).

2.6.4.2 Ciclo de vida

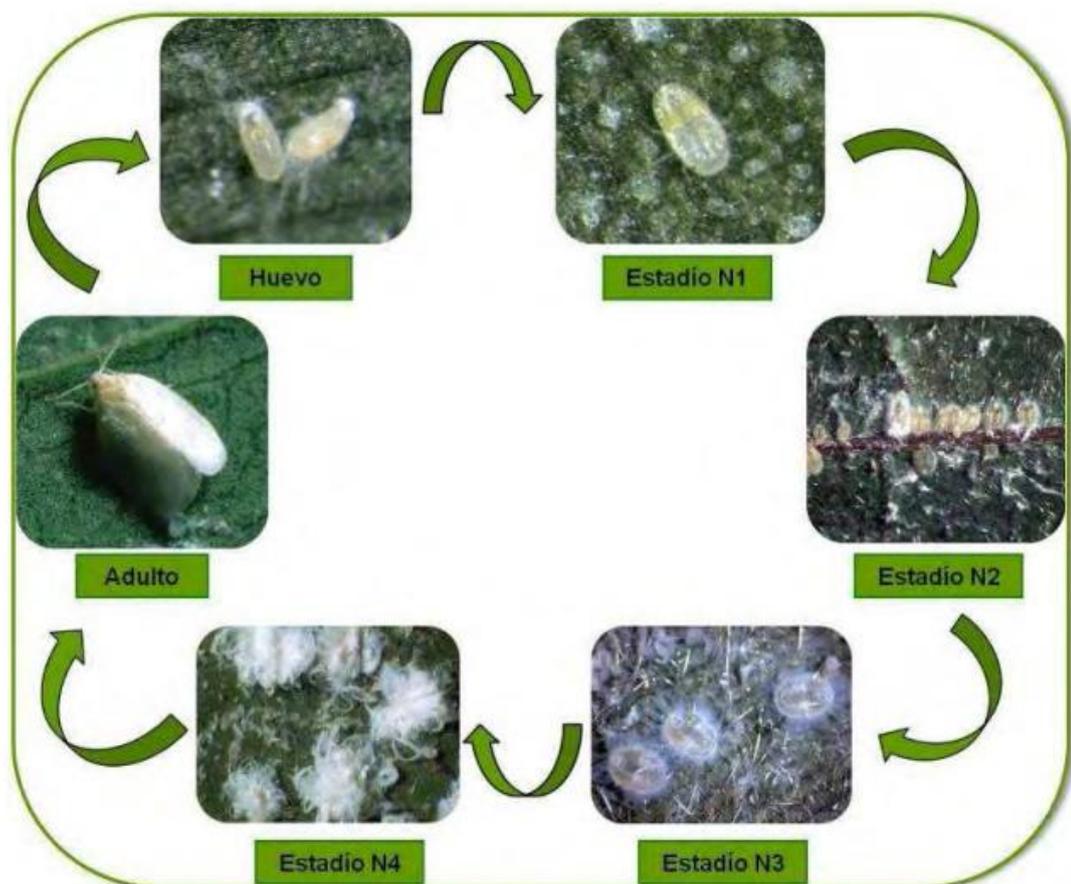
La mosca blanca es una plaga de los tomates de invernadero. Los adultos y ninfas se ubican en el envés de las hojas, especialmente apicales. El primer estadio ninfal es el único

móvil. El segundo y tercer estadio ninfal son similares en forma y color, variando en tamaño. Su ciclo biológico incluye los estados de huevo, cuatro estadios ninfales, pupa y adulto, el cual dura 28 días aproximadamente cuando las temperaturas son de 20-22°C. Si las temperaturas son inferiores el ciclo dura más. La identificación del insecto se puede observar en la figura 9. A continuación detallaremos como son sus estadios según (Estay, 2018):

- **Adulto:** Cuerpo, patas y antenas de color amarillo. Alas color blanco. De aproximadamente 2 mm de largo. Se ubican en el envés de la hoja.
- **Huevos:** Traslúcidos a amarillentos recién puestos. En pleno desarrollo se tornan negros. De preferencia se ubican en el envés de las hojas apicales. Al ovipositar deja una delgada capa cerosa sobre los huevos lo cual facilita su identificación en terreno.
- **Ninfas:** Luego de la eclosión del huevo, el cuerpo es blanco y verde a medida que se desarrollan. En el último estadio ninfal larval son de color verde intenso, apareciendo una mancha rosada en el dorso. Al emerger tienen un tamaño de 0,84 mm de largo y 0,15 mm de diámetro. En pleno desarrollo alcanzan 8 mm de largo.
- **Pupas:** La pupa es de color blanco opaco, con ojos rojos. Es en esta fase cuando se distingue entre las distintas especies de moscas blancas de la familia Aleyrodidae

Figura 9

Ciclo biológico de mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum.).



Fuente: Estay (2018).

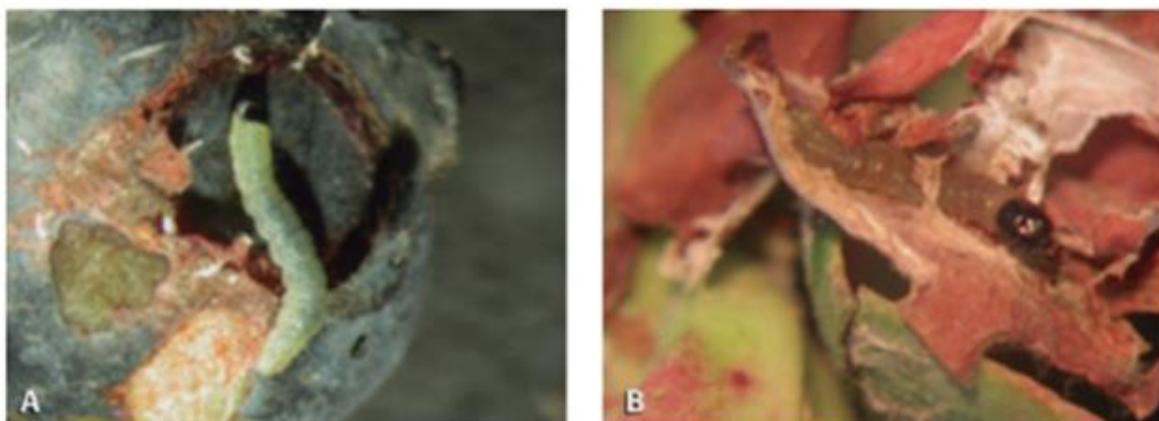
2.6.5 Enrollador de las hojas (*Lepidoptera: Tortricidae*) *Eulias, Proeulias*

Proeulia spp.

Estas especies de mariposas nativas tendrían a lo menos dos a tres generaciones al año, las que podrían ser alternadas en distintos hospederos. La mayor relevancia es su condición cuarentenaria. Su incidencia sobre el cultivo ha sido regularmente baja, sin embargo, la tasa de rechazos es alta. Se estima que son varias las especies asociadas al cultivo. Estas mariposillas nocturnas de 2 cm de expansión alar presentan vistosos colores ocre, dorados, café y naranja con algunas bandas blancas y grises. Las hembras ponen sus huevos blancos en grupos sobre las hojas, a medida que transcurren los días los huevos se tornan amarillentos, anaranjados y algo negruzcos previo a la eclosión. Entre los 10 y 12 días eclosionan larvitas de 1,5 mm que en su desarrollo máximo alcanzan entre 2 y 2,5 cm. Las pupas se encuentran entre las hojas enrolladas. En la primavera y verano es posible encontrar hojas enrolladas y frutos dañados externamente por larvas (Figura 10) (Cisternas, 2016).

Figura 10

Etapas del enrollador de hoja: A) Larva de Proeulia en fruto y B) Proeulia en hoja de arándano.



2.6.5.1 Medidas de manejo para el enrollador de hojas

- **Monitoreo:** A fines de otoño se han detectado larvas de primeros estadios atacando yemas. Desde inicio de primavera y a través de un análisis visual de 100 brotes por cuartel, cuantificar la presencia de daños en el follaje y/o detección de larvas en los racimos de fruta.
- **Control cultural:** Retirar material de poda del huerto (Cisternas, 2016).
- **Control natural:** Regularmente larvas y pupas se encuentran parasitadas, siendo avispa braconídeos y moscas taquínidos las más comunes (Cisternas, 2016).
- **Control biológico:** Aplicación curativa de *Bacillus thuringiensis* (comercial) (Cisternas, 2016).
- **Control químico:** Aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia es una medida de control eficaz para el control de larvas cuando más de 2% de los brotes presenta daños en follaje (Cisternas, 2016).

2.6.5.2 Ciclo de vida del enrollador de hojas

La duración promedio del ciclo de vida de *S. smithiana* sobre Guayaba Pera ICA-1, desde huevo hasta adulto es de 42.93 días. El periodo promedio de incubación de huevos fue de $5.07 \pm 0,37$ días; larvas de primer instar, 3.23 ± 0.43 días; segundo instar, 4.10 ± 0.31 días; tercer instar, 4.43 ± 0.50 días; cuarto instar, 3.27 ± 0.45 días, y quinto instar, 3.13 ± 0.35 días. El periodo de duración de prepupa es de 3.27 ± 0.45 días, el de pupa corresponde a 10.57 ± 1.04 días, y el adulto tiene una longevidad de 5.87 ± 1.20 días (figura 11). La relación de sexos fue de 1:1 días (Muñoz y Nasamuez, 2015).

Figura 11

Ciclo de vida de gusano enrollador.



Fuente: (Muñoz y Nasamuez, 2015).

2.6.6 Chinche parda de los frutales (Hemiptera: Coreidae)

Leptoglossus chilensis tiene una generación al año. Los adultos presentan un cuerpo café opaco, delgado, de hasta 15 mm con antenas y patas largas. Posterior al apareamiento la hembra inicia la postura característica de sus huevos en forma de cadena, pegados a las ramillas, hojas, y frutos de arándano en menor medida. De los huevos rectangulares color pardo eclosionan pequeñas ninfas negras-rojas, que a primera vista semejan arañas. Regularmente se encuentran agrupadas sobre el follaje y racimos de fruta (Figura 12).

La colonización del huerto se inicia con la llegada de los adultos hibernantes desde las plantas nativas. El vuelo de dispersión lo iniciarían cuando aumentan las temperaturas, temprano en la primavera. Se le encuentra asociado a muchas plantas nativas que ocupan los

contornos de los huertos en la zona central como litre, boldo, quillay, peumo, además de muchos otros hospederos cultivados introducidos. No se ha encontrado daño sobre hojas y frutos, salvo en fruta sobremadura. Las densidades en que se encuentra regularmente son bajas y estacionales. Con regularidad las densidades serán mayores en los sectores donde existen hospederos nativos. Su importancia mayor es cuarentenaria (Cisternas, 2016).

Figura 12

Adulto de chinche parda en planta de arándano.



2.6.6.1 Medidas de manejo para la chinche parda de los frutales

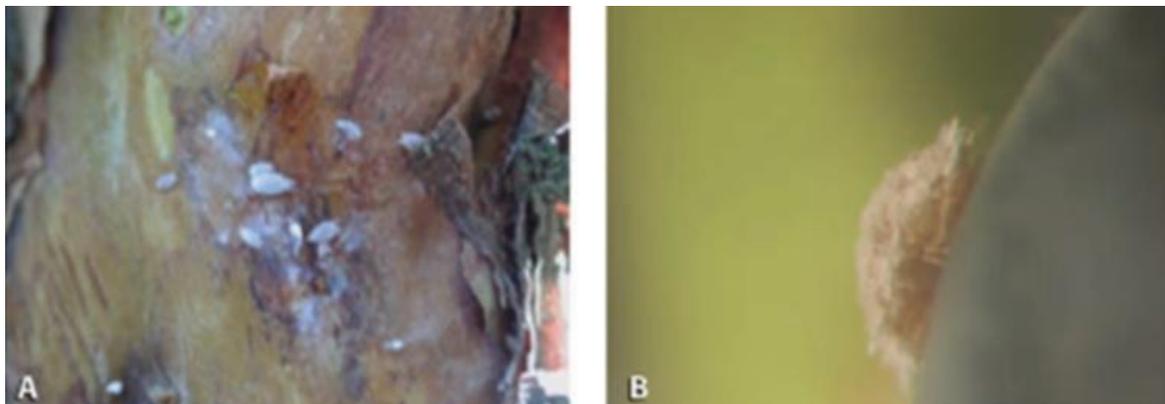
- **Monitoreo:** Análisis visual del follaje desde inicio de primavera a través de una revisión puntual de 50 a 100 plantas/cuartel. Cuantificar la presencia en el follaje y en los racimos de fruta, según la época. Se desconocen umbrales de aplicación (Cisternas, 2016).
- **Control natural:** Dos parasitoides regulan naturalmente su población al estado de huevo y adulto (Cisternas, 2016).
- **Control químico:** Aplicar insecticidas registrados y respetando los períodos de carencia, la eficacia del control de la plaga es suficiente a satisfactoria (Cisternas, 2016).
- **Chanchitos blancos** (Hemiptera: *Pseudococcidae*).

Pseudococcus viburni, *P. calceolariae*, *P. longispinus* y *P. cribata*. Durante el año se producen entre 3 y 4 generaciones. La dificultad de identificación de los estados inmaduros de estas especies los hace particularmente cuarentenarios. Su cuerpo es de consistencia blanda, oval y aplanada. Se encuentran cubiertos de cera blanquecina que a veces deja ver

la coloración rosada o grisácea del cuerpo. En el contorno presentan filamentos de cera que son de mayor tamaño en la parte posterior.

Figura 13

A) Adultos y ninfas de chanchito blanco sobre planta y bajo la corteza y B) sobre fruto de arándano.



Los huevos (200 a 300) de color amarillo-anaranjado se protegen en masas algodonosas de cera (ovisaco). Las ninfas móviles que eclosionan de los huevos se distribuyen hacia distintas partes de la planta. Durante el invierno los insectos adultos y juveniles se ubican principalmente bajo el suelo, entre las raíces de las plantas y en la base del tronco bajo la corteza. Durante la primavera y verano colonizan los racimos y la fruta (Figura 14) (Cisternas, 2016).

- **Monitoreo:** Las trampas de cartón corrugado puestas en el tronco son una muy buena herramienta para su monitoreo y detección. Las malezas son importantes fuentes de infestación natural. Se deben analizar 20 trampas por cuartel desde inicio de primavera. Cuantificar la presencia en el cuello, follaje y detección en los racimos de fruta, según la época (Cisternas, 2016).
- **Control cultural:** Retirar material de poda del huerto. Controlar malezas en cuello, camellón y borde de camellón. Combatir las hormigas. Control natural. Varios agentes de control natural producen una muy buena regulación de las especies, conformada por parasitoides y depredadores (Cisternas, 2016).
- **Control biológico:** Liberación de parasitoides y depredadores según las especies determinadas en el huerto. Aplicación de hongos entomopatógenos seleccionados BioINIA. El control de hormigas es fundamental para la eficacia de los enemigos naturales y controladores biológicos (Cisternas, 2016).
- **Control químico:** Una medida de control eficaz para el control de la plaga es aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia cuando más de 2% de las plantas presenta el insecto plaga (Cisternas, 2016).

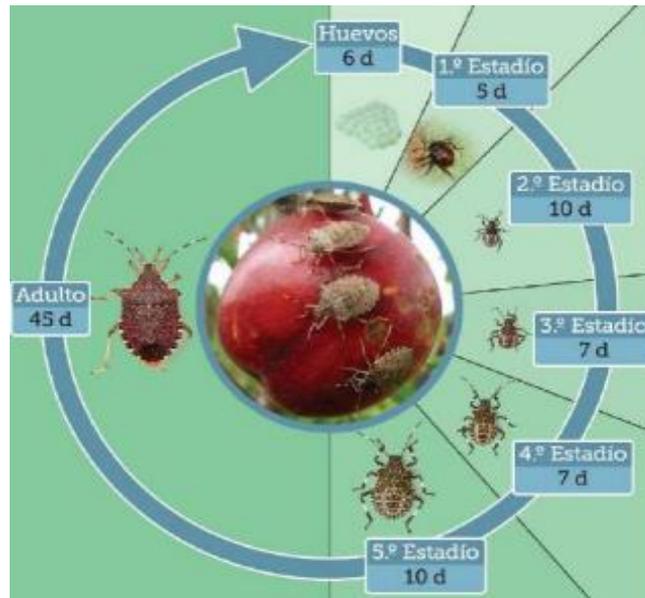
2.6.6.2 Ciclo de vida

Pasan por los estados de huevo, ninfa (5 estadíos) y adulto, con una duración de 4-6 días para que los huevos eclosionen, 21-30 días hasta el último estadío ninfal. El ciclo total tiene una duración entre 25-36 días. Las hembras ovipositan en tallos, ramas y hojas de la planta,

en hileras de hasta 20 huevos, los cuales son verde metálico recién puestos y luego cambian a pardo grisáceas. Este insecto es más común en la época seca. Las ninfas y adultos ocasionan el daño cuando chupan los jugos de la semilla de marañón en desarrollo, causando decoloración parcial que disminuye la calidad de la almendra que pierde presentación y peso al momento de la comercialización. En otros casos de daño intenso, puede causar el secado y caída de frutos; cuando el daño se presenta en semillas desarrolladas, éstas se tornan de una forma achurada (Sermeño et al., 2005).

Figura 14

Ciclo de vida de la chinche parda.



Fuente: Sermeño et al. (2005)

2.6.7 Gusanos cortadores (Lepidoptera: Noctuidae) Polillas nocturnas

Agrotis ipsilon y *Peridroma saucia* presentan entre una y tres generaciones al año. Los adultos son mariposas de vuelo crepuscular y nocturno con una alta capacidad de dispersión (Figura 15). Presentan una gran capacidad de adaptación a diversas condiciones y hospederos (Cisternas, 2016).

Figura 15

Gusanos cortadores en el cultivo: A) Larvas de gusanos cortadores y B) larva en cuello de planta de arándano.



2.6.7.1 Medidas de manejo para la mosca blanca

- **Monitoreo:** Revisar unas 20 muestras de suelo (cubos de 20 × 20 × 20 cm de profundidad) por cuartel o sector tomadas en la sobre hilera durante otoño, invierno y primavera. Aplicar medidas de control cuando la densidad de la plaga supere 0,2 larvas/planta. Las plantas pequeñas o menores de 3 años serían las más susceptibles a la plaga (Cisternas, 2016).
- **Control cultural:** Antes de la plantación el manejo del suelo y pre-cultivo permitirán una baja presencia o ausencia de la plaga. Controlar las malezas (Cisternas, 2016).
- **Control natural:** Aves silvestres, insectos carábidos, parasitoides y nematodos entomoparásitos (Cisternas, 2016).
- **Control biológico:** Parasitoides braconídeos y taquínidos de larvas. Los huevos son atacados por microavispa del género *Trichogramma*. Las larvas pueden ser controladas con productos comerciales en base a *Bacillus thuringiensis* (Cisternas, 2016).
- **Control químico:** Diversos productos químicos registrados del grupo de los piretroides (Cisternas, 2016).

2.6.7.2 Ciclo de vida

Las mariposas viven entre 1 y 2 semanas, período en el cual ponen entre 1000 y 2000 huevos esféricos estriados, en pequeños grupos o aislados, sobre las hojas del cultivo y malezas generalmente en el envés, además sobre la hojarasca o en el suelo. Cuando las larvas son pequeñas se alimentan sobre el follaje; pero cuando crecen se ocultan en el suelo entre 5 y 10 cm de profundidad. Durante la noche son muy activas desplazándose y alimentándose del cuello de las plantas (Figura 15). Regularmente los daños de los gusanos cortadores se localizan en el cuello de las plantas a ras y bajo el suelo (anillado), siendo las plantas recién establecidas las que presentan mayores daños. Cuando las plantas son mayores (3 a 4 años) los daños son mínimos (Cisternas, 2016).

2.7 ENFERMEDADES

Las enfermedades que afectan al cultivo de arándanos representan una preocupación fundamental para los productores, ya que pueden ocasionar pérdidas significativas en términos de rendimiento y calidad de la fruta. Como señala Smith et al. (2019), "las enfermedades del arándano abarcan una amplia gama de patógenos, incluyendo hongos, bacterias y virus, que pueden provocar síntomas variados, como manchas en las hojas, pudrición de frutos y deformidades en las bayas". Además, Johnson y Brown (2020) destacan la importancia de abordar estas enfermedades de manera efectiva para garantizar la sostenibilidad de la industria de los arándanos. En este contexto, este apartado explorará algunas de las enfermedades más comunes que afectan a los arándanos y las estrategias de manejo que los agricultores pueden emplear para proteger sus cultivos.

2.7.1 Pudrición gris (*Botrytis cinerea*) de flores y frutos

France (2017) nos menciona que los síntomas de esta enfermedad se observan de preferencia en flores y frutos, aunque también pueden afectarse las hojas; en estas últimas causa lesiones

de color café que comienzan generalmente por el centro de la lámina y se extienden hacia los bordes, produciendo una necrosis extensiva de las hojas, además, este hongo es polífago e inespecífico en los substratos que coloniza, pudiendo dañar tejidos verdes de diferentes plantas e incluso tejidos en descomposición, el inóculo de *Botrytis* es muy abundante en el ambiente y proviene de los numerosos huéspedes que tiene, de tal manera que el control debe ser mediante un manejo integrado que disminuya las condiciones predisponentes para el ataque del patógeno, tales como el exceso de nitrógeno, altas densidades de plantas, uso de variedades de floración prolongada, daño por viento y heladas (figura 16). Algunos de estos factores se deben prevenir al momento de la plantación y selección de las variedades, y otros con cortinas cortavientos, control de heladas y regulación de la fertilización.

Figura 16

Pudrición gris en arándano. A la izquierda, necrosis en hoja. A la derecha, necrosis en flor causada por Botrytis cinerea.



2.7.1.1 Ciclo de Botrytis cinerea

Los síntomas se observan de preferencia en flores y frutos, aunque también pueden afectarse las hojas; en estas últimas causa lesiones de color café que comienzan generalmente por el centro de la lámina y se extienden hacia los bordes, produciendo una necrosis extensiva de las hojas. En el caso de las flores se producen lesiones necróticas, las que crecen hasta atizar por completo la flor y posteriormente el racimo floral (figura 17). En los frutos inmaduros también se puede observar necrosis, pero está condicionada a la presencia de restos florales. Mientras que en los frutos maduros es donde se alcanza la mayor expresión de síntomas, caracterizada por ablandamiento de la fruta, tonalidad opaca, liberación de jugo, deshidratación y desarrollo de nidos de micelio. Si la humedad ambiente es alta, sobre las lesiones se desarrollan las estructuras reproductivas del patógeno (conidióforos y conidias), que dan un aspecto plomizo a los tejidos (France, 2017).

2.7.1.2 Manejo de Botrytis cinerea

El control debe ser mediante un manejo integrado que disminuya las condiciones predisponentes para el ataque del patógeno, tales como el exceso de nitrógeno, altas densidades de plantas, uso de variedades de floración prolongada, daño por viento y heladas.

Algunos de estos factores se deben prevenir al momento de la plantación y selección de las variedades, y otros con cortinas cortavientos, control de heladas y regulación de la fertilización. Los controles con productos químicos o biológicos deben iniciarse junto con la floración, continuar con la cuaja y caída de flores, además es necesario continuar con las aplicaciones en apriete de racimos para aquellas variedades con racimos compactos. A la cosecha es necesario evitar los restos florales adheridos al fruto, ya que son un buen reservorio de inóculo que se desarrollará en almacenaje. Para guardas y viajes prolongados (por ejemplo, a Oriente), se deben hacer controles de precosecha (France, 2017).

2.7.2 Pudrición radical (*Phytophthora cinnamomi*).

La enfermedad puede comenzar desde el vivero, donde se produce muerte de brotes, necrosis de la base de la estaca y falta de desarrollo radical, esta presenta síntomas como clorosis y necrosis del borde de las hojas, follaje rojizo, defoliación, menor crecimiento y falta de vigor, el patógeno tiene la habilidad de producir esporas flageladas que se conocen como zoosporas, las que pueden nadar y dirigirse a las raíces y cuello de las plantas, si existen heridas se facilita la ubicación del huésped por parte de la zoospora, su control puede ser mediante fungicidas como metalaxil, mfenoxam o fosetil aluminio son alternativas de control, pero innecesarias si se evita el exceso de humedad (figura 17) (France, 2017).

Figura 17

Pudrición radical: A) huerto de arándanos con síntomas de infección. B), raíz con pudrición causados por (Phytophthora cinnamomi).



2.7.2.1 Ciclo de *Phytophthora cinnamomi*

La enfermedad se puede transmitir desde plantas enfermas de vivero o el inóculo puede estar en el suelo de plantación o, incluso, llegar nadando con el agua de riego o inundaciones. El patógeno tiene la habilidad de producir esporas flageladas que se conocen como zoosporas, las que pueden nadar y dirigirse a las raíces y cuello de las plantas; si existen heridas se facilita la ubicación del huésped por parte de la zoospora. Los tejidos enfermos producen inóculo cada vez que se inunda el tejido, liberando nuevas zoosporas que nadarán en busca de un nuevo tejido susceptible. Los suelos pesados y las inundaciones favorecen la enfermedad (France, 2017).

2.7.2.2 Manejo de *Phytophthora cinnamomi*

La principal medida es evitar que el agua inunde el cuello de las plantas, lo que significa plantar en camellones, controlar el exceso de agua de riego, no tener goteros que mojen el cuello de las plantas y buen drenaje. No utilizar plantas enfermas de vivero. El uso de fungicidas como metalaxil, mefenoxam o fosetil aluminio son alternativas de control, pero innecesarias si se evita el exceso de humedad. Además, hay que evitar las heridas causadas por insectos del suelo, ya que favorecen la entrada del patógeno a la planta (France, 2017). La medida primordial para prevenir la exposición del cuello de las plantas al agua consiste en la adopción de diversas estrategias agronómicas. Estas estrategias incluyen la implementación de lechos de cultivo elevados, la regulación precisa del riego para evitar la saturación del suelo, la utilización de sistemas de riego por goteo que no impacten negativamente en el área del cuello de las plantas y la promoción de un drenaje adecuado. Asimismo, se recomienda evitar el uso de plantas provenientes de viveros que presenten signos de enfermedad, debido a que pueden actuar como vectores de patógenos. En cuanto a las alternativas de control, se han evaluado fungicidas como el metalaxil, mefenoxam y fosetil aluminio como posibles medidas para mitigar la infección por *Phytophthora spp.* Sin embargo, es importante destacar que su uso se considera innecesario si se logra mantener un nivel adecuado de humedad en el entorno de las plantas. Además, se enfatiza la necesidad de prevenir las heridas ocasionadas por insectos del suelo, ya que estas

pueden facilitar la entrada del patógeno en la planta, exacerbando el riesgo de infección (France, 2017).

2.7.3 Muerte regresiva (*Phomopsis vaccinii*) (fase asexuada: *Diaporthe vaccinii*).

La enfermedad de la muerte regresiva, causada por el patógeno *Phomopsis vaccinii*, representa una amenaza crítica para los cultivos de plantas del género *Vaccinium*, como los arándanos. Este trastorno se caracteriza por la necrosis progresiva que afecta a las ramillas terminales, extendiéndose desde su extremo hasta la base de la ramilla de la temporada anterior, manifestándose en una distintiva coloración negra brillante (Figura 18). Este fenómeno ejerce un impacto adverso significativo en la futura productividad de la planta. En el contexto del manejo de esta patología, la poda sanitaria de las ramas afectadas representa una medida de control efectiva. Sin embargo, es esencial que dichas ramas se eliminen de manera exhaustiva del huerto. Además, la aplicación oportuna de fungicidas cúpricos, especialmente durante la fase de yema hinchada, o de aquellos con efecto sobre *Botrytis*, se ha identificado como un medio eficaz para reducir la carga de inóculo del patógeno (France, 2017).

Figura 18

*Síntomas característicos causados por *Phomopsis vaccinii* en tallos de arándano.*



2.7.3.1 Ciclo de *Phomopsis vaccinii*

La enfermedad puede estar presente en los viveros cuando se enraízan estacas provenientes de plantas enfermas. Las ramas enfermas producen numerosos picnidios, que durante la primavera liberan conidias cada vez que existen lluvias, el golpe de las gotas de agua y el viento contribuyen a la diseminación.

Durante el invierno se puede producir el ciclo sexuado del hongo (*Diaporthe vaccinii*) en los restos de ramas enfermas que quedan en el suelo. Esta parte del ciclo se reconoce por los peritecios negros, agrupados, de cuellos largos e irregulares, y que se encuentran bajo la corteza. Los tallos que han sufrido heridas por heladas, ramaleos y mordeduras de insectos, son los más susceptibles, empeorado por climas con mayores precipitaciones (France, 2017).

2.7.3.2 Manejo de *Phomopsis vaccinii*

La poda sanitaria de ramas enfermas es una buena medida de control, pero siempre que estas ramas sean eliminadas del huerto. Las aplicaciones a yema hinchada de fungicidas cúpricos o que tienen efecto sobre *Botrytis* ayudan a disminuir el inóculo. La presión de la enfermedad es variable y depende de las lluvias primaverales y el nivel de inóculo que permanece en los restos de poda, en la zona sur se hace necesario más de una aplicación primaveral para evitar la muerte de ramillas (France, 2017).

2.7.4 Antracnosis del fruto (*Colletotrichum acutatum*).

Los síntomas se observan principalmente en poscosecha cuando comienzan a aparecer pequeños acérvulos de color anaranjado en la epidermis de la fruta. Bajo condiciones de alta humedad relativa, el hongo aumenta la producción de conidias, las que son exudadas por las heridas que producen estos acérvulos y contaminan a otros frutos, este patógeno se disemina con las lluvias y viento a través de conidias, que se desarrollan en los frutos que quedan botados o adheridos a las plantas (Figura 19).

Figura 19

Antracnosis del fruto.



Desde finales de la cosecha, las primeras infecciones se producen durante la floración, quedando latente el desarrollo de la enfermedad a la espera de una mayor acumulación de azúcares, lo cual se produce al momento de la cosecha y en el almacenaje, lo cual puede causar importantes pérdidas (Figura 20). No hay un manejo especial para esta enfermedad, las prácticas de control que se utilizan para la *Botrytis* ayudan a controlar esta patología (France, 2017).

Figura 20

*Antracnosis en arándano: A la izquierda, frutos deshidratados y con acérvulos anaranjados. A la derecha, epidermis del fruto con estados reproductivos de *Colletotrichum acutatum* (France, 2017).*



2.7.4.1 Ciclo de Antracnosis

El patógeno se disemina con las lluvias y viento a través de conidias, que se desarrollan en los frutos que quedan botados o adheridos a las plantas desde finales de la cosecha. Las primeras infecciones se producen durante la floración, quedando latente el desarrollo de la enfermedad a la espera de una mayor acumulación de azúcares, lo cual se produce al momento de la cosecha y en el almacenaje. La presencia de un fruto enfermo significa la contaminación del resto durante el almacenaje, pudiendo causar importantes pérdidas (France, 2017).

2.7.4.2 Manejo de Antracnosis

No hay un manejo especial para esta enfermedad, las prácticas de control que se utilizan para la Botrytis ayudan a controlar esta patología (France, 2017).

2.7.5 Tizón de los tallos (*Pestalotia vaccinii*).

Solo se produce en tallos nuevos, los que muestran clorosis del follaje y muerte completa de ramas, y en la base se produce un anillado de color café oscuro con o sin partiduras en la corteza. En la zona del cuello se producen numerosos acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín), que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidias de color negro (Figura 21). En las hojas se produce una necrosis extensiva, de bordes definidos y similar a la que produce *Botrytis cinerea*, esta necrosis va acompañada de la formación de acérvulos similares a los que se producen en el tallo (France, 2017).

2.7.5.1 Ciclo de la enfermedad

En viveros, donde las condiciones de alta humedad y temperatura, más la presencia de abundantes tejidos tiernos, facilita el desarrollo de la enfermedad. Luego se puede observar en plantaciones nuevas. El inóculo puede provenir de tejidos enfermos de arándanos u otros huéspedes, destacándose la acícula de pino como tejido susceptible. Otra fuente de inóculo son los tallos y hojas enfermas que quedan en el suelo. Las conidias son diseminadas por la

lluvia y el viento, en el caso de los viveros se disemina con los riegos por aspersión (France, 2017).

Figura 21

Tizón presente en los tallos.



2.7.5.2 Manejo de la enfermedad

Esta enfermedad debe manejarse en vivero, eliminando los residuos de plantas y en particular de hojas y restos de tallos de las macetas y el suelo, de lo contrario el reservorio de inóculo es constante. La ventilación es importante para no crear ambientes tropicales en los invernaderos, necesarios para la germinación de la conidia. En los huertos se debe evitar la recepción de plantas con tallos anillados en la base, la poda sanitaria permite eliminar este tipo de ramillas, pero siempre que no queden en el mismo huerto. Fungicidas aplicados al cuello ayudan al control de las conidias. No se debe utilizar acículas de pino en substratos de vivero o en la preparación de camellones (France, 2017).

2.7.6 Tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*)

Al inicio de la temporada de crecimiento las yemas y ramillas terminales, parten por necrosarse en los ápices, luego avanza hacia la base, anillando la madera alrededor de los brotes y dejando grandes sectores del tallo necrosado. Cuando se afectan los brotes nuevos se produce una muerte regresiva, similar a la que causa *Phomopsis vaccinii*, pero en este caso la necrosis se limita a la corteza (figura 22). Los síntomas en hojas más desarrolladas son lesiones necróticas en forma de V, cuando parten desde el borde apical de la hoja, o deformación lateral si la infección comienza en un costado. Las infecciones tardías en rabbiteye producen desprendimiento de epidermis por el envés de las hojas, junto con una necrosis del mesófilo al quedar expuesto por esta pérdida de epidermis (France, 2017).

Figura 22

Tizón bacteriano presente en el cultivo: A la izquierda, Tizón bacteriano en plantas de

arándano, brote necrosado. A la derecha, lesiones necróticas en hojas producidas por *Pseudomonas syringae* (France, 2017).



2.7.6.1 Ciclo de la enfermedad

La bacteria habita sobre hojas del arándano u otras plantas dicotiledóneas que no necesariamente pueden estar enfermas. Al producirse una herida en la planta, ya sea en forma artificial o natural, la bacteria ingresa y comienza el desarrollo de la enfermedad, lo cual es muy rápido por la facilidad con la cual se reproduce este organismo. La diseminación es por lluvia y la mayor incidencia de la enfermedad está condicionada a la presencia de heladas, ya que facilita la producción de heridas en los tejidos verdes. La enfermedad también se puede iniciar desde los cortes de poda, para continuar con la muerte regresiva del tallo (France, 2017).

2.7.6.2 Manejo de la enfermedad

Esta enfermedad está condicionada a la presencia de heridas y agua libre, por lo cual se debe hacer control cuando la yema está recién hinchando, momento en el cual se produce una herida natural y masiva en los brotes. Posteriormente las heladas son la principal causa de heridas y establecimiento de la enfermedad, lo que obliga a realizar aplicaciones de antibióticos o productos cúpricos. Los tallos enfermos se deben podar y retirar del huerto (France, 2017).

2.7.7 Cancrosis del cuello (*Fusicoccum parvum*; fase asexuada: *Botryosphaeria corticis*).

Su sintomatología inicia con la clorosis de las hojas y leve enrojecimiento del borde de la lámina foliar, seguido de una rápida marchitez del follaje, similar a la falta de agua. Posteriormente las hojas se tornan café claro y permanecen adheridas por un tiempo (figura 23). La muerte de ramas es repentina y se produce normalmente desde mediados del verano. En la base de las ramas enfermas se pueden presentar partiduras de la corteza y desarrollo de canchales irregulares. Bajo o sobre la corteza se observan picnidios de color negro que normalmente están agrupados. Al cortar las ramas enfermas se observa una necrosis parcial con forma de abanico o semicírculo, la que crece hasta necrosar toda la rama, momento en

el cual se produce la muerte. Sin control, la planta se debilita en forma progresiva por disminución de ramas y follaje (France, 2017).

Figura 23

*Cancrosis del cuello del cultivo: A la izquierda, síntomas causados por *Fusicoccum parvum*, con muerte de ramas en planta de arándano. A la derecha, necrosis en el tallo (France, 2017).*



2.7.7.1 Ciclo de la enfermedad

Se disemina por la propagación de estacas enfermas en viveros, y posteriormente en el huerto, por las lluvias que liberan las conidias desde el interior de los picnidios. Cuando las plantas mueren o en climas con inviernos muy fríos se produce el ciclo sexuado, que se conoce como *Botryosphaeria* y se caracteriza por producir peritecios a partir de las maderas afectadas; estos cuerpos posteriormente liberan ascosporas temprano en la primavera, constituyéndose en el inóculo primario. En climas más benignos, la fase sexuada no se produce y la patógena inverna como picnidios en la base de los tallos enfermos. Las conidias se liberan en primavera y colonizan heridas de brotación o podas tardías (France, 2017).

2.7.7.2 Manejo de la enfermedad

La mejor forma de cortar el ciclo de la enfermedad es la poda sanitaria a medida que se van produciendo las ramas muertas. Sin embargo, no es fácil eliminar la rama completa y es común observar tocones de poda que permiten la reproducción del hongo. La poda debe ser a ras de suelo y la porción que se debe eliminar son los primeros 10 cm a partir del cuello de la planta. Como complemento están las aplicaciones de fungicidas en otoño y temprano en primavera (France, 2017).

2.8 MONITOREO DE PLAGAS

Larral y Ripa (2008) definen al monitoreo de plagas como la labor destinada a estimar la abundancia y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en los cultivos a través de muestreos periódicos.

2.8.1 Monitoreo Directo

El monitoreo directo consiste en tomar un número de plantas determinado con la finalidad de evidenciar la presencia de la plaga en las diferentes partes como pueden ser raíz, tallo, hojas, flores o fruto, dependiendo esto en gran medida del lugar en donde se refugian o alimentan las plagas. De tal manera que para poder visualizar a los insectos plaga se agita las partes seleccionadas sobre una hoja blanca de papel u otras superficies contrastantes para realizar el conteo respectivo que ayudara a conocer la densidad poblacional (Miller et al., 2015).

2.8.2 Monitoreo Indirecto

Cañedo et al. (2011), mencionan que este tipo de monitoreo está basado en aprovechar los estímulos de los insectos plaga que se relacionan al comportamiento, de tal manera que sirvan como atrayentes, para poder ser utilizados como componentes, unos claros ejemplos son; cebos, feromonas, aromas o atrayentes cromáticos por medio de un sin número de trampas diferentes.

2.8.3 Trampas cromáticas

Las trampas cromáticas son herramientas utilizadas en el cultivo de arándanos y otros cultivos para el monitoreo y control de plagas de insectos. Estas trampas se basan en la capacidad de ciertos insectos de mostrar preferencias por colores específicos, lo que permite a los agricultores atraer, identificar y reducir las poblaciones de plagas de manera efectiva (Gerling, et al., 2001)

2.8.3.1 *Atracción Selectiva de Insectos mediante Trampas Cromáticas*

Las trampas cromáticas se basan en la atracción selectiva de insectos a través de colores específicos. En el caso de los arándanos, se ha observado que ciertos insectos, como los trips, pulgones y la mosca blanca, son particularmente atraídos por colores como el amarillo y el azul intenso (Cha y Linn, 2015).

- **Trampas Amarillas para Pulgones y Mosca Blanca:** Se ha documentado que los pulgones voladores y la mosca blanca son atraídos por trampas de color amarillo vibrante. Estas trampas suelen consistir en placas amarillas recubiertas con una sustancia pegajosa. Los insectos atraídos por el color amarillo quedan atrapados en la superficie pegajosa, lo que permite a los agricultores monitorear y reducir sus poblaciones (Naeem et al., 2008).
- **Trampas Azules para Trips:** Los trips, otro insecto plaga común en los cultivos de arándanos, muestran una marcada preferencia por el color azul intenso. Las trampas azules se utilizan para atraer y atrapar a estos insectos. Estas trampas suelen ser de color azul y cubiertas con una sustancia pegajosa que atrapa a los trips cuando se posan en la superficie (Wallingford y Cha, 2019).

2.9 IMPLEMENTACIÓN DE UN MIP

La terminología de Manejo Sustentable o Integrado de Plagas (MSP o MIP) aunque nuevo en concepto, ha sido practicado por los agricultores desde hace milenios, cuando combinaban diferentes métodos de control en forma armónica para reducir los problemas de las plagas. Los Científicos de control biológico de la Universidad de California popularizaron esta terminología y ampliaron el concepto. La definición más aceptada según el panel de expertos de la FAO (Food and Agricultural Organization) es que el MIP (MSP) constituye un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del ambiente asociado y la dinámica poblacional de las especies bajo estudio, utiliza todos los métodos y la tecnología adecuada de manera compatible para mantener la densidad poblacional de plaga a niveles subeconómicos conservando a la vez la calidad ambiental. De esta manera el Control integrado significa un método de regulación de las poblaciones de las plagas. MIP es un componente o elemento del manejo de los recursos que tiene influencia sobre la conservación y disponibilidad espacio-temporal de otros recursos (desarrollo sostenible), los valores ecológicos, socioeconómicos, culturales, religiosos, políticos y las decisiones y consecuencias subsecuentes (Mohammad, et al., 2007).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el sector “Corazón Alto” perteneciente al barrio Santa Isabel del cantón Mira en donde la producción agrícola está enmarcada por la implementación de cultivos de ciclo corto, pues, este sector presenta un clima templado y frío con promedio de 15°C en la zona más baja, mientras que la zona alta alcanza un promedio de los 9°C (Tabla 5).

Tabla 5

Descripción de la ubicación política y geográfica de área de estudio.

| Ubicación | Descripción |
|-----------|-----------------|
| Provincia | Carchi |
| Cantón | Mira |
| Parroquia | Mira |
| Altitud | 2930 m.s.n.m. |
| Norte | 00° 34' 58.9 "N |
| Oeste | 78° 01' 15.1 "O |

Fuente: Mira (2013).

3.1.1 Características edafoclimáticas

Las características edafoclimáticas presentes en la parroquia Mira desempeñan un papel crucial en la configuración de su entorno agrícola y ecosistemas naturales. Estas condiciones del suelo y el clima son fundamentales para determinar qué tipos de cultivos son viables en la región y cómo se desarrolla la vegetación local. La Tabla 6, que resume estas características edafoclimáticas, proporciona información valiosa sobre factores como la precipitación anual y las temperaturas medias.

Tabla 6

Características climáticas del área.

| Factor | Parámetros |
|---------------|----------------------|
| Precipitación | 1500 a 2000 mm/añual |
| Temperatura | 5 a 19 °C |

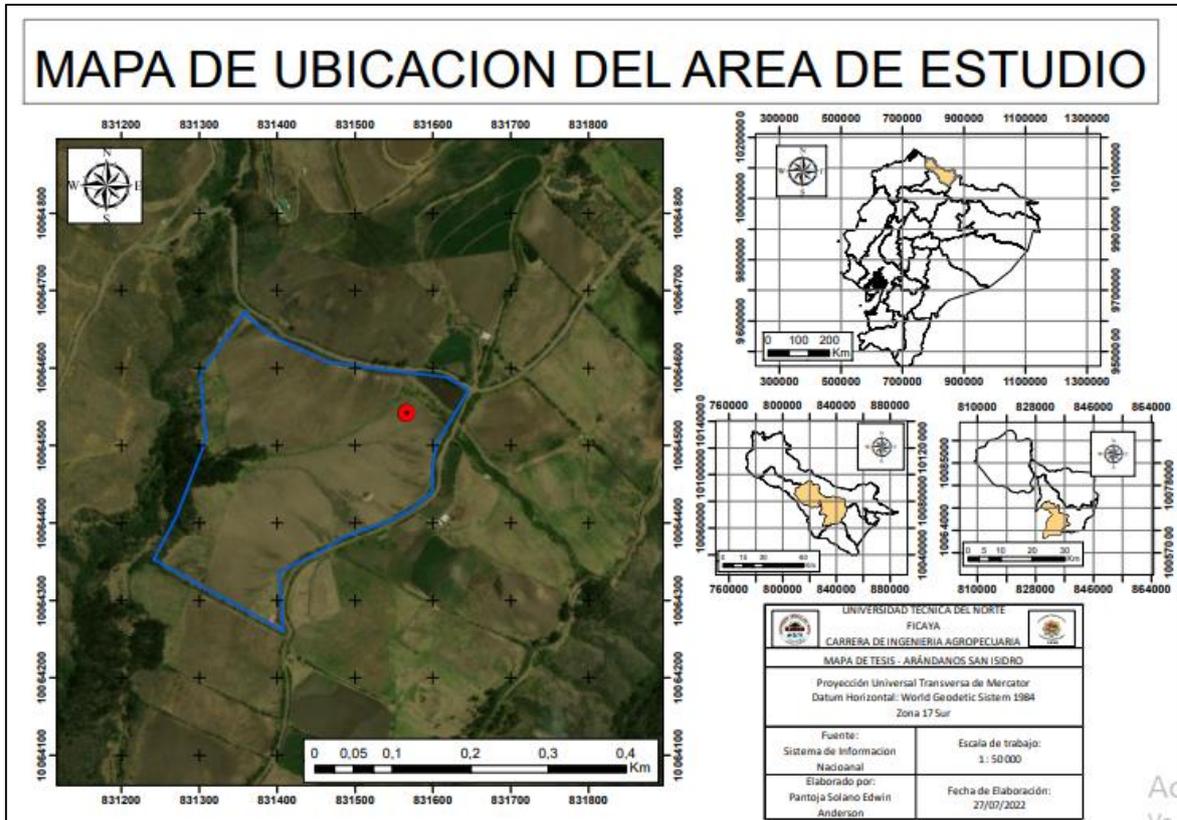
Fuente: Mira (2013)

3.1.2 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la finca Mirándanos S.A. (Figura 24) la cual está ubicada en el límite del cantón espejo y el cantón Mira, al suroeste de la provincia del Carchi, entre la parroquia San Isidro y Mira. La finca cuenta con microclimas dado que se encuentra desde 1000 hasta los 3500 metros sobre el nivel del mar, dando lugar a temperaturas altas,

medias y bajas. El clima promedio los 18° C y tiene una pluviosidad anual de 636 mm. lo que da lugar a una variada producción agrícola.

Figura 24
Ubicación del área de estudio.



3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

En la siguiente tabla (Tabla 7) se muestra los materiales e insumos que se van a utilizar:

Tabla 7
Materiales, Equipos, y Herramientas

| Materiales | Equipos | Herramientas |
|---|----------------------|---------------------|
| - Caja Petri | - Cámara fotográfica | - Lupa |
| - Frascos | - Computador | - Pinzas |
| - Bolsa de polietileno | - Memoria USB | |
| - Libreta de campo. | - Microscopio | |
| - Rótulos de identificación | - Estereoscopio | |
| - Trampas cromáticas amarillas y azules | | |
| - Cinta | | |
| - Tablero acrílico A4 | | |
| - Botas de caucho | | |

3.3 MÉTODOS

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo a través del método descriptivo, por lo tanto, se aplicará una investigación de campo la cual permitirá diagnosticar las plagas presentes en el cultivo de arándanos en base a protocolos de muestreo.

3.3.1 Población

El área de muestreo presenta una extensión de 12500 m² y 12000 plantas presentes en el área del cultivo, las mismas que se encuentran distribuidas en 4 partes, con etapas fenológicas diferentes, donde uno de estos lotes se encuentra semicubierto con una estructura tipo invernadero.

3.3.2 Unidad de observación

La unidad de muestra estuvo conformada por 30 plantas, seleccionadas de manera sistemática a partir del primer elemento de muestra, posteriormente se seleccionaron las demás unidades mediante un intervalo fijo de cuatro plantas hasta alcanzar el tamaño de muestra deseado esto se determinará a través de la fórmula de muestreo sistemático.

(Ec. 1)

$$k = \left[\frac{N}{n} \right]$$

Dónde:

K= muestreo sistemático

N= Número de elementos de la población

n= tamaño de la muestra

Los lotes de muestreo se dividen en 3 tres lotes:

- **Lote 1:** El lote número 1, se encuentra ubicado en la parte noreste del predio, este consta con una extensión aproximada de 2000 m² en donde se encuentra una población de 2000 plantas las cuales están distribuidas a lo largo de los surcos, en los cuales se encuentran las diferentes plantas. Estas se encuentran en un estado fenológico de desarrollo las cuales fueron plantadas en octubre del 2021. Como se puede evidenciar en la figura 25.
- **Lote 2:** El lote 2, ubicado en la región norte del terreno en estudio, abarca una superficie aproximada de 2000 m² donde se distribuyen uniformemente alrededor de 2000 plantas de cannabis (Figura 26). Esta distribución sigue las curvas de nivel del lote, que posee una pendiente estimada de 15%. Las plantas, que se encuentran en la etapa de floración tras 8 meses desde su trasplante, crecen al aire libre. La Figura 26 muestra la localización exacta del lote 2 así como el estadio fenológico actual del cultivo.
- **Lote 3:** El lote 3 se encuentra ubicado en la parte noroeste por la entrada principal a la finca, donde este se encuentra en aproximadamente 3000 m² con una densidad de plantas de aproximadamente 2200 plantas, las cuales se encuentran asociadas con un cultivo vertical de fresa hidropónica, y cubiertos por una estructura comprendida por

plástico y malla, este lote se encuentra en estado de floración de la misma manera que el lote número 2 (Figura 27).

•

Figura 25

Lote 1, ubicado en la zona noreste del predio en la Finca Mirandanos S.A., con plantas en etapa de desarrollo.



Figura 26

Lote 2, en estado fenológico de floración ubicado en la parte norte del predio.



Figura 27.

Lote 3, en estado fenológico de floración ubicado en la parte norte del predio.



3.3.3 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos al culminar de la investigación fueron analizados mediante un ADEVA con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$) si existe el cumplimiento de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

3.3.3.1 Variables a evaluar

Por monitoreo directo:

- a) **Incidencia de ácaros:** Para calcular la incidencia de ácaros se va a muestrear 30 plantas cada 15 días, con la finalidad de obtener datos de las plantas infectadas con esta plaga.

Para calcular el porcentaje de incidencia de ácaros en el cultivo de arándano se utilizará la siguiente ecuación (1):

$$\%I = \frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad (1)$$

- b) **Severidad de ácaros:** Para calcular la severidad se escogerán 20 plantas, las cuales serán observadas de forma independiente, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) con un total de nueve hojas por cada planta, las cuales al ser aún muy pequeñas las plantas no serán arrancadas.

Para calcular el porcentaje de severidad de ácaros en el cultivo de arándano utilizaremos la ecuación (2):

$$\%S = \frac{\text{Numero de hojas afectadas}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100 \quad (2)$$

- c) **Población de ninfas de mosca blanca:** Los conteos de las ninfas de mosca blanca se realizarán cada 15 días en un total de 30 plantas, considerando las tres partes de la planta (inferior, medio y superior), sin ocasionar daño en la planta.
- d) **Incidencia de áfidos:** Para establecer la incidencia de áfidos se va a muestrear 30 plantas cada 15 días, identificando las plantas afectadas.
Para su cálculo se utilizará la ecuación (1).
- e) **Incidencia de Botrytis:** Para observar la incidencia de *Botrytis* sp. dentro del cultivo de arándano se tomará los datos de un total de 30 plantas cada 15 días, para identificar las plantas afectadas.
Para su cálculo se utilizará la ecuación (1).
- f) **Severidad de Botrytis:** Para verificar la severidad de *Botrytis* sp. se escogerán 30 plantas cada 15 días, de las cuales se tomarán datos individualmente, tomando cinco inflorescencias por plantas.
Para su cálculo se utilizará la ecuación (2).
- g) **Incidencia de alternaria:** Para apreciar la incidencia de *Alternaria* sp. dentro del cultivo de arándano se tomarán datos de un total de 30 plantas cada 15 días, para identificar las plantas afectadas por la enfermedad.
Para su cálculo se utilizará la ecuación (1).
- h) **Severidad de alternaria:** Para apreciar la severidad se escogerán 30 plantas cada 15 días, de las cuales se tomarán sus datos de forma individual, tomando tres hojas por tercio (inferior, medio y superior) con un total de nueve hojas por planta.

Por conteo indirecto:

- a) **Población de adultos de trips y mosca blanca:** Los datos sobre trips y mosca blanca se tomarán cada 15 días y para esto se plantea utilizar 5 trampas azules (trips) y 5 amarillas (mosca blanca) por cada lote, las cuales serán colocadas en cada uno de los bloques del lote, tanto en la parte que se encuentra al aire libre como aquellos los cuales se encuentran semicubiertos estos serán colocados a la altura de las plantas.
- b) **Población de lepidópteros con trampas de luz:** Los datos sobre el conteo de lepidópteros se realizarán cada 15 días en las trampas de luz.

3.3.4 Propuesta de manejo agroecológico

Con base en la búsqueda de información de las plagas encontradas sobre el manejo por plaga y enfermedad se plantearán estrategias de manejo agroecológico que incluirá control cultural, físico, biológico y uso de extractos naturales.

- a) **Población de enemigos naturales:** Mediante la determinación de la presencia de insectos benéficos en el cultivo, se propondrán ideas o estrategias de conservación de los mismos y atrayentes de estos para mejorar la simbiosis de las plantas.
- b) **Estrategias:** Con la obtención de los datos sobre la presencia de las diferentes plagas y enfermedades en el lote, se realizará una recomendación sobre las estrategias de control agroecológicas para reducir el daño de las mismas.

3.3.4 Manejo del experimento

La Tabla 8 detalla el manejo de un experimento llevado a cabo en condiciones controladas. En ella, se describe el establecimiento del experimento, identificación de lotes y plantas, recorrido del monitoreo y colecta e identificación de insectos, proporcionando una visión clara de las prácticas y técnicas empleadas. Esta información es esencial para comprender el experimento, así como para el análisis de su eficacia y aplicabilidad en el campo agropecuario.

Tabla 8

Descripción del manejo del experimento.

| Manejo | Descripción |
|--|---|
| Establecimiento del experimento | se realizó en un cultivo de arándano ya establecido en la Finca “MIRANDANOS S.A”. El manejo técnico de las plantas como fertilización y riego será realizado de acuerdo a los estándares establecido por la finca. |
| Identificación de lotes | se lo realizó mediante una visita previa a empezar la fase de campo, para familiarizarse con el sitio donde se encuentra el lote y la forma de distribución del mismo. |
| Identificación de plantas. | Se trabajó con un total de 30 plantas las mismas que serán seleccionadas de manera aleatoria, con un intervalo de 5 plantas hasta alcanzar el tamaño de muestra |
| Recorrido de monitoreo: | El monitoreo directo de plagas y enfermedades fue efectuado una vez a la semana en cada una de las unidades establecidas determinando la población (áfidos, trips adultos y ninfas de mosca blanca), la incidencia y severidad (ácaros, <i>Botrytis</i> sp. y <i>Alternaria</i> sp.) de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de arándano. Además, monitoreo indirecto se realizará de igual manera cada 7 días el conteo de plagas de adultos de trips, mosca blanca y lepidópteros. |
| Colecta de muestras: | Se realizó cada 15 días. Una vez obtenidas serán colocadas en frascos de vidrio o bolsas de polietileno para que no exista ningún tipo de alteración del espécimen. |

| | |
|------------------------------------|---|
| Identificación de insectos: | Para la identificación de plagas o enfermedades se utilizó una lupa monocular la cual nos permitirá observar con mayor claridad lo requerido, se utilizaron guías taxonómicas. Además, los insectos que fueron complicados para su identificación, fueron enviados al laboratorio de Agrocalidad. |
|------------------------------------|---|

3.4 ESTRATEGIAS PARA UN MANEJO AGROECOLÓGICO

Para realizar el diseño de estrategias se realizó en 3 fases primordiales:

- Identificación de plagas y enemigos naturales: Se recolectó y analizó las plagas y enemigos naturales existentes en el cultivo.
- Identificación de los enemigos naturales de las plagas presentes: Se ejecutó una relación directa entre las plagas y enemigos naturales para identificar y establecer las estrategias.
- Establecer estrategias para el control de plagas: Se llevó a cabo tomando en cuenta factores claves como la metodología, los instrumentos necesarios, y tipo de plagas presentes, estableciendo de esta manera estrategias claves para un control sustentable y efectivo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DE LAS PLAGAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO

Mediante muestreos y análisis en el cultivo de arándano, los resultados arrojaron una serie de hallazgos significativos en cuanto a la presencia y prevalencia de ciertas plagas y enfermedades en el cultivo de arándano las cuales están detalladas en los Anexos 1 y Anexo 2 respectivamente.

En primer lugar, se observó la presencia recurrente de plagas como los trips (*Thysanoptera*), pulgones (*Aphididae*) y la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Estos insectos plaga demostraron ser una preocupación constante para los productores de arándanos, ya que su presencia afecta directamente la calidad y cantidad de la cosecha.

En cuanto a las enfermedades, se registró la incidencia de patógenos como el moho gris (*Botrytis cinerea*), que afecta tanto a las bayas como a la vegetación. También se identificaron casos de muerte regresiva (*Phomopsis vaccinii*), una enfermedad que impacta negativamente en el rendimiento de los arándanos. Además, se observó la presencia de hongos fitopatógenos que pueden causar defoliación y daños a largo plazo en el cultivo.

Estos resultados, obtenidos a través de un riguroso análisis y muestreo, ofrecen una visión integral de las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de arándano en la región de estudio. Estos hallazgos constituyen una base sólida para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades, con el objetivo de garantizar la salud de los cultivos y la producción sostenible de arándanos en la zona.

4.1.1 Hallazgos del monitoreo directo

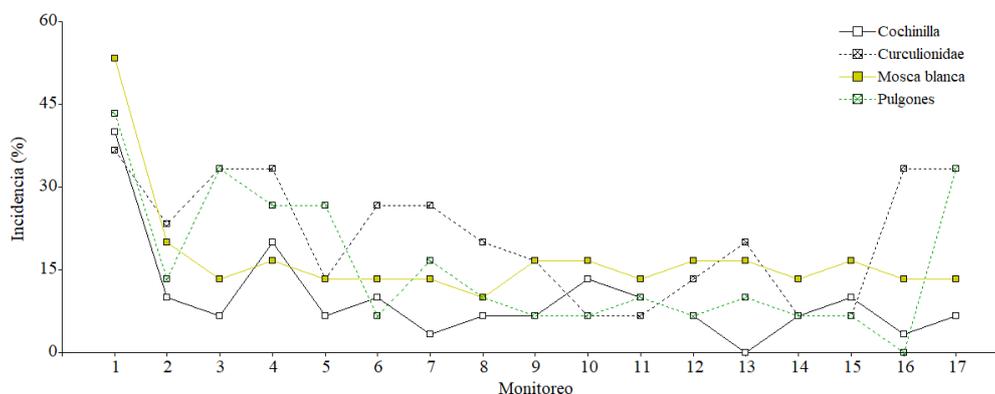
El monitoreo directo de plagas en el cultivo de arándano ha proporcionado valiosa información sobre la dinámica de las poblaciones de insectos plaga en la plantación. Los resultados obtenidos revelan patrones significativos de actividad de plagas y su relación con factores ambientales y estacionales, lo que constituye un recurso esencial para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas y la toma de decisiones informadas para preservar la salud y productividad de nuestros cultivos.

4.1.1.1 Porcentaje de incidencia de Cochinilla, Curculionidae, Mosca Blanca y Pulgones

Los lotes 1, 2 y 3 se encuentran en diferentes etapas de desarrollo fenológico. Cada lote exhibe una configuración única en términos de su composición de plantas, identificadas por números individuales, y su estado fenológico distintivo. El lote 1 se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, mientras que el lote 2 se halla en el período de floración, y el lote 3, ubicado en un entorno de invernadero, también se encuentra en fase de floración, aunque con condiciones controladas que influyen en su desarrollo fenológico. Estas diferencias en las etapas de desarrollo y en el entorno de cultivo son aspectos esenciales para nuestro análisis y evaluación de variables específicas en cada lote.

Figura 28

Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 1 en el cultivo de arándano en Mira, Carchi.

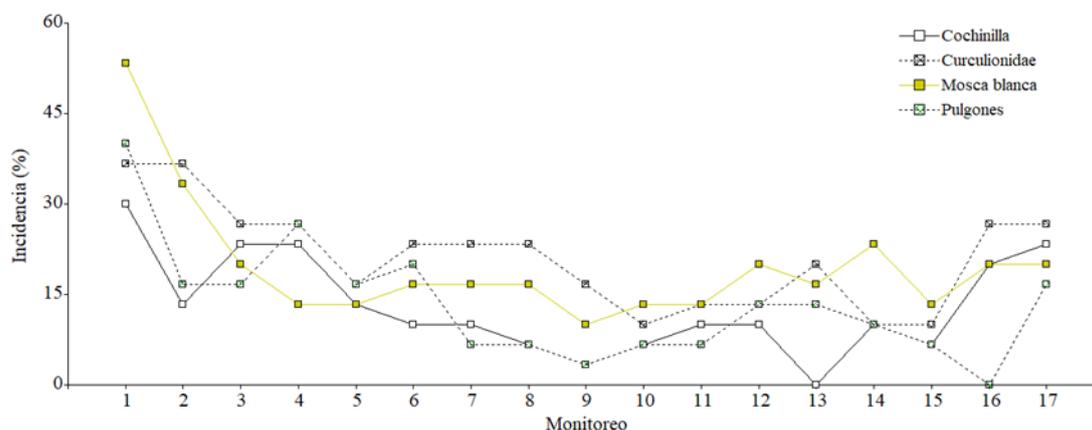


El lote 1 exhibe una mayor susceptibilidad a la presencia de plagas que pueden afectar adversamente su desarrollo y crecimiento óptimo, como se aprecia en la Figura 28. En este estudio, se observa que, en el primer monitoreo, la plaga de mayor incidencia fue *Trialeurodes vaporariorum* (mosca blanca), registrando un porcentaje del 53.33%. Este valor representa una diferencia de aproximadamente el 10% en comparación con la incidencia de otras plagas presentes en el mismo periodo. No obstante, en los monitoreos subsiguientes (del 3 al 8, 13 y del 15 al 17), se observa un cambio en la tendencia, donde las plagas pertenecientes a la familia Curculionidae y los pulgones muestran una incidencia mayor en el cultivo, superando en aproximadamente un 15% a *Trialeurodes vaporariorum*.

Este hallazgo respalda las conclusiones de Rojas (2014), quien señala que las plagas potenciales en las fases iniciales del cultivo incluyen a *Trialeurodes vaporariorum* (mosca blanca) y *Prodiplosis longifila*, con una incidencia del 50% en el primer monitoreo del cultivo. Además, se observa que las poblaciones de pulgones tienden a tener una incidencia considerable en los primeros monitoreos, pero disminuye a medida que avanza el desarrollo del cultivo.

Figura 29

Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 2 en el cultivo de arándano en mira, Carchi.

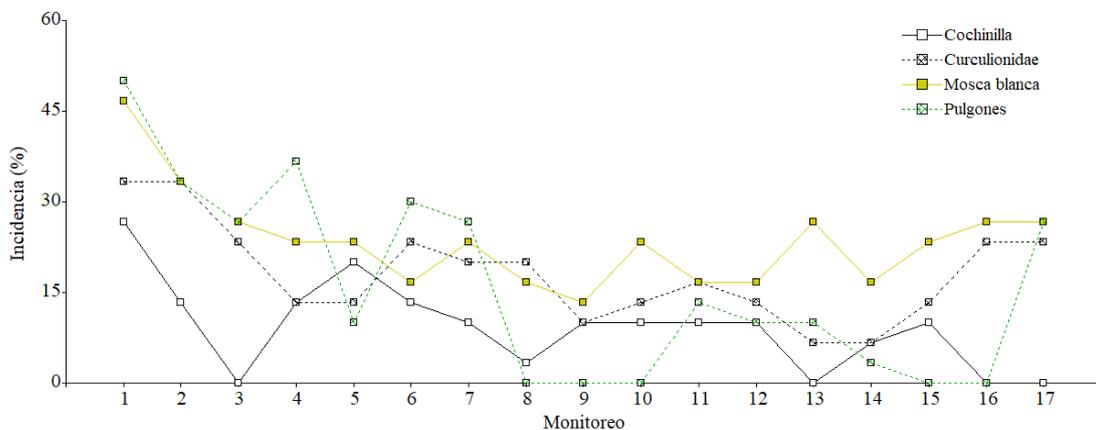


La Figura 29 exhibe una incidencia predominante de plagas durante la primera semana de muestreo, alcanzando un 53.33%. Este valor presenta una diferencia notable del 9% en comparación con las incidencias de otras plagas registradas durante el mismo período de monitoreo. No obstante, a medida que progresa la etapa de floración, se observa una tendencia donde las plagas del género *Curculionidae* tienden a presentar una incidencia que supera en hasta un 3% a las demás plagas. Es importante resaltar que el monitoreo número 13 exhibe la menor incidencia de plagas, con un 0%, lo que representa una diferencia significativa de hasta un 20% en relación con la plaga de mayor incidencia en dicho monitoreo.

Estos resultados corroboran los hallazgos del estudio realizado por Retamales y Hancock en 2012, que vinculan la etapa de floración con la actividad de plagas que mayormente se desplazan a través de corrientes de aire, presentan un comportamiento polífago y se alimentan preferentemente de tejidos verdes jóvenes, flores y frutos. Estas plagas muestran una mayor actividad durante la etapa de floración. Sin embargo, es relevante señalar que las plagas pertenecientes al género Aleyrodidae también exhiben una notable actividad durante este mismo período fenológico.

Figura 30

Porcentaje de incidencia de las plagas con respecto al número de monitoreo en el lote 3 en el cultivo de arándano en mira, Carchi.



La presencia de lepidópteros como la plaga predominante se destaca en los monitoreos 1, 4, 6 y 7, con porcentajes de incidencia de 33.33%, 36.67%, 30% y 26.67%, respectivamente. Es importante destacar que en el monitoreo 4 se observa una notoria disparidad en la incidencia entre los pulgones y otras plagas, alcanzando una diferencia de hasta el 23% en comparación con las demás plagas presentes en ese período. En contraste, a partir del muestreo 9 hasta el 17, se registró una incidencia más significativa de mosca blanca, con una diferencia que llega hasta el 23.33% en el monitoreo 10. Este último monitoreo proporciona una visión más detallada de las diferencias en las poblaciones de plagas presentes, como se ilustra en la Figura 30.

4.1.2 Severidad de plagas presentes en el cultivo.

Con relación a la variable de severidad de plagas, se llevó a cabo un análisis de varianza que incluyó pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$). Los resultados de este análisis indican que no se presenta una interacción significativa entre el número de monitoreos, los diferentes lotes y los tipos de plagas estudiados. Sin embargo, se observa una clara interacción significativa entre el lote y el tipo de plaga, como se detalla en la Tabla 9 $0.0157 < p\text{-value}$. Además, se identifica una interacción relevante entre el período de monitoreo y el tipo de plaga, lo que resalta la importancia de estas variables en el análisis de la severidad de las plagas en el contexto de este estudio.

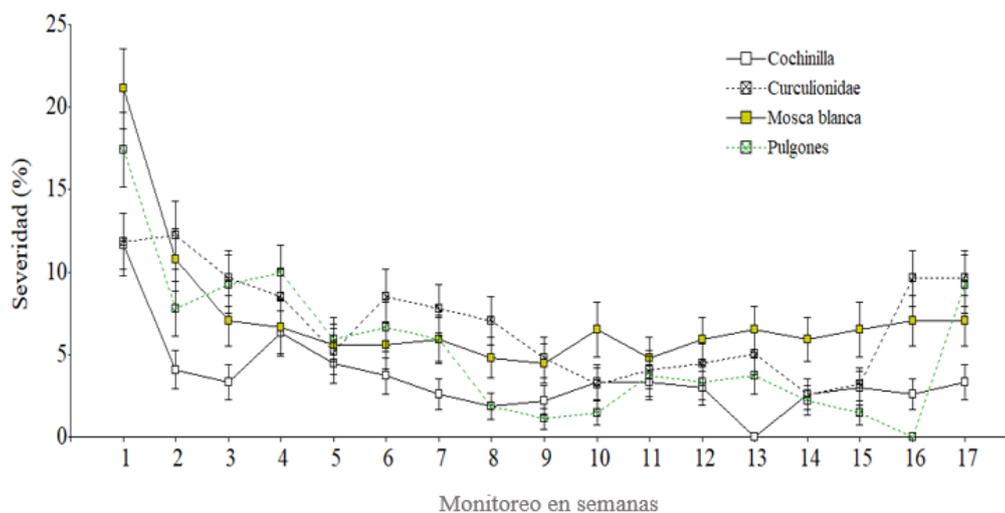
Tabla 9.

Análisis ADEVA de la severidad de las diferentes plagas en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi.

| | <u>numDF</u> | <u>denDF</u> | <u>F-value</u> | <u>P-value</u> |
|--------------------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 5887 | 683.03 | <0.0001 |
| nmonitoreo | 16 | 5887 | 17.76 | <0.0001 |
| nlote | 2 | 5887 | 0.47 | 0.6220 |
| plagas | 3 | 5887 | 24.50 | <0.0001 |
| nmonitoreo: nlote | 32 | 5887 | 0.53 | 0.9853 |
| nmonitoreo: plagas | 48 | 5887 | 2.02 | <0.0001 |
| nlote: plagas | 6 | 5887 | 2.61 | 0.0157 |
| <u>nmonitoreo:nlote:plagas</u> | <u>96</u> | <u>5887</u> | <u>0.67</u> | <u>0.9945</u> |

Figura 31

Porcentaje de severidad de las plagas en el cultivo de arándano.

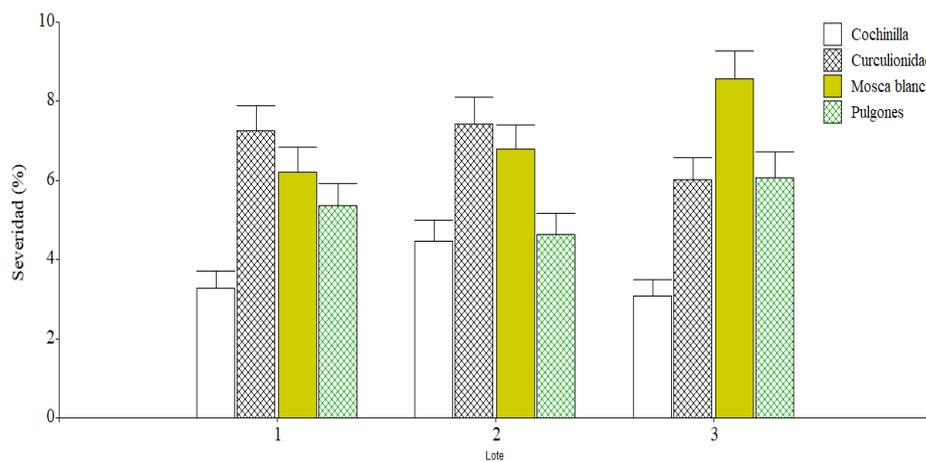


La Figura 31 ilustra la severidad porcentual de plagas a través de los monitoreos efectuados durante los primeros cuatro monitoreos, se registra una severidad que asciende hasta el 23%, otorgándoles una significativa relevancia en comparación con las semanas subsiguientes. A pesar de la inherente resistencia de las plantas de arándano a las plagas, es imperativo mantener una monitorización rigurosa, particularmente en cultivos a gran escala, para

anticipar y abordar desafíos fitosanitarios. Es crucial adoptar estrategias de control fitosanitario, idealmente con un enfoque ecológico, tal como propone Caballero (2015). Conforme a los descubrimientos de Morales (2020), la severidad en el cultivo de arándano es más acentuada en el primer monitoreo, posiblemente debido a una aplicación insuficiente de medidas de manejo y control fitosanitario en esa etapa, en contraste con las fases posteriores.

Figura 32

Porcentaje de severidad de Cochinilla, Curculionidae, Mosca Blanca y Pulgones con respecto al número de lote monitoreado en el cultivo de arándano en Mira, Carchi.



El porcentaje de severidad, en relación con el número de lotes, se encuentra influenciado por la etapa fenológica en la que se encuentra el cultivo y las condiciones específicas en las que se desarrolla. En el caso del Lote 3, desarrollado bajo cubierta, se destaca que la plaga con mayor porcentaje de severidad es la mosca blanca, registrando un 8.56%, con una diferencia de 5% en comparación con la plaga de menor severidad. Por otro lado, tanto el Lote 1 como el Lote 2 exhiben los mayores porcentajes de severidad de *Curculionidae*, con 7.25% y 7.44%, respectivamente, lo que representa una diferencia de 4% y 2% en relación con la plaga de menor incidencia, que en este caso es la Cochinilla.

Estos resultados permiten evidenciar las distintas fases de desarrollo en el cultivo de arándano, reflejadas a través de los porcentajes de incidencia obtenidos en los diferentes lotes. Plagas como los pulgones, la mosca blanca y *Curculionidae* muestran una incidencia relativamente mayor en comparación con otras plagas. Además, se destaca que el monitoreo 1 presenta los valores más elevados de incidencia de plagas, aproximadamente un 53%. Según Amézquita (2017), la incidencia de este tipo de plagas suele estar relacionada con las condiciones en las que se desarrolla el cultivo. Los pulgones, por ejemplo, pueden reducir la capacidad fotosintética de la planta, provocar la presencia de fumagina y afectar la calidad estética de los frutos.

Por otro lado, en el estudio realizado por Galarza (2019) en el cultivo de arándano, se identificó que la plaga con mayor severidad fue la Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), lo que ocasionó retraso en el crecimiento y marchitamiento de las plantas. Estos resultados difieren de los obtenidos en el presente estudio, donde se encontró que la plaga con mayor incidencia

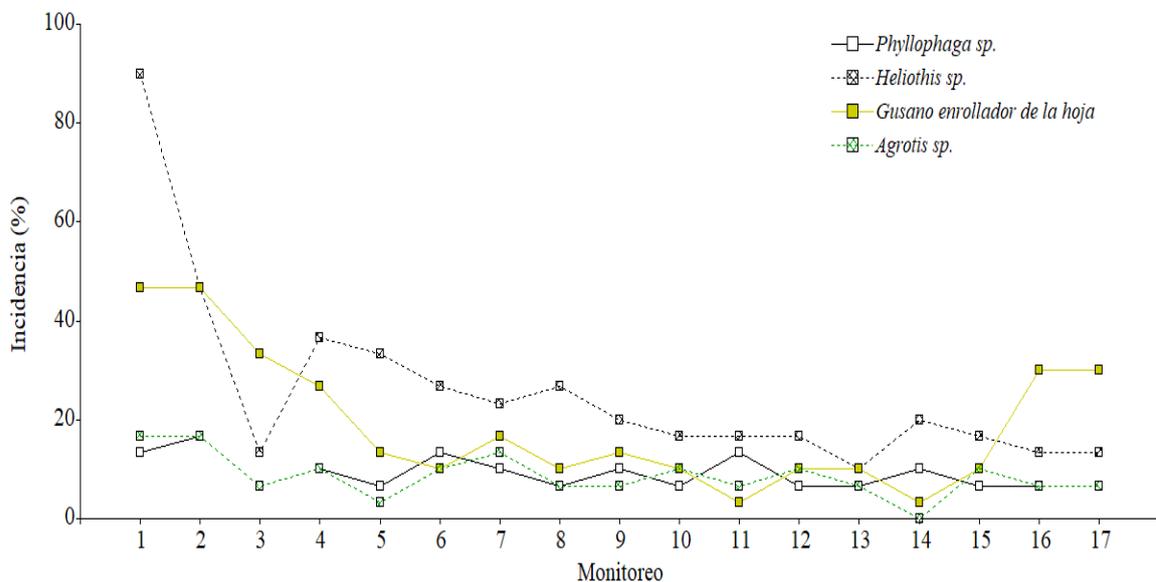
fue *Curculionidae*. Esta variación en las plagas puede deberse a las diferencias climáticas entre las ubicaciones de los cultivos en los dos estudios.

4.1.3 Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga *Phyllophaga sp.*, *Heliothis sp.*, Gusano enrollador de la hoja, *Agrotis sp.*

Heliothis sp. muestra el mayor porcentaje de incidencia a lo largo de los monitoreos realizados en este lote, a excepción de los monitoreos 3, 16 y 17 (Figura 33), en los cuales fue superado por un 13.33%, 10% y 10% de incidencia de gusano enrollador, respectivamente. Por otro lado, *Agrotis sp.* presentó el menor porcentaje de incidencia en este lote, con una diferencia de aproximadamente el 30%.

Figura 33

Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga *Phyllophaga sp.*, *Heliothis sp.*, Gusano enrollador de la hoja., *Agrotis sp.*, con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 1.



Estos resultados concuerdan con las conclusiones obtenidas en el estudio de Chen et al. (2019), donde *Heliothis sp.* exhibe una alta incidencia de severidad en esta fase fenológica, alcanzando aproximadamente el 90% de incidencia. La variación en la prevalencia de estas dos plagas suele estar relacionada con la adaptación del cultivo a las condiciones ambientales en esta fase específica de desarrollo.

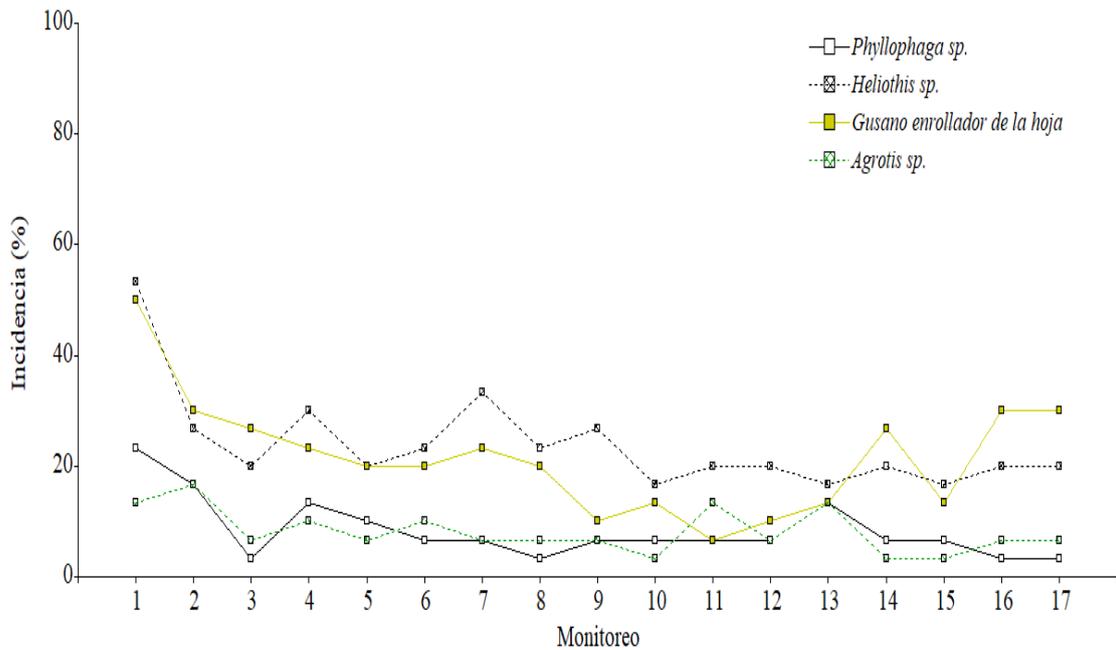
En el caso del Lote 2, se observan variaciones significativas en la incidencia de plagas durante los diferentes monitoreos (Figura 34). En el monitoreo 1 y 7, *Heliothis sp.* presenta los porcentajes más altos, con 53.33% y 33.3%, respectivamente. Sin embargo, en los monitoreos 14, 16 y 17, el gusano enrollador exhibe una incidencia superior, con una diferencia de aproximadamente 7% en comparación con *Heliothis sp.* Por otro lado, en los monitoreos 3, 8, 14 y 15 se registran los valores más bajos de incidencia, alrededor del 5%, correspondientes a *Agrotis sp.*

Cabe destacar que, durante la fase de floración, según las observaciones de Ortíz (2019), *Cheimatobia brumata* se identificó como la plaga predominante. Estos hallazgos difieren de los resultados obtenidos en el Lote 2, donde *Heliothis sp.* exhibe la mayor incidencia. No

obstante, es importante destacar que ambas plagas, *Heliothis sp.* y *Cheimatobia brumata*, tienen un impacto significativo en el cultivo, especialmente causando daños en flores y frutos. Estas diferencias en la prevalencia de plagas pueden estar relacionadas con las condiciones específicas del lote y las variaciones climáticas entre los estudios.

Figura 34.

Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga *Phyllofaga sp.*, *Heliothis sp.*, *Gusano enrollador de la hoja*, *Agrotis sp.*, con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 2.

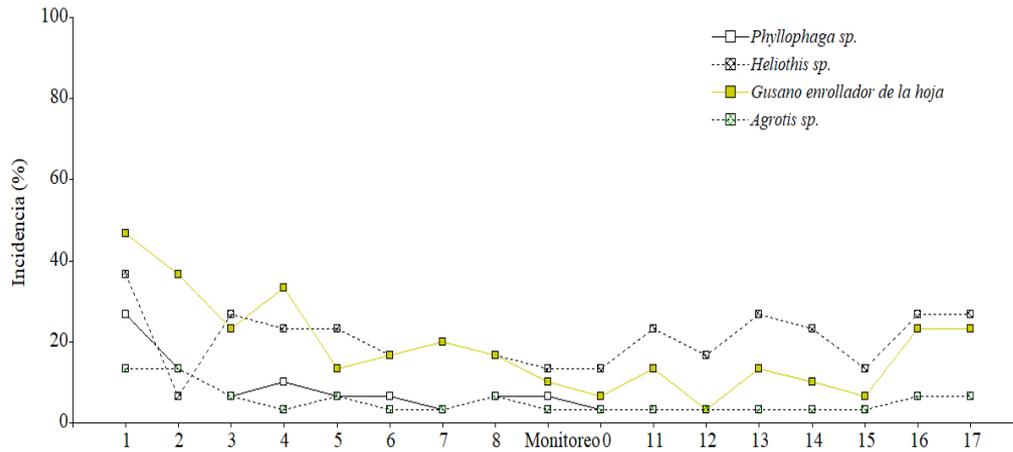


Las condiciones específicas en las que se desarrolló el cultivo en el Lote 3 revelan patrones interesantes en cuanto a la incidencia de plagas. En los primeros monitoreos, se observa un porcentaje relativamente alto de *Heliothis sp.* Sin embargo, a partir del monitoreo 11 y hasta el monitoreo 17, se evidencia un aumento significativo en el porcentaje de severidad causado por *Agrotis sp.* Esta transición se traduce en una diferencia de aproximadamente un 10% en la severidad de plagas a lo largo de todo el ciclo de cultivo en este lote.

Es importante destacar que los resultados muestran que el índice de severidad puede variar significativamente según los momentos específicos de monitoreo en el cultivo. Diversos estudios, como el de Cisternas y France (2009), han observado que la incidencia tiende a ser más elevada en los primeros monitoreos y disminuye de manera progresiva a medida que avanza el ciclo de cultivo. Este patrón puede deberse a una serie de factores, incluyendo las condiciones climáticas, la adaptación del cultivo y la presencia de depredadores naturales de las plagas.

Figura 35.

Porcentaje de Incidencia de gusanos plaga *Phyllofaga sp.*, *Heliothis sp.*, *Gusano enrollador de la hoja*, *Agrotis sp.*, con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 3 en Mira-Carchi.



4.1.4 Porcentaje de Severidad de gusanos plaga.

En el análisis de la variable de severidad de gusanos (Tabla 10), se llevó a cabo una prueba de varianza LSD Fisher para evaluar posibles interacciones. Los resultados revelan una interacción significativa entre el factor de monitoreo y la presencia de gusanos $0.0001 < p$ -value. Además, se observa otra interacción relevante entre el factor de lote y la presencia de gusanos $0.0429 < p$ -value. Estos hallazgos indican que tanto el momento de monitoreo como el lote tienen un impacto significativo en la severidad de la infestación de gusanos en el cultivo de arándanos.

Tabla 10

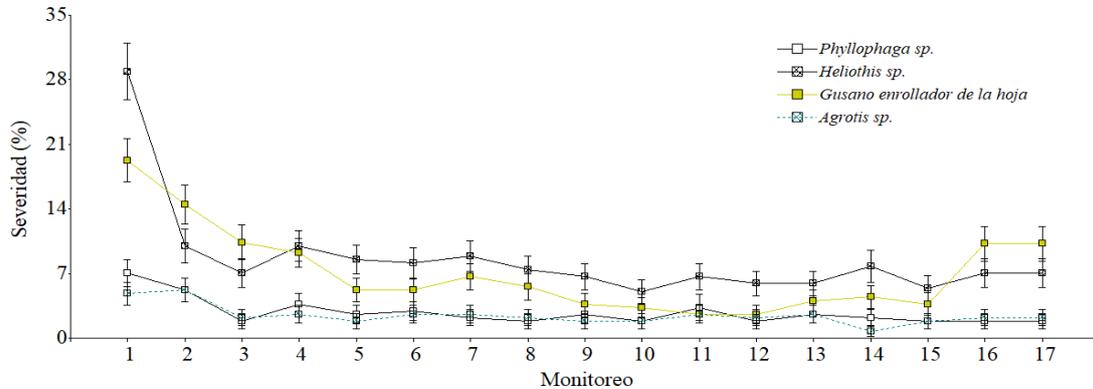
Análisis ADEVA de la severidad de los diferentes gusanos plaga en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi.

| | numDF | denDF | F-value | p-value |
|--------------------------------|-----------|-------------|-------------|---------------|
| (Intercept) | 1 | 5887 | 452.18 | <0.0001 |
| nmonitoreo | 16 | 5887 | 14.93 | <0.0001 |
| nlote | 2 | 5887 | 4.46 | 0.0116 |
| gusanos | 3 | 5887 | 90.12 | <0.0001 |
| nmonitoreo: nlote | 32 | 5887 | 0.71 | 0.8891 |
| nmonitoreo: gusanos | 48 | 5887 | 2.53 | <0.0001 |
| nlote: gusanos | 6 | 5887 | 0.63 | 0.0429 |
| <u>nmonitoreo:nlote:gusano</u> | <u>96</u> | <u>5887</u> | <u>1.05</u> | <u>0.3471</u> |

Dentro de la Figura 36, se puede observar claramente que en el lote 3, *Heliothis sp.* presenta un porcentaje de severidad del 28.9%. Sin embargo, es interesante notar que este porcentaje disminuye notablemente en el transcurso de los monitoreos, llegando a reducirse en aproximadamente un 18.3% para el monitoreo 17. Por otro lado, *Agrotis sp.* exhibe el porcentaje de severidad más bajo en toda esta fase fenológica, llegando incluso al 0.74%. Estos resultados reflejan una dinámica interesante en la incidencia de plagas en el lote 3 durante la fase de desarrollo del cultivo de arándanos. *Heliothis sp.*, aunque inicialmente presenta una alta severidad, tiende a disminuir con el tiempo, posiblemente debido a factores como la adaptación del cultivo y la presencia de depredadores naturales. En contraste, *Agrotis sp.* se mantiene en niveles bajos de severidad a lo largo de la fase fenológica, lo que sugiere una menor amenaza para el cultivo en este lote durante esta etapa.

Figura 36

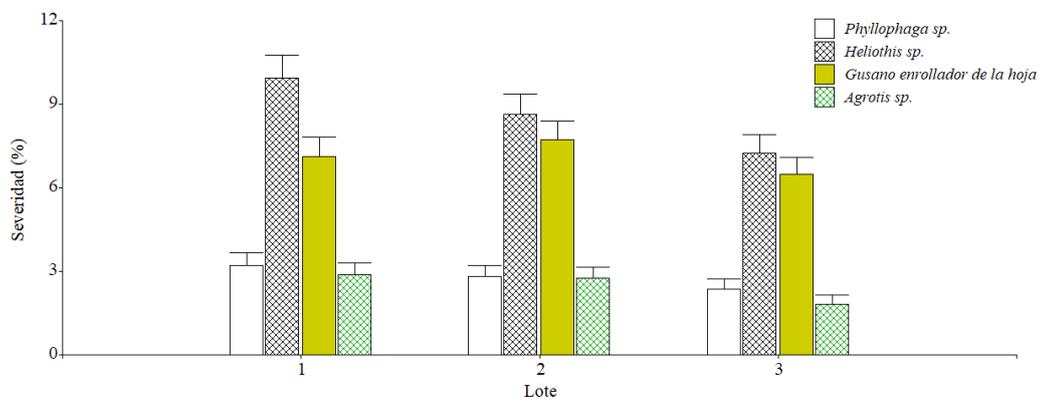
Porcentaje de severidad de gusanos plaga *Phyllofaga sp.*, *Heliothis sp.*, Gusano enrollador de la hoja, *Agrotis sp.*, con respecto al número de monitoreo realizado.



El porcentaje de severidad causado por este grupo de plagas mostró una mayor incidencia durante la fase de desarrollo, donde alcanzó un 9.93%. Es importante destacar que este patrón se repite consistentemente en todas las fases del cultivo y bajo diversas condiciones a las que estuvo expuesto el mismo (Figura 37).

Figura 37

Porcentaje de severidad de gusanos plaga *Phyllofaga sp.*, *Heliothis sp.*, Gusano enrollador de la hoja, *Agrotis sp.*, con respecto al número de lote realizado en Mira-Carchi.



Los resultados obtenidos para este conjunto de plagas sugieren que la severidad de las infestaciones de gusanos está estrechamente relacionada con el retraso en el crecimiento y los posibles marchitamientos en el cultivo de arándano, lo cual concuerda con investigaciones previas (Rebollar, 2017). Por lo tanto, las diferentes condiciones en las que se desarrolló el cultivo no parecen influir significativamente en la presencia de *Heliothis sp.*, ya que su incidencia se mantuvo en un rango de aproximadamente 5-10%. Esto puede explicarse por la atracción de esta plaga hacia la fase de floración, que suele ser más vulnerable a la presencia de plagas que atacan flores y frutos, como lo señala Ortiz et al. (2019).

Adicionalmente, los hallazgos concuerdan con la investigación de Amézquita (2022), que también identificó a *Heliothis sp.* como la plaga con mayor severidad en las diferentes fases

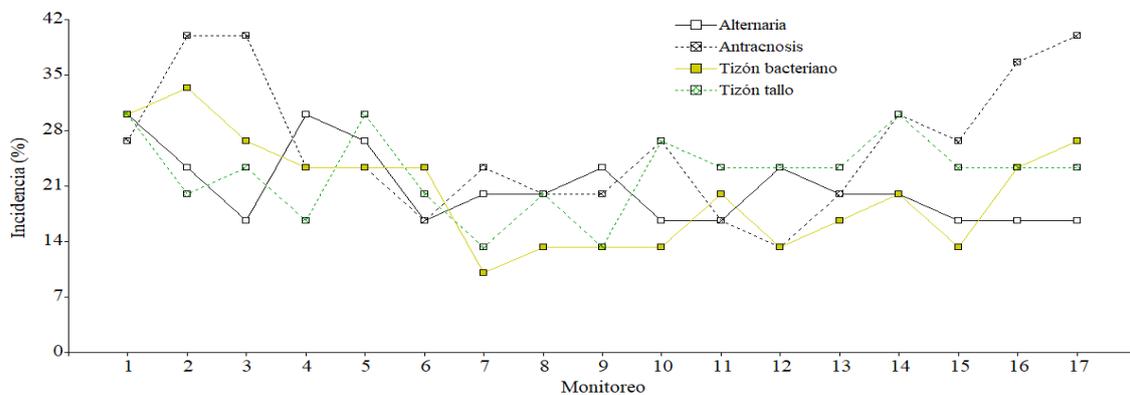
del cultivo, aunque destaca que esta prevalencia puede variar dependiendo de las condiciones específicas en las que se desarrolle el cultivo de arándanos.

4.2 PORCENTAJES DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES PRESENTES EN EL CULTIVO

El porcentaje de incidencia de enfermedades en el cultivo de arándano es un indicador crítico que refleja la salud y la productividad de las plantas. Este parámetro no solo proporciona información sobre la presencia y gravedad de enfermedades en el cultivo, sino que también está influenciado por una variedad de factores bióticos y abióticos que interactúan de manera compleja. Estos factores pueden afectar el porcentaje de incidencia de enfermedades en el cultivo de arándano, ya que esto puede tener un impacto significativo en la calidad y la cantidad de la cosecha.

Figura 38

Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 1 en Mira-Carchi.



En la fase de desarrollo que tuvo lugar en el lote 1, se destacó la Antracnosis como la enfermedad con el índice de incidencia más alto en la mayoría de los monitoreos realizados en el cultivo de arándano, presentando una media de aproximadamente el 30% de incidencia. Por otro lado, se observó que la enfermedad con menor presencia en el cultivo fue el Tizón bacteriano, alcanzando sus valores más bajos en los monitoreos 7-10 y 15, con una media de incidencia de aproximadamente el 10%. Estos resultados reflejan la variabilidad en la susceptibilidad del cultivo a diferentes enfermedades durante su fase de desarrollo en el lote 1.

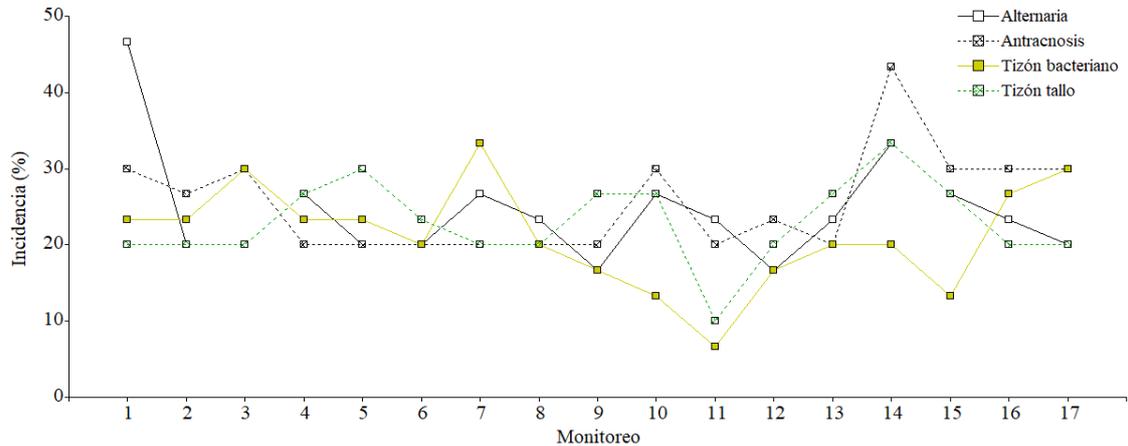
La figura 39 revela que durante la fase de floración en el lote 2, la enfermedad con mayor incidencia en la mayoría de los monitoreos fue la Antracnosis, seguida del Tizón de tallo, con una diferencia de aproximadamente el 7% entre ambas enfermedades. Sin embargo, en el monitoreo 11 se registraron los valores más bajos de incidencia de enfermedades, destacando el Tizón de tallo y el Tizón bacteriano, con incidencias del 8% y 10%, respectivamente.

La disminución en la incidencia de enfermedades en el monitoreo 11 podría estar relacionada con varios factores. En primer lugar, las condiciones climáticas durante ese período fueron menos propicias para el desarrollo de enfermedades, como la Antracnosis, lo que resultó en

una menor incidencia. Además, es importante considerar las prácticas de manejo agrícola y las estrategias de control fitosanitario implementadas en ese momento, ya que podrían haber contribuido a la reducción de la incidencia de enfermedades en ese monitoreo en particular.

Figura 39

Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 2 en Mira-Carchi

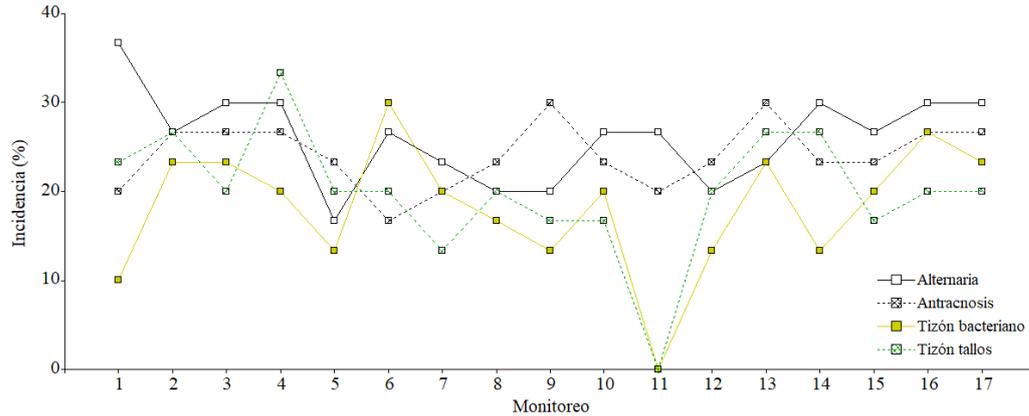


Comparando nuestros resultados con el estudio de Figueroa et al. (2010), donde se identificaron diferentes microorganismos en un clima más frío durante la fase de floración, es evidente que las condiciones climáticas regionales pueden influir significativamente en la prevalencia de enfermedades. La predominancia de la Antracnosis en nuestro estudio podría deberse a las condiciones específicas en las que se desarrollaron los cultivos en esta región, lo que resalta la importancia de considerar factores ambientales en el manejo de enfermedades en el cultivo de arándano.

En el lote 3, cultivado bajo protección de cubierta, se evidencia una incidencia notable de *Alternaria sp.*, con un promedio cercano al 28% en el cultivo. Paralelamente, la Antracnosis exhibe porcentajes de incidencia superiores en relación con otras patologías identificadas en el cultivo (Figura 40). Es esencial subrayar que, durante el monitoreo 11, se registran valores de incidencia del 0% tanto para el tizón bacteriano como para el tizón de tallo. Este valor de 0% es indicativo de la ausencia total de estas enfermedades en el momento de observación, lo que puede deberse a factores como condiciones ambientales desfavorables para su desarrollo, prácticas de manejo efectivas o resistencia inherente del cultivo. Estas dos enfermedades, en consecuencia, demuestran ser las menos prevalentes en el transcurso del ciclo de cultivo en este lote.

Figura 40

Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el lote 3 en Mira-Carchi.



El cultivo bajo cubierta en el lote 3 parece haber influido en la prevalencia de *Alternaria sp.* y Antracnosis, lo que sugiere que las condiciones específicas de este entorno pueden favorecer el desarrollo de estas enfermedades. La notable ausencia de tizón bacteriano y tizón de tallo en el monitoreo 11 podría atribuirse a factores ambientales o prácticas de manejo que limitaron su incidencia en ese momento específico.

4.2.1 Severidad de enfermedades

En la variable severidad de enfermedades 1 se realizó el análisis de varianza LSD Fisher, en donde se evidencia que existe interacción (tabla 11) de monitoreo $0.0017 < p\text{-value}$. De la misma manera, se evidencia que existe una interacción entre lote y enfermedad $0.0243 < p\text{-value}$.

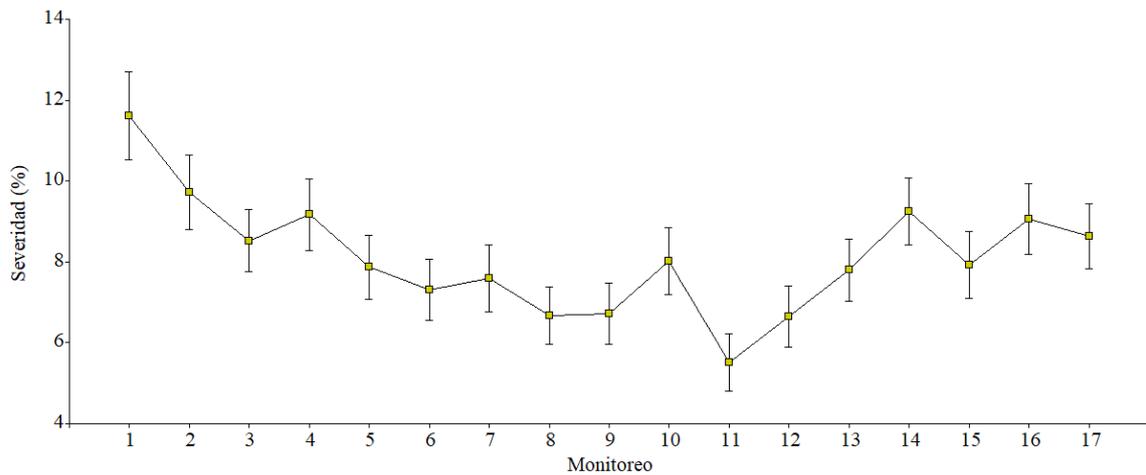
Tabla 11

Análisis ADEVA de la severidad de enfermedades en el cultivo de Arándano en la localidad de Mira, Carchi.

| | <u>numDF</u> | <u>denDF</u> | <u>F-value</u> | <u>p-value</u> |
|---------------------------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|
| (Intercept) | 1 | 5887 | 1432.23 | <0.0001 |
| nmonitoreo | 16 | 5887 | 2.36 | 0.0017 |
| nlote | 2 | 5887 | 0.55 | 0.5766 |
| enferme | 3 | 5887 | 5.24 | 0.0013 |
| nmonitoreo: nlote | 32 | 5887 | 0.52 | 0.9881 |
| nmonitoreo: enferme | 48 | 5887 | 0.82 | 0.8119 |
| nlote: enferme | 6 | 5887 | 1.00 | 0.0243 |
| <u>nmonitoreo:nlote:enferme</u> | <u>96</u> | <u>5887</u> | <u>0.42</u> | <u>>0.9999</u> |

Figura 41.

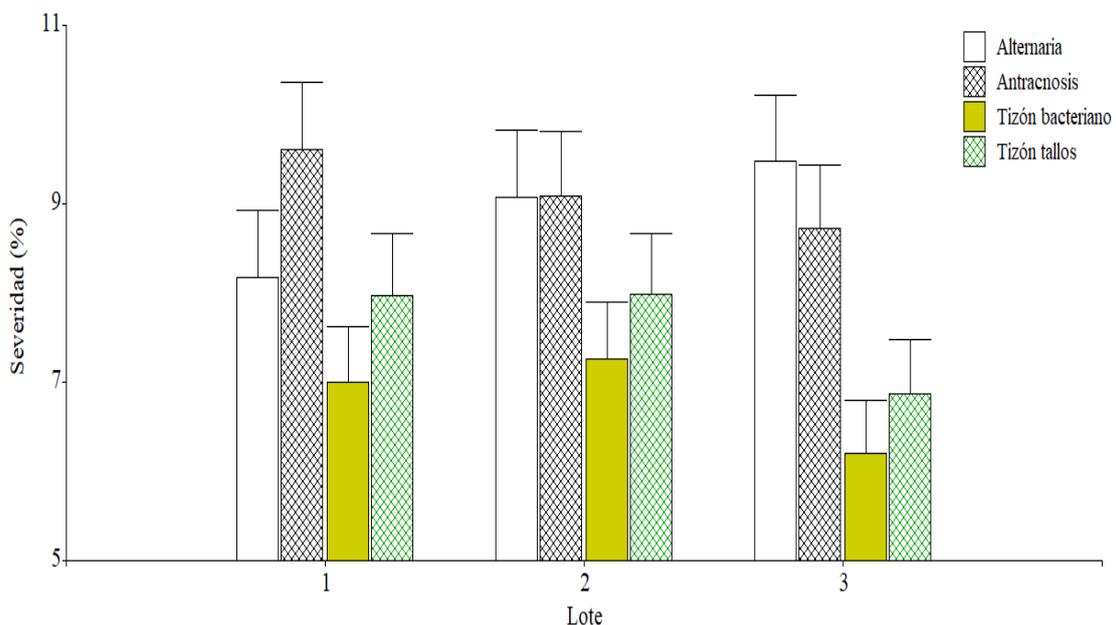
Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreo realizado en el cultivo de arándano en Mira-Carchi.



En la Figura 41 se evidencia que el porcentaje de severidad se muestra relativamente superior en el monitoreo 1 con 11.62% y menor severidad en el monitoreo 11 con 5.52%, de esta manera se obtiene una media de aproximadamente un 9% de severidad de enfermedades con respecto al número de monitoreos realizados en el cultivo. De esta manera se demuestra que el daño más severo se manifiesta en plantas recién tiernas y menores de 4 años ocasionando reducción del área foliar y defoliación, por lo que disminuye la tasa fotosintética de la planta (Cisternas et al., 2013).

Figura 42

Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al número de lote Mira-Carchi.



Los resultados obtenidos muestran que la presencia y el porcentaje de severidad de enfermedades en los cultivos de arándano están influenciados significativamente por el manejo que se lleva a cabo desde la fase de desarrollo hasta la etapa de fruto. En la Figura 42, se evidencia que la enfermedad con mayor severidad en los lotes establecidos fue la Antracnosis para los lotes 1 y 2, con un 9.61% y un 9.08%, respectivamente, mientras que el lote 3 presentó la enfermedad *Alternaria* sp. como la de mayor severidad, con un 9.48%.

Por otro lado, el tizón bacteriano fue la enfermedad con menor severidad en los tres lotes, con diferencias de aproximadamente 1.5%, 1.77% y 2%.

Es interesante destacar que en un estudio previo titulado "Fungosis del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. biloxi en El Distrito De Jesús – Cajamarca," la enfermedad *Alternaria* alcanzó un porcentaje de severidad del 30.37%, convirtiéndose en el patógeno con mayor incidencia de severidad en ese contexto. Esta discrepancia en los resultados podría atribuirse a la metodología empleada, ya que en dicho estudio se utilizó una escala de evaluación que consideraba la patogénesis manifestada a través de síntomas y se optó por el porcentaje mayor del intervalo de clase. En contraste, en el presente estudio, la enfermedad con mayor severidad fue la Antracnosis, con aproximadamente un 40% de incidencia. Estas diferencias resaltan la importancia de considerar tanto las condiciones específicas del cultivo como las metodologías de evaluación en la interpretación de los resultados sobre la severidad de enfermedades en el cultivo de arándano (Edquén, 2019).

De la misma manera Torres (2015), en su publicación Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Cultivo de Arándano muestra que *Alternaria* sp. es el patógeno con mayor severidad y que se activa en el mismo periodo, cuando hay mucha humedad, lo cual guarda una estrecha relación con las condiciones en las que se desarrolló el cultivo en el Lote 3 el cual obtuvo 38% de incidencia aproximadamente. Lo cual afecta más a los brotes que a las hojas adultas y se instala en la fruta si tiene micro fisuras, las mismas que son generadas por el golpe de partículas de arena cuando corre mucho viento.

Por otro lado, la severidad en el cultivo suele variar a lo largo de los monitoreos, es por esta razón que se debe tener un correcto manejo a nivel ecológico para el óptimo desarrollo del arándano (Rojas, 2015). Edquén (2019) en su estudio obtuvo un porcentaje de severidad del 12.5% ocasionando pérdida del color verde normal, necrosándose de color pajizo claro, las hojas muertas caen y el tallo inicia su necrosamiento en forma regresiva. Los resultados muestran una similitud con los obtenidos en el cantón Mira donde se obtuvo el 10% de severidad aproximadamente para el lote 1.

4.2.2 Enfermedades grupo 2

4.2.2.1 Incidencias

En la figura 43 se presentan los resultados del porcentaje de incidencia de enfermedades encontrado en el lote 1 durante la semana 7 del estudio. Se observa que la enfermedad atizomamiento tuvo la mayor incidencia en dicho lote y semana, alcanzando un porcentaje de 39.8%.

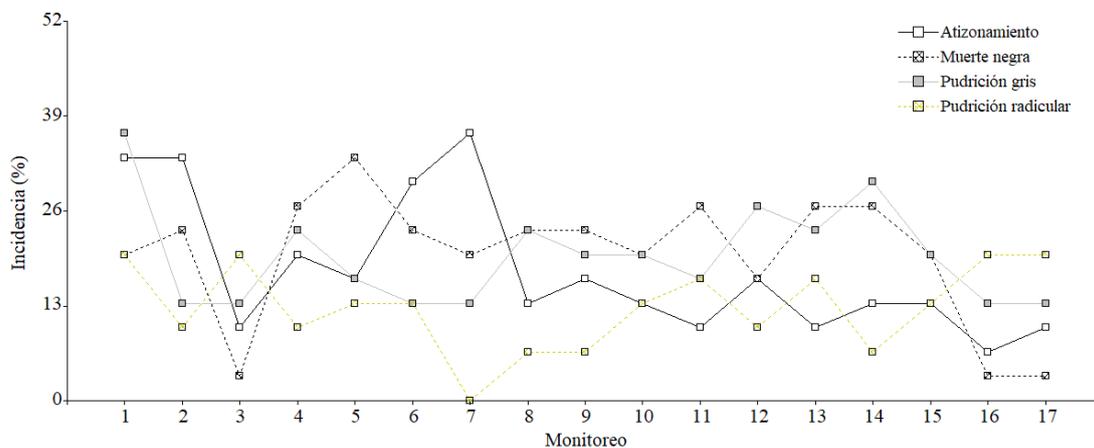
Sin embargo, llama la atención que la enfermedad muerte negra mostró un comportamiento bastante estable y poco variable a lo largo del estudio en comparación con las demás enfermedades evaluadas. El porcentaje de incidencia para muerte negra se mantuvo entre 24% y 25% durante todas las semanas del estudio en el lote 1.

Según Edquén (2019), *Botrytis cinerea* Pers.Fr. fue responsable de provocar pudrición acuosa en flores y frutos, con un porcentaje de incidencia del 22%. Este hallazgo guarda una

estrecha relación con el monitoreo 12 de nuestro estudio, donde se registró una incidencia de aproximadamente el 27%.

Figura 43

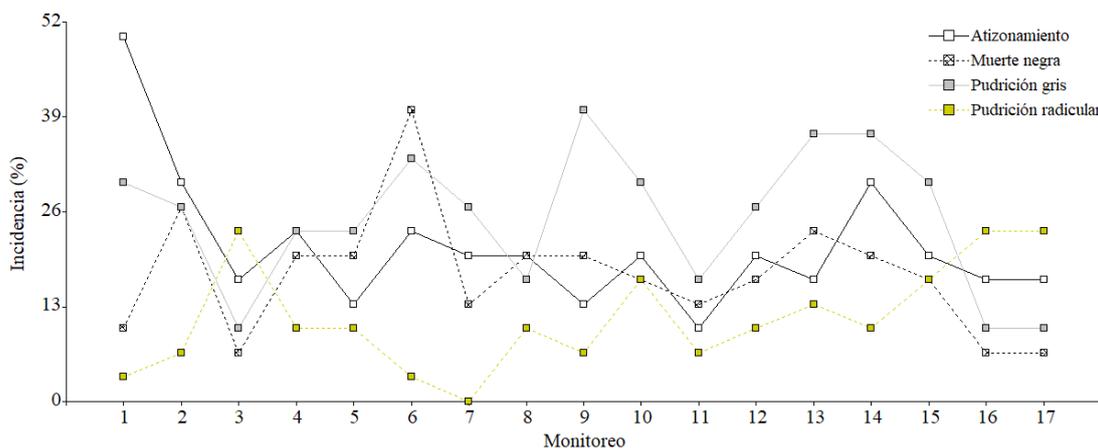
Porcentaje de incidencia de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 1.



No obstante, es importante destacar que, en nuestro estudio, la enfermedad de Atizonamiento alcanzó el grado de incidencia más elevado. Estas diferencias en los resultados pueden atribuirse a las distintas etapas fenológicas en las que se encontraban los cultivos, ya que, en el lote 1, se encontraban en la fase de desarrollo.

Figura 44

Porcentaje de severidad de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 2.

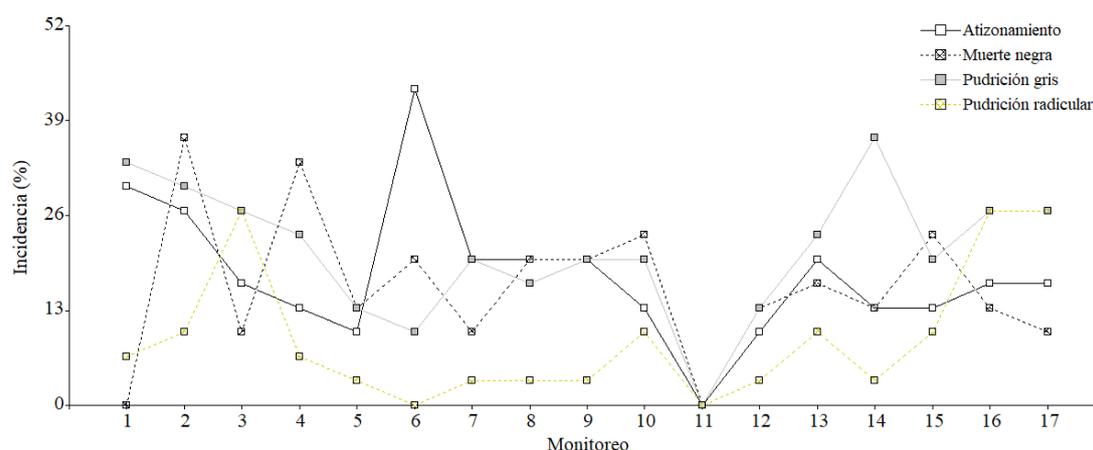


A pesar de que Atizonamiento tiene valores superiores (Figura 44) de incidencia en los dos primeros monitoreos realizados, la enfermedad de pudrición gris presenta valores superiores con relación a las demás enfermedades en la mayoría de los monitoreos realizados en el cultivo, dado esto se obtuvo una media de aproximadamente 30% de incidencia en los monitoreos realizados, valor que tiene una diferencia del 10% con la enfermedad con menor incidencia que fue pudrición radical.

La Figura 45 revela que, a pesar de que el Atizonamiento alcanza su punto más alto en el monitoreo 6, con una incidencia de aproximadamente el 45%, también registra un 0% de incidencia en el monitoreo 11. Como resultado, se observa que la enfermedad con la mayor incidencia a lo largo de los monitoreos es la pudrición gris, con una media de aproximadamente el 20% de incidencia en comparación con las otras enfermedades presentes.

Figura 45

Porcentaje de incidencia de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el lote 3.



Fonseca (2016) identificó las enfermedades más comunes que afectan a las plantas en invernaderos, entre las que se incluyen la pudrición radical (*Phytophthora cinnamomi*), la amilariosis (*Amillaria mellea*), la verticilosis (*Verticillium dahliae*), las agallas de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*), la cancrisis del cuello (*Botryophaeria corticis*), el tizón de la madera (*Botrytis cinerea*), el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*), la roya de arándano (*Pucciniastrum vaccini*), el leaf scorch (*Xylella fastidiosa*), y el cáncer bacteriano (*Pseudomonas syringae*). Estas enfermedades guardan una estrecha relación con el grado de severidad de la pudrición gris observado en nuestro estudio.

4.2.3 Severidad de enfermedades

En la variable severidad de enfermedades 1 se realizó el análisis de varianza LSD Fisher, en donde se evidencia que existe interacción (tabla 13) de nmonitoreo $0.0017 < p\text{-value}$. De la misma manera, se evidencia que existe una interacción entre nlote y enferme $0.0243 < p\text{-value}$.

Tabla 13

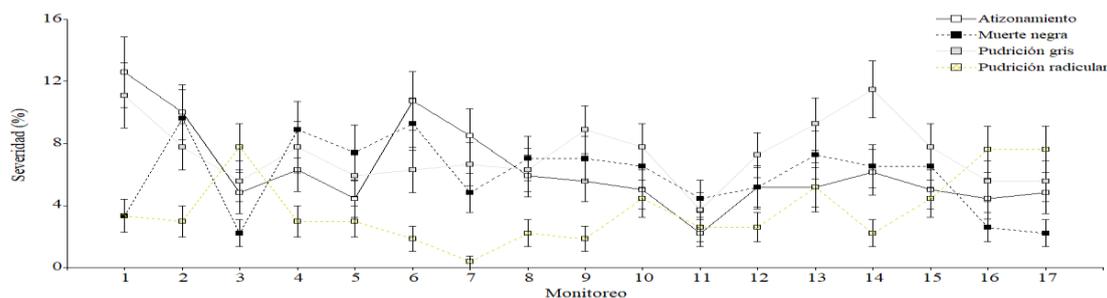
Análisis ADEVA porcentaje de severidad de Atizonamiento, Muerte regresiva, Pudrición gris y Pudrición radical con respecto al monitoreo en el cultivo de arandino en Mira-Carchi.

| | numDF | denDF | F-value | p-value |
|-------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 5887 | 607.43 | <0.0001 |
| nmonitoreo | 16 | 5887 | 2.12 | 0.0057 |

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|
| n lote | 2 | 5887 | 2.20 | 0.1105 |
| enferme | 3 | 5887 | 20.43 | <0.0001 |
| n monitoreo: n lote | 32 | 5887 | 1.34 | 0.0955 |
| n monitoreo: enferme | 48 | 5887 | 2.69 | <0.0001 |
| n lote: enferme | 6 | 5887 | 1.11 | 0.0462 |
| <u>n monitoreo:n lote:enferme</u> | <u>96</u> | <u>5887</u> | <u>0.52</u> | <u>>0.9999</u> |

Figura 46

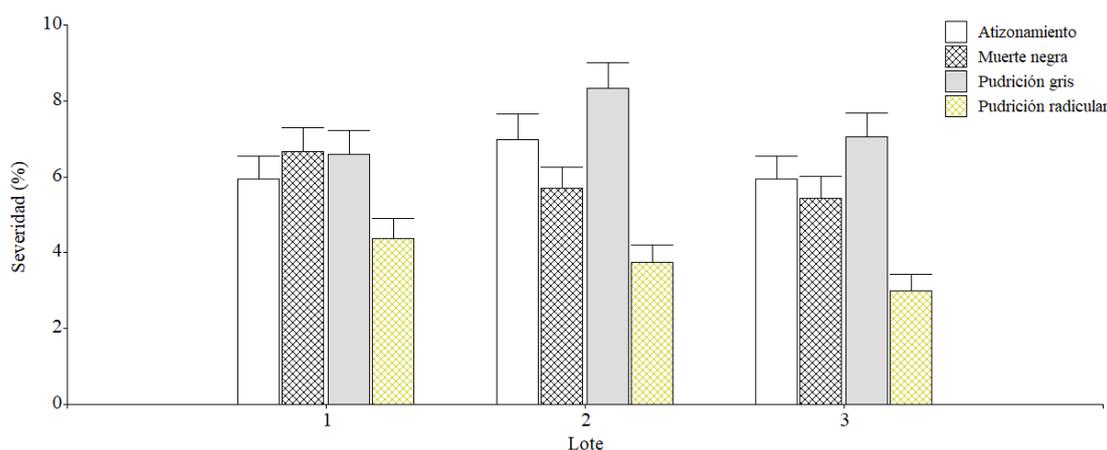
Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto al monitoreo en el cultivo de arándano en Mira-Carchi.



Las enfermedades con mayor severidad en relación con el número de monitoreos realizados fueron Pudrición gris y Atizonamiento con un aproximado de 10% y 8% en relación a las demás enfermedades (Figura 46), de esta manera se constata que la presencia de este tipo de enfermedades se evidencia en la mayoría de las etapas fenológicas que tiene el cultivo.

Figura 47

Porcentaje de severidad de enfermedades con respecto número de lote en el cultivo de arándano en Mira-Carchi.



La Figura 47 confirma los resultados obtenidos en cada uno de los lotes en relación con la severidad de las enfermedades presentes en el cultivo. Los datos revelan que el lote 1 tiene un índice de severidad más alto para las enfermedades de muerte negra y pudrición gris, con un aproximado del 6.88% de severidad. Por su parte, en los lotes 2 y 3, la enfermedad con mayor severidad fue la pudrición gris, con 8.2% y 7.8% respectivamente, lo que genera una

diferencia de aproximadamente el 2% en la incidencia de estas enfermedades entre los tres lotes previamente establecidos.

Amézquita (2020) informa que la pudrición gris es el patógeno con mayor incidencia, con alrededor del 35%, lo cual difiere de los resultados obtenidos en este estudio, donde la pudrición gris solo alcanza un pico de incidencia del 30% aproximadamente. Es importante destacar que patógenos como el Atizonamiento, aunque están presentes en dicho estudio, muestran valores relativamente bajos de incidencia.

Por otro lado, los resultados de este estudio son similares a los obtenidos por Edquén (2019), quien registró un grado de severidad del 9.25% para la presencia de la pudrición gris. Esto se debe a que la enfermedad cuenta con condiciones favorables, como temperatura, humedad, nutrientes exudados en la cutícula, edad, concentración del inóculo y edad del tejido, que propician su desarrollo. En promedio, la infección se produce entre 5 y 8 horas después de la exposición (Elad et al. 2007). Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar factores ambientales y de manejo en la prevención y el control de enfermedades en el cultivo de arándano.

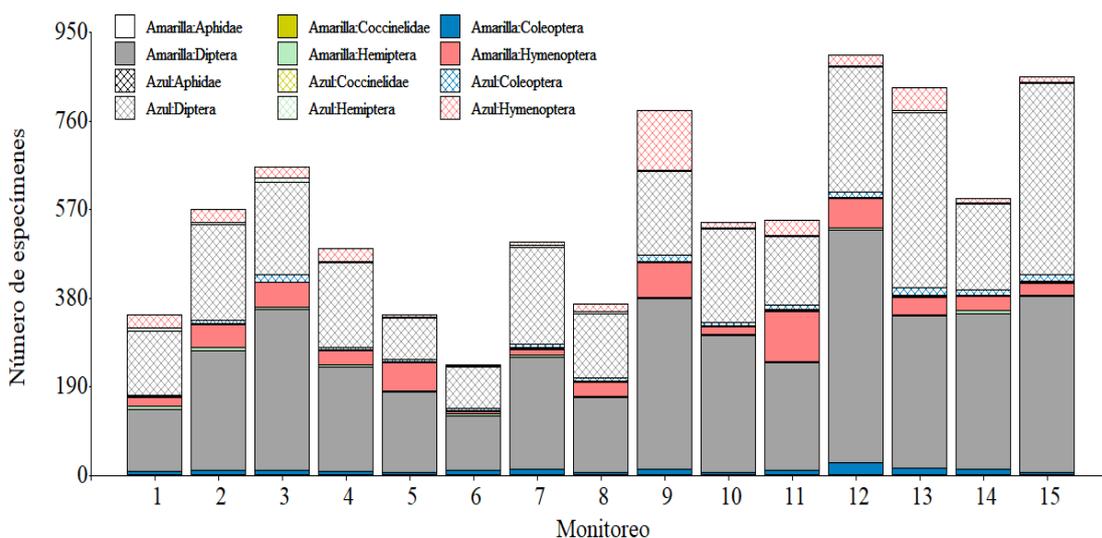
4.3 MONITOREO INDIRECTO

4.3.1 Trampas cromáticas

Dentro de la Figura 48, se aprecia la eficacia del uso de trampas cromáticas en el lote 1 en relación con el número de monitoreos realizados. Se observa que las trampas amarillas destinadas al género Coleóptera registraron un menor número de especies a lo largo de esta etapa del cultivo. Sin embargo, para los Dípteros, las trampas demostraron ser las más efectivas en términos de registro de especies.

Figura 48

Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 1.

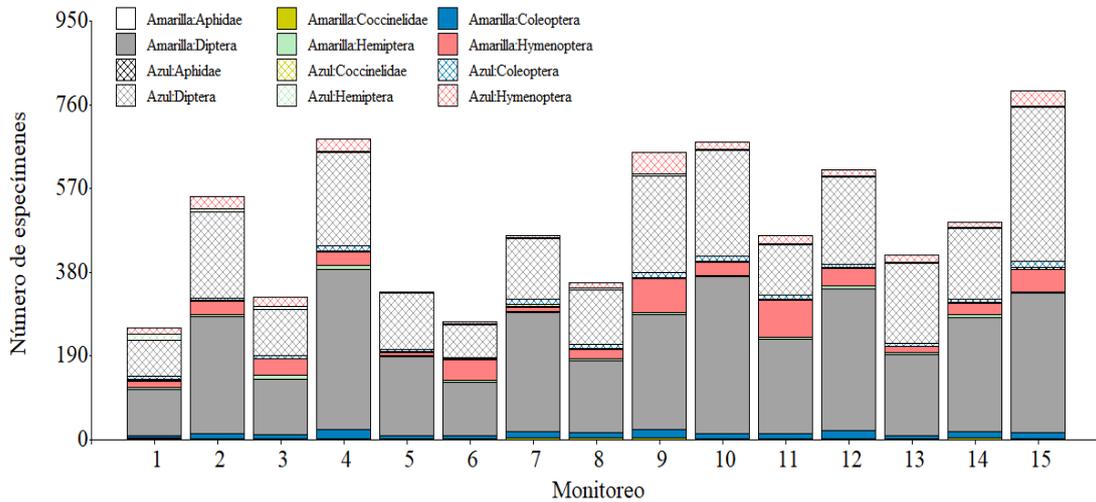


Por otro lado, las trampas cromáticas de color amarillo exhibieron una mayor presencia en el número de especies, destacando los órdenes Díptera e Hymenoptera, que mostraron una mayor frecuencia en esta trampa en particular. Estos resultados subrayan la importancia del

color de las trampas cromáticas en la captura selectiva de diferentes géneros y órdenes de insectos, lo que puede ser valioso en la gestión de plagas y el monitoreo de la biodiversidad en el cultivo de arándano.

Figura 49

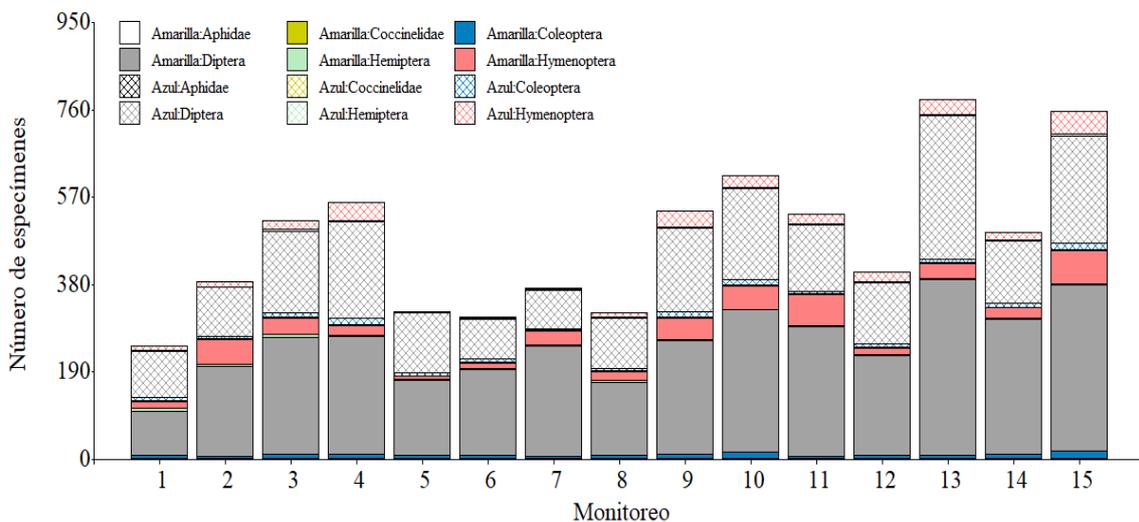
Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 2.



La efectividad de las trampas cromáticas en la captura de especímenes en el lote dos exhibe una diferencia significativa entre la trampa cromática amarilla y la trampa azul. Se observó que la trampa azul mostró una menor presencia de especies del orden Coleóptera y una mayor presencia en el orden Díptera. Por otro lado, la trampa cromática amarilla presentó una alta presencia de especies del orden Díptera, aunque no resultó tan efectiva en la captura de especies del orden Hemiptera, según el número de especímenes recogidos. Estos resultados indican la influencia del color de las trampas cromáticas en la atracción selectiva de diferentes órdenes de insectos, lo que puede ser relevante en el monitoreo y control de plagas en el cultivo de arándano.

Figura 50

Número de especímenes en trampas cromáticas en el lote 3.



El lote tres, al desarrollarse bajo techo, no muestra diferencias significativas en la efectividad de las trampas en comparación con los lotes 1 y 2, considerando el número de monitoreos y el número de especímenes capturados. Se observó que la trampa cromática amarilla presentó un menor número de especies en el orden Hemiptera y una mayor presencia en el orden Díptera, especialmente en el monitoreo 15, donde se registró un mayor número de especies. Por otro lado, la trampa cromática de color azul mostró un mayor registro de especies de Díptera en el monitoreo 13.

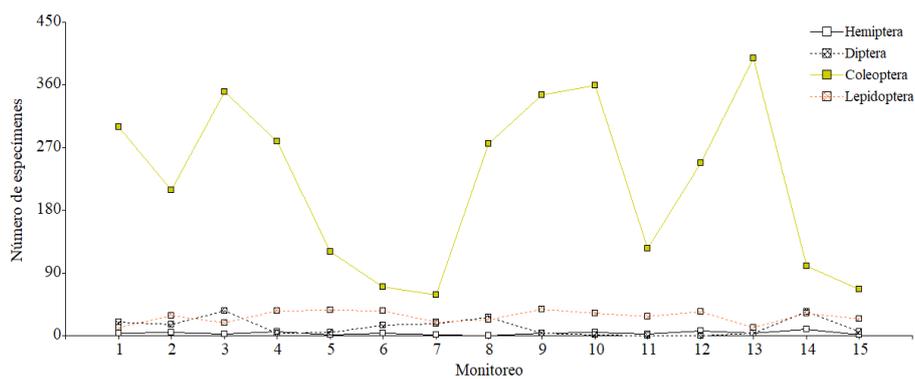
La elección de colores de trampas puede influir en la eficacia de captura de plagas, como se ha observado en estudios previos. Por ejemplo, en el estudio de Bravo et al. (2020), se encontró que las trampas pegajosas de color celeste y blanco fueron las más eficientes en la captura de trips, con un 30% y 28% de eficacia, respectivamente, mientras que las trampas amarillas lograron capturar un 26% de pulgones y las trampas para cigarritas alcanzaron un 21% de eficacia. Estos resultados muestran similitudes con los obtenidos en este estudio en el cultivo de arándano, ya que las trampas de colores mencionados permitieron identificar individuos de la misma familia de insectos.

4.3.2 Trampas de luz

En la figura 50, se presenta el número de especímenes y el número de monitoreos observados en trampas de luz. Los resultados indican que la especie de coleópteros es la más abundante en todos los monitoreos realizados, mientras que las especies de las familias Díptera y Hemiptera fueron las menos observadas, con valores inferiores a 90 especímenes.

Figura 51

Número de especímenes encontrados por cada orden en trampa de luz colocada en el cultivo de arándano en Mira-Carchi.



Comparando estos hallazgos con un estudio previo sobre el monitoreo de plagas en el cultivo de arándano realizado por Calvo y Molina (2011), se observa una diferencia significativa. En ese estudio, se encontró que los insectos del orden Hemiptera eran más abundantes en trampas monocromáticas. Sin embargo, en el presente estudio, los coleópteros fueron la orden con mayor abundancia en todos los monitoreos realizados. Esta discrepancia puede deberse a la adaptabilidad de los coleópteros a las condiciones climáticas específicas en la región de Mira.

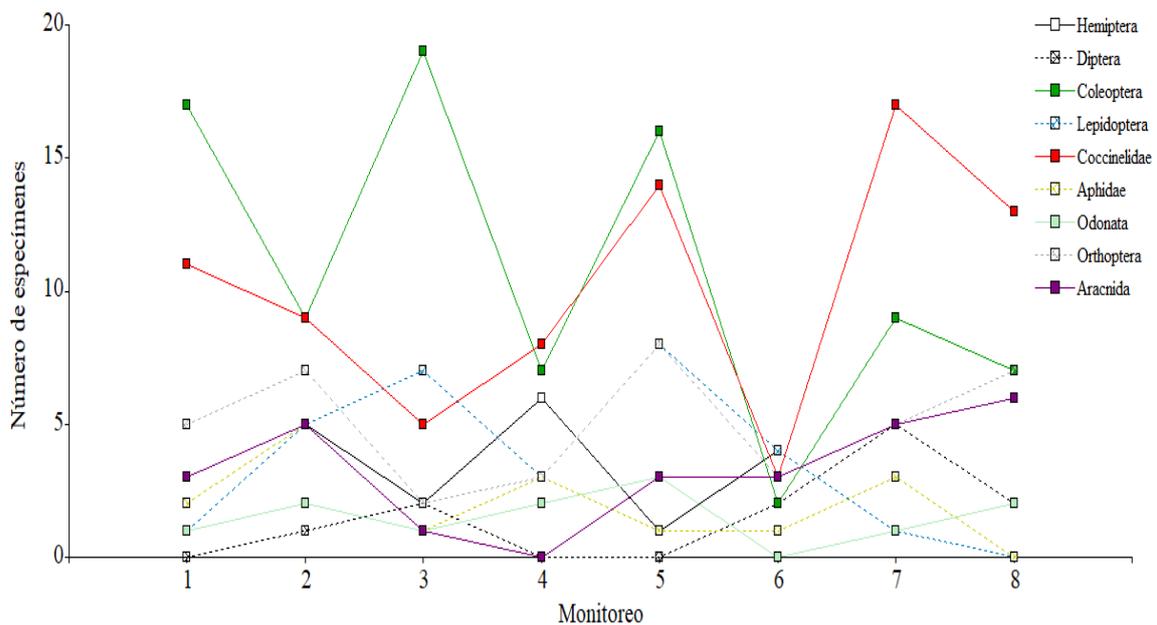
4.3.3 Red

En la figura 51, se presenta el resultado del monitoreo realizado mediante el uso de una red entomológica. En este contexto, se registraron diversas familias de insectos y órdenes, que incluyen Díptera, Coleóptera, Hemiptera, Lepidoptera, Coccinellidae, Aphidae, Odonata, Orthoptera y Arachnida. Destaca que los especímenes de la familia Coleóptera fueron los más abundantes entre las familias observadas, alcanzando su punto máximo en el tercer monitoreo con alrededor de 19 especímenes aproximadamente. De manera similar, el orden Coccinellidae mostró un aumento en el número de especímenes, registrando 17 en el séptimo monitoreo, aunque tuvo un pico más bajo en el sexto monitoreo, con menos de 5 especímenes.

Es importante señalar que el sexto monitoreo mostró valores bajos de especies en todas las familias evaluadas, con la excepción de la familia Díptera, que experimentó un aumento evidente hasta el séptimo monitoreo. Además, los órdenes Díptera, Hemiptera, Lepidoptera, Aphidae, Odonata, Orthoptera y Arachnida presentaron números de especímenes por debajo de 10 en todos los monitoreos, lo que indica su presencia limitada en el área de estudio. Estos resultados brindan información relevante sobre la diversidad y abundancia de insectos en el cultivo de arándano.

Figura 52

Monitoreo en red por barrido entomológico.



Mediante la red de barrido se presenció que el orden con más presencia fue Coleóptera: Staphylinidae, Aleocharinae esto se debe a que tienen asociaciones con hongos macroscópicos (Navarrete et al., 2002). Lo cual concuerda con el presente estudio debido a que este orden tiene una mayor frecuencia en el transcurso de los monitoreos realizados en el cantón Mira.

4.4 ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLOGÍA DE PLAGAS

Los resultados de la aplicación de diversas estrategias de manejo de control de plagas en los cultivos de arándanos son altamente significativos y beneficiosos para la producción agrícola. A través de la implementación de estrategias como el uso de extractos botánicos, el control biológico y la recogida manual de insectos, se ha logrado reducir la incidencia y severidad de plagas, protegiendo así la salud de los cultivos y aumentando la calidad de los frutos.

- **Estrategia 1: Utilización de Extractos Botánicos para el Control de Plagas**
 - a) **Ajenjo:** Para preparar una solución de ajeno, se requiere hervir 100 gramos de hojas de ajeno en 10 litros de agua durante 20 minutos. Luego, se deja reposar durante 24 horas, se filtra y se diluye para obtener 20 litros de solución listos para aplicar en el campo al día siguiente. Se recomienda añadir 1 gramo de tierras diatomeas por litro de solución (20 gramos en total), siguiendo la sugerencia de Villavicencio (2010). Esta solución debe aplicarse de tres a cuatro veces con intervalos de 5 días, dependiendo de la gravedad de la infestación.
 - b) **Cebolla:** Para preparar una solución de cascaras de cebolla, se cocinan 200 gramos de cascaras en un galón de agua durante 20 minutos. Después de enfriar, se filtra y se diluye para obtener 20 litros de solución, lista para ser aplicada en el campo. Esta solución debe aplicarse en cuatro ocasiones con intervalos de cuatro días para un control más efectivo.
 - c) **Ají:** Para preparar una solución de ají, se licuan 200 gramos de ají gallinazo o rocoto en un galón de agua. Luego, se filtra y se diluye para obtener 20 litros de solución, que se aplican utilizando una bomba manual. Esta solución debe aplicarse en tres ocasiones, con intervalos de cuatro días, según la magnitud de la infestación.
- **Estrategia 2: Control Biológico**

El control biológico implica la reducción de plagas mediante la utilización de enemigos naturales, como la mariquita roja. Estos enemigos pueden incluir otros insectos beneficiosos, depredadores, parasitoides, microorganismos como bacterias y hongos, así como extractos vegetales. Esta estrategia se basa en la protección del medio ambiente y la seguridad alimentaria de los consumidores. Es aplicable en diversos tipos de cultivos y proporciona un valor añadido, especialmente en sistemas de cultivo ecológicos o libres de residuos.

- **Estrategia 3: Recogida Manual de Insectos**

La recogida manual de insectos se lleva a cabo mediante el uso de trampas adhesivas, que pueden combinarse con plantas cromáticas que atraen a los insectos debido a sus colores llamativos. Además, se utilizan mallas o tejidos que varían en su trenzado según las necesidades del agricultor para evitar la entrada de insectos en semilleros, invernaderos y cultivos al aire libre, garantizando al mismo tiempo una adecuada ventilación. Las trampas también pueden emplear atrayentes alimenticios, como proteína hidrolizada. Las trampas de agua, en particular las de color amarillo, son eficaces para la captura de pulgones, ya que

estos insectos se sienten atraídos por la coloración del fondo del recipiente. Además, es posible añadir detergente a estas trampas para evitar que los insectos puedan escapar. Estas estrategias brindan enfoques efectivos y sostenibles para el control de plagas en cultivos, contribuyendo así a la salud de los cultivos y al cuidado del medio ambiente.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se ha constatado que la dinámica poblacional de los artrópodos plaga y sus enemigos naturales exhibe variaciones notables en su presencia, dependiendo tanto de la etapa fenológica del cultivo como de las condiciones específicas en las que este se desarrolla.

Durante la investigación, se llevó a cabo la recolección de un total de 176,771 artrópodos. De esta cifra, 575 individuos corresponden a la especie *Coccinella septempunctata* (Latreille, 1807), la cual se caracteriza por ser un enemigo natural relevante en los cultivos de arándano. Por otro lado, se observó que el artrópodo enemigo con la presencia más destacada pertenece al género Díptera. En contraste, enemigos naturales como el pulgón, la cochinilla y la paratrioza presentaron cifras menores respectivamente. Estos resultados reflejan la compleja interacción entre los artrópodos y sus enemigos naturales en los cultivos de arándano, y la influencia que diversos factores ejercen sobre sus poblaciones a lo largo del tiempo.

La incidencia y severidad de plagas en el cultivo de arándano se ha evidenciado a través de dos grupos distintos de plagas. En el Grupo 1, se observó que *Trialeurodes vaporariorum* presentó una mayor incidencia en los lotes 1 y 2, con diferencias significativas del 53.33% y 23.33%, respectivamente, en comparación con otras plagas. Sin embargo, en el lote 3, la plaga predominante fue del género *Curculionidae*, con una diferencia del 3% con respecto a las demás plagas. Estos hallazgos se corroboraron al evaluar la severidad en el cultivo, donde *Trialeurodes vaporariorum* mostró un porcentaje de severidad del 8.56% en el lote 3, superando en un 5% a las demás plagas. Por otro lado, en los lotes 1 y 2, las plagas del género *Curculionidae* registraron porcentajes de severidad de 7.25% y 7.44%, respectivamente, siendo estos los valores más altos en estos lotes. Esta situación tiene un impacto directo en el desarrollo y la producción de arándano, ya que las plagas pueden causar daños significativos en el cultivo.

En el segundo grupo de plagas, centrado en la categoría de gusanos que afectan el cultivo, se destaca *Heliothis sp.* como la plaga con mayor incidencia. Estos datos sobrepasan significativamente a otras plagas presentes en el cultivo. Esta alta incidencia de *Heliothis sp.* se correlaciona con la severidad, que alcanzó hasta un 9.93% en el cultivo. La razón detrás de esta correlación radica en que esta plaga afecta negativamente a la planta desde sus primeras etapas como plántula hasta su fase de floración y desarrollo de frutos.

En el caso de las enfermedades que afectan el cultivo de arándano, en el primer grupo se observa que Antracnosis es la enfermedad con mayor incidencia, alcanzando una media del 35% en el lote 2 y una incidencia del 30% en el lote 1. Para el lote 3, Alternaria se posiciona como la enfermedad con mayor incidencia, con una media del 28%.

En términos de severidad de estas enfermedades en el primer grupo, se identifica a Antracnosis como la enfermedad con mayor severidad en los lotes 1 y 2, con medias del 9.61% y 9.08%, respectivamente. Para el lote 3, Alternaria presenta una mayor severidad, con un valor del 9.48%. Esto sugiere que la presencia de estas enfermedades tiene un mayor impacto en plantas jóvenes, especialmente en aquellas menores de 4 años.

En el segundo grupo, en el lote 1, la enfermedad con mayor severidad es la muerte negra, con un 6.8%. Para los lotes 2 y 3, pudrición gris se destaca como la enfermedad más severa, con un 8.2% y 7.8%, respectivamente. Estos hallazgos, respaldados por el número de monitoreos realizados, indican que pudrición gris es la enfermedad que presenta una severidad más constante a lo largo del desarrollo del cultivo de arándano, alcanzando hasta un 10.5% de severidad.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar estrategias de manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de arándano.

Determinar cómo responden otras variedades de arándanos en las mismas condiciones de desarrollo

Realizar estudios de la influencia de distintos sustratos sobre la parte reproductiva, rendimiento y sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Andorno, A., Botto, E., Rossa, F. L., y Möhle, R. (2014). Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas. *INTA*, 8. Agencia Agraria de Noticias de Perú. (06 de abril de 2020). *International Blueberry Organization Summit será reprogramada para agosto del 2021*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/international-blueberry-organization-summit-sera-reprogramad-21236>
- Alcalde, K. (2019). *Estimación de pérdidas causadas por plagas en la calidad postcosecha de Vaccinium corymbosum “arándano”* [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego], Repositorio institucional upao. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP_ING.AGRON_KATHERINE.ALCALDE_ESTIMACI%c3%93N.P%c3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%c3%81NDANO.pdf
- Álvarez, Y., Oliva, M., Collazos, R., Vilca, N. y Huaman, E. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*, 32(3), 187-194. Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/download/2786/1744>
- Amézquita, G. (2022). “MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE HUARMEY ANCASH.[Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://n9.cl/1lzou>
- Andorno, A., Botto, E., Rossa, F. L., y Möhle, R. (2014). Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas. *INTA*, 8.
- Bañados, P., Donnay, D. y Uribe, P. (2007). Poda en verde en arándanos. *Revista Agronomía y Forestal Pontificia Universidad Católica de Chile*. Obtenido de file:///C:/Users/PC/AppData/Local/Temp/poda_arandanos.pdf si es un artículo, falta el volumen, número y páginas
- Bravo, R., Uscamayta, Z., y Lima, I. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 61_66. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/download/2805/2881>

- Brondino, L., Massaglia, S., Giuggioli, N., y Peano, C. (2021). Blueberry Mechanized Harvesting: Preliminary Results in the Italian Context. *Preprints*, 2021(1), 1-13. doi:10.20944/preprints202104.0522.v1
- Bustillo, A. (2018). *El cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum) y su proyección en Colombia* [Tesis de Grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales], Repositorio institucional udca. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/940/UNIVERSIDAD%20DE%20CIENCIAS%20APLICADAS%20Y%20AMBIENTALES%20entregar%201.pdf;jsessionid=B64869D55493CA616F072F70C40CF571?sequence=1>
- Calderón, P. S. (2016). *Innovación para la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y Panamá*. Obtenido de PLAN DE MANEJO DE TRIPS EN EL CULTIVO DEL AGUACATE HASS: <http://repiica.iica.int/docs/B4226e/B4226e.pdf>
- Calvo, D. y Molina, J. (2011). Insectos asociados al cultivo de arándano en Andalucía occidental. *centro IFIAPA*. <https://n9.cl/iyev5>
- Campbell, M., Siefker, J., Y Coneva, E. (2013). Vaccinium genomics and breeding for berry crops. In *Genomics and Breeding for Climate-Resilient Crops* (Vol. 2, pp. 183-204). Springer.
- Cañedo, V., Alfaro, A., y Kroschel, J. (2011). *Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional*. Obtenido de Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas: doi:<https://doi.org/10.4160/9789290604075>
- Caballero, J. (2015). Crecimiento y Desarrollo Vegetativo de dos Cultivares de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L) Biloxi y Sharpblue en la Sabana de Bogotá Juan. Universidad Militar Nueva Granada. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10654/6675>
- Cha, D., y Linn Jr, E. (2015). Effect of trap design, color, and height on captures of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in a Hawaiian cucurbit field. *Journal of Economic Entomology*, 108(3), 1033-1040.
- Chen, S., Zhu, Y., Shao, T., Long, X., y Zhou, Z. (2019). Relationship between rhizosphere soil properties and disease severity in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *Applied Soil Ecology*, 137, 187-194
- Cisternas, E. y France, A. (2009). *Manual de campo. Plagas, enfermedades y desordenes fisiológicos del arándano en Chile*. Boletín INIA – Instituto de Investigaciones Agropecuarias

- Cisternas, E. (2016). *INSECTOS PLAGA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS AL ARÁNDANO*. Obtenido de ASOCOLBLUE-INIA: <http://asocolblue.com/wp-content/uploads/2016/04/Manual-de-arandanos.pdf>
- Cisternas, E., Undurraga, P., y Vargas, S. (2013). Insectos plaga de importancia económica asociados al arándano. *Manual de arándano Boletín INIA*, (263), 91-106.
- Cuellar, M. E., y Morales, F. (2006). La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Colombiana de Entomología* 32, 1-9.
- Díaz, L. R. (2019). *FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CULTIVO DE ARÁNDANO (Vaccinium Corymbosum L.) EN LA VEREDA LLANO VERDE DEL MUNICIPIO DE ÚMBITA, BOYACÁ*. Obtenido de repositorio.uptc.edu: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3003/1/TGT_1536.pdf es una tesis???? ... arreglar de acuerdo a las normas APA
- Díaz, P. U. y Schuldes., S. V. (2013). *Manual de Arandano*. Obtenido de biblioteca.inia.cl: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7627/NR39094.pdf?sequence=1> falta la editorial
- Eaton, S. B., Eaton III, S. B., y Konner, M. J. (2010). Paleolithic nutrition revisited: A twelve-year retrospective on its nature and implications. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(8), 905-912.
- Edquén, M. (2019). Fungosis del arándano (Vaccinium corymbosum L.) var. biloxi en el Distrito De Jesús - Cajamarca. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://n9.cl/xbel9>
- Elad, Y., Williamson, B., Tundzynski, y ; Delen, N. 2007. Botrytis spp. and Diseases they cause in Agricultural systems. En: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Ed. Springer. Netherlands. 412.
- Ercisli, S. (2007). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(2), 573-590.
- Estay, P. (2018). *INIA*. Obtenido de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades Mosquita blanca: https://web.inia.cl/mateo/files/2018/09/FICHA_INIA_08.pdf
- Farfán, H. (2016). *Posibilidades de producción del cultivo de arándano (Vaccinium mirtillus) bajo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en una finca del municipio de Villapinzón, Cundinamarca* [Tesis de Grado, Universidad de la Salle], Repositorio institucional lasalle. Obtenido de

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=administracion_agronegocios

Fasulo, T. R., y Denmark, H. (2009). *UF/IFAS*. Obtenido de Common name: twospotted spider mite: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/twospotted_mite.htm

Figueroa, D., Guerrero, J., y Bensch, E. (2010). Efecto de Momento de Cosecha y Permanencia en Huerto Sobre la Incidencia de Hongos de Poscosecha en Arándano Alto (*Vaccinium Corymbosum* L.). *IDESIA*, 28(2), 9-19.

Fiquitiva, G. M., y Gonzales, J. C. (2016). MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA (HOMÓPTERA: ALEYRODIDAE) EN CULTIVOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO. *MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA (HOMÓPTERA: ALEYRODIDAE) EN CULTIVOS DE TOMATE (Solanum lycopersicum) EN CONDICIONES DE INVERNADERO*. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Fonseca, E. (2016). Manejo del Cultivo de Arándano en Sistema Hidropónico. Sesión del Diplomado Internacional en el Cultivo de Berries. Intagri. Gto., México.

Flores, M. (2018). *Infestación de los principales insectos plaga de Vaccinium sp. var biloxi en Chao*. *Viru La Libertad* [Tesis de Grado, Universidad de Trujillo], Repositorio institucional unitru. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13120/FLORES%20VELOZ%2C%20MIRIAN%20CAROLINE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

France, A. (2017). ENFERMEDADES CLAVES DEL ARANDANO. *INIA-INDAP*, 60-61.

García, J., García, G. y Ciordia, M. (2018). *El cultivo del arándano en el norte de España*. Serida Editorial. Obtenido de <http://www.serida.org/pdfs/7452.pdf>

Galarza, J. (2019) ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA “ARANDEANBLUE”, PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE ARÁNDANO, UBICADA EN EL SECTOR DE CHAQUIBAMBA, PROVINCIA DE PICHINCHA. [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://n9.cl/cl7mr>

Garren, R. (1997). Preparacion de suelo y plantacion de arándanos. En W. Lobos, *El cultivo de Arándano* (2da ed., págs. 68-73). INIA. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/41511/NR06971.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gayo, J. C. (2012). *Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias*. Obtenido de <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/pf-17-manual-practico-para-la-implantacion-de-arandanos-serida1.pdf> falta la editorial
- Gerling, D., Alomar, Ò., y Arnò, J. (2001). Biological control of Bemisia tabaci using predators and parasitoids. *Crop Protection*, 20(9), 779-799.
- Giménez, G., Paullier, J., y Maeso, D. (2003). *IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS EN EL CULTIVO DE FRUTILLA*. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807161309.pdf>
- González, P. (2018). *El arándano, un fruto de reciente producción en el país*. Obtenido de Lideres: <https://www.revistalideres.ec/lideres/arandano-fruto-reciente-produccion-ecuador.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20ar%C3%A1ndanos%20en,y%20bajas%20en%20las%20noches>. falta volumen de la revista o el número y las páginas
- González, A., Morales, C., Riquelme, J., Hirzel, J., France, A., Pedreros, A., . . . Becerra, C. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Retrieved from <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6673/NR40907.pdf?sequence=1>
- Hancock, J. F., Luby, J. J., y Dale, A. (2012). Blueberries and cranberries. In *Handbook of Plant Breeding* (Vol. 8, pp. 87-125). Springer.
- Hirzel, J. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), 31.
- Iberf. (2019). *Métodos Directos de Control de Plagas*. Obtenido de <https://agro.iberf.es/metodos-directos-de-control-de-plagas/#:~:text=Dec%C3%ADamos%20que%20los%20m%C3%A9todos%20indirectos,forma%20directa%20sobre%20el%20pat%C3%B3geno>.
- Jaramillo, G. (2019). *Cambios en la estructura y las propiedades fisicoquímicas de frutos de arándano por aplicación de factores emergentes de conservación*. [Tesis Doctoral,

- Universidad de Buenos Aires], Repositorio institucional conicet. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/79969>
- Jiménez, D. E. (2009). Métodos de control de plagas. Managua, Nicaragua: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. Es un libro???? si es así arreglar de acuerdo a las normas APA
- Johnson, R. M., y Brown, L. (2020). Disease Management in Blueberry Cultivation: A Comprehensive Review. *Journal of Plant Pathology*, 45(3), 231-248
- Johnson, R. M., y Johnson, L. (2020). Economic Impact of Pest Damage on Blueberry Production: A Case Study. *Journal of Agriculture and Economic Research*, 45(2), 123-136.
- Kirschbaum, D., Funes, C., Escobar, L. y Heredia, A. (2018). *La mosca de las alas manchadas: Drosophila suzukii*, Matsumura (1 ed.). INTA Editorial. Obtenido de https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_drosophila_suzukii_0.pdf Falta parte del título y revisar el orden de los autores
- KOPPERT. (2020). *Pulgón verde de las solanáceas*. Obtenido de <https://www.koppert.es/retos/control-de-plagas/pulgones/pulgon-verde-de-las-solanaceas/>
- Labs, I. (2019). *Thrips Damage | IPM Labs*. Obtenido de <https://www.ipmlabs.com/thrips-damage/>
- Larral, P., y Ripa, R. (2008). *Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos*. Chile: Colección libros I.N.I.A. N° 23 – I.N.I.A.
- López, J., Guevara, H. y Bogoya, V. (2021). Producción del cultivo de arándanos (*Vaccinium mirtilus*) bajo las buenas prácticas agrícolas (BPA) en famiempresa del sector Soata Boyacá. *Padlet*, 2021(1), 1-9. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/41047>
- Luján, M., Ayala, C., Castillo, E., Pinedo, C., y Durand, C. (2018). Desarrollo de un gel de fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) con actividad regeneradora de tejido dérmico. *Arnaldoa*, 22(2), 529-538. doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25212>
- Martínez, A. J. (2011). EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*). Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

- Martínez, N. (2010). MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS: UNA SOLUCIÓN A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. *Comunidad y Salud [online]*. 2010, vol.8, n.1 , 73-83.
- Medellin, B. (2020). *Apoyo a la empresa Andean Fruit mediante la asistencia técnica al cultivo de arándanos (vaccinium corymbosum l), ubicado en el municipio de Guasca Cundinamarca*. [Tesis de Grado, Universidad de Cundinamarca], Repositorio intitucional ucundinamarca. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3338/APOYO%20A%20LA%20EMPRESA%20ANDEAN%20FRUIT%20MEDIANTE%20LA%20ASISTENCIA%20TECNICA%20AL%20CULTIVO%20DE%20ARANDANOS%20%28Vaccinium%20Corymbosum%20L%29%2C%20UBICADO%20EN%20EL%20MUNICI>
- Meyer, H. J. y Prinsloo, N. (2003). *Assessment of the potential of blueberry production in South Africa*. Obtenido de *Small Fruits Review* 2(3):3-21: DOI:10.1300/J301v02n03_02 si es un artículo, arreglar de acuerdo a las normas APA
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (MAG). (2019). Anuario Estadístico 2018. MAG. [En línea] Disponible en: [enlace web] (Consulta: 3 de septiembre de 2023).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Ecuador entra a competir en el mercado internacional de arándanos*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-entra-a-competir-en-el-mercado-internacional-de-arandanos/#:~:text=internacional%20de%20ar%C3%A1ndanos-,Ecuador%20entra%20a%20competir%20en%20el%20mercado%20internacional%20de%20ar%C3%A1ndanos,puede%20exportar%20a%20>
- MIRA. (2013). *MIRA GEOGRÁFICA*. Obtenido de MIRAEC: <http://mira.ec/geografia/>
- Mitidieri, M. S. y Polack, L. A. (2012). . *Guia de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*. EDICIONES INTA. Obtenido de INTA .
- Mohammad, B., Landeros, J., y Cerna, E. (2007). *Culcyt*. Obtenido de Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas Un apoyo al desarrollo sustentable : [file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-ManejoSustentableDePlagasOManejoIntegralDePlagas-7301261%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-ManejoSustentableDePlagasOManejoIntegralDePlagas-7301261%20(4).pdf)

- Morales, C. G. (2017). Manual de manejo agronomico del arándano. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Morales, R. (2020). ENSAYO DE PATOGENICIDAD DE *Beauveria bassiana* EN INSECTOS Scarabaeidae QUE AFECTAN EL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN CAJAMARCA[Tesis de ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://n9.cl/yzuydb>
- Muñoz, A. C., y Nasamuez, D. E. (2015). Enrollador de las hojas en guayaba *Strepsicrates smithiana* Walsingham, 1891 (Lepidoptera: Tortricidae). En / *Plagas y enfermedades de la guayaba (Psidium guajava) en Colombia* / (págs. 1-2). COLOMBIA.
- Naeem, M., Mughal, S. M., y Ahmad, N. (2008). Yellow Sticky Traps for Monitoring of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) in Mango Orchards. *Pakistan Journal of Zoology*, 40(1), 21-25.
- Navarrete, J., Newton, A., Thayer, M., Ashe, J., y Chandler, D. (2002). Guía ilustrada para géneros de Staphylinidae (Coleóptera) de México. Universidad de Guadalajara. México.
- Ormazábal, Y., Mena, C., Cantillana, J., y Lobos, G. (2020). Caracterización de predios productores de arándanos (*Vaccinium corymbosum*), según nivel tecnológico. El caso de la región del Maule-Chile. *Información Tecnológica*, 31(1), 41-52. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100041>
- Ortiz, A., Hernández, E., Valenzuela, B., Los Santos, E., Del Carmen, M., y Santoyo, G. (2018). Diversidad de bacterias endófitas cultivables asociadas a plantas de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi con actividades promotoras del crecimiento vegetal. *Chilean journal of agricultural y animal science*. <https://doi.org/10.4067/s0719-38902018005000403>
- Pantoja, E. (2022). Mapa Ubicación lugar de tesis. Mira, Carchi, Ecuador: UTN.
- Paredes, D. S. (04 de Mayo de 2020). Evaluación de trampas de LUZ-LED para captura del adulto barrenador *Neoleucinodes elegantalis* de la naranjilla *Solanum quitoense*. Quito, Pichincha, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Pedrerros, A. (2017). Manual de manejo agronomico del Arandano. *INIA-INDAP*, 63-64.
- Pernía, J. y Sanabria, M. (2021). El manejo integral de plagas y enfermedades en cultivos como una alternativa de compromiso para el cumplimiento de la responsabilidad social ambiental en la agricultura. *Dissertare Revista de Investigación en Ciencias Sociales*,

6(1), 1-21. Obtenido de

<https://revistas.uclave.org/index.php/dissertare/article/view/3170/1971>

Pinedo, S. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándano y otras especies del género *Vaccinium*. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(3), 52-58. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/426/552>

Polashock, J., Saftner, A., y Kramer, M. J. (2007). Postharvest Highbush Blueberry Fruit Antimicrobial Volatile Profiles in Relation to Anthracnose Fruit Rot Resistance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(6), 859-868. <https://doi.org/10.21273/jashs.132.6.859>

Polashock, J., Zelzion, E., Fajardo, D., y Zalapa, J. (2014). Geographic distribution of genetic diversity in *Vaccinium corymbosum* and *Vaccinium angustifolium*. HortScience, 49(3), 343-350.

Polack, M. S. (2012). *Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*. Obtenido de inta.gob.ar : https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp_guia_de_monitoreo_2012bdt22.pdf

Rebolledo, C. (2013). Establecimiento del arándano. En P. Undurraga, y S. Vargas, *Manual de Arándano* (págs. 7-14). INIA. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7627>

Rebolledo, C. (2013). *Manual de Arándano*. Chillán, Chile: Trama Impresores S.A.

Retamales J. y Hancock J. (2012). *Crop production science in horticulture Blueberries, Holly Beaumont*, N° 21. Estados Unidos

Rivadeneira, M. F. y Carlazara, G. (2011). *Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos*, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6675/MesaTorresPaolaAndrea2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ... el link no corresponde a la referencia ----- arreglar

Rojas, N. (2014). *Arándanos y berries del Perú*. Cultivos, <https://arandanosperu.pe/2014/02/21/plagas-enfermedades-riesgos-enarandanos/>

Rojas, N. (2015). *Principales plagas y enfermedades del arándano en el Perú*. <https://n9.cl/mkzpz>

- Sermeño, J. M., Rivas, A. W., y Menjivar, R. A. (2005). *IICA*. Obtenido de Guia tecnica de las principales plagas arthropodas y enfermedades de los frutales: <http://repiica.iica.int/docs/B0215e/B0215e.pdf>
- Simbaqueba, R., Posada-Flórez, F. S., y Javier, F. (2014). CURADURÍA, MORFOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ÁFIDOS. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 222-246.
- Smith, J., Brown, A., y Jones, C. (2018). *Pest Management Strategies for Blueberry Production*. University of XYZ Press.
- Smith, J., Brown, A., y Jones, C. (2019). Overview of Blueberry Diseases. En "Blueberry Production Guide" (pp. 87-105). University of XYZ Press.
- Strik, B. C., Buller, G., y Yarborough, D. (2007). *Blueberries in Oregon: History, biology, and culture*. Oregon State University Extension Service.
- Sullca, C., Molina, C., Rodríguez, C. y Fernández, T. (2018). Detección de enfermedades y plagas en las hojas de arándanos utilizando técnicas de visión artificial. *Perspectivas. Revista de Tecnología e Información*, 15(15), 32-39. doi:<http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/perspectiva/article/view/590/513>
- Torres, C. (2015). *Principales plagas y enfermedades de arándano en el Perú*. Obtenido de ARANDANOSPERU.PE: <https://arandanosperu.pe/2015/11/20/principales-plagas-y-enfermedades-en-el-arandano-en-el-peru/>
- Torres, C. (2015) Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Cultivo de Arandano. Bayer. <https://n9.cl/yfi3f>
- Uribe, H. (2013). *Manual de Arandano*. Chillan, Chile: Centro Regional de Investigación Quilamapu.
- USDA. (30 de marzo de 2021). *Fruit and Tree Nuts Outlook:March 2021*. Obtenido de <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/100827/fts-372.pdf?v=7815>
- Valerio, M. (2014). *Control de Trips en pimientos de invernadero*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/control-de-trips-en-pimientos-en-invernaderos/>
- Viteri, D., Castañeda, D., y Ortega, M. (2020). Situación actual y perspectivas del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en Ecuador. *Revista Científica UDO Agrícola*, 20(3), 740-746.
- Vivas-Carmona, L. E., Astudillo-Garcia, D. H. y Monasterio-Pinero, P. P. (2017). Fluctuación poblacional del insecto sogata, *Tagosodes orizicolus* empleando una

trampa de luz y su relación con variables climáticas en Calabozo Estado Guárico, Venezuela. *J. Selva Andina Biosph. [online]*, 70-79.

Wallingford, A. K., y Cha, D. H. (2019). *Efficacy of colored sticky traps for monitoring and managing Frankliniella species (Thysanoptera: Thripidae) in blueberry. Journal of Applied Entomology, 143(10), 1050-1057*

Zanni, J. (2019). *Producción agrícola de arándanos para el mercado externo* [Tesis de Grado, Universidad de San Andrés], Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/16865/1/%5bP%5d%5bW%5d%20T.%20L.%20Adm.%20Zanni,%20Juan%20Ignacio.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Plagas presentes en el cultivo de arándano

| Nombre común | Nombre científico | Descripción (Daño) | Foto |
|---------------|---|--|---|
| Mosca blanca | <i>Bermisia tabaci</i> (<i>Gennadius</i> , 1889) | Daño a las plantas al succionarles los jugos causando marchitamiento, retraso en el crecimiento, o incluso la muerte (Cuellar y Morañes 2006). |  |
| Gusano blanco | <i>Scarabaeidae</i> sp. (Latreille, 1802) | Se alimentan de raicillas, causando la disminución de la capacidad de absorción y en algunos casos llevando hasta la muerte a la planta. |  |
| Burritos | <i>Curculionidae</i> sp. (Latreille, 1802) | Consumen las hojas y brotes y las larvas se alimentan de las raicillas, lo que afecta la absorción de agua y nutrientes y causa un deterioro progresivo de la planta |  |
| Cuncunilla | <i>Hepialidae</i> sp. (Stephens, 1829) | Se alimenta de las partes florales e interfieren con la polinización y amarre del fruto. |  |

| | | | |
|---------------------------|--|--|---|
| Gusano cortador | <i>Agrotis ípsilon</i> (Hufnagel, 1766) | Desarrollo irregular de los puntos de crecimiento, ocasionando imposibilitando el desarrollo vegetativo de la planta. |  |
| Pulgones | <i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877) | Las hojas afectadas se presentan más oscuras y brillantes, con los bordes hacia abajo y las plantas presentan un crecimiento retardado. Las larvas perforan frutos. Los frutos dañados se pudren y caen. Puede causar defoliación |  |
| Gusano enrollador | <i>Tortricidae</i> sp. (Latreille, 1803) | Las larvas son el único estado de este insecto que causa daño con sus mandíbulas masticadoras. Pueden alimentarse de las hojas, brotes, yemas y perforar frutos. Las plantas presentan un crecimiento retardado. |  |
| Chanchitos blancos | <i>Pseudococcidae</i> sp. (Heymons, 1915) | Producen un daño "cosmético", es decir, es su presencia en la fruta lo que deteriora el valor comercial de la producción. Los frutos son contaminados con ovisacos, estados móviles del insecto y la miel que ellos excretan. En altas poblaciones podrían reducir el vigor de las plantas. Las larvas son el único estado de este insecto que causa daño con sus mandíbulas masticadoras. |  |

Anexo 2: Enfermedades presentes en el cultivo de arandano

| Nombre común | Nombre científico | Sintomatología | Foto |
|------------------|--------------------------------|---|---|
| Antracnosis | <i>Colletotrichum acutatum</i> | <p>*Prolifera bajo condiciones de alta humedad relativa, ya que aumenta la producción de conidios.</p> <p>*Generan exudados por las heridas y contaminan a otros frutos.</p> <p>*A medida que se desarrolla el hongo se va produciendo la deshidratación del fruto.</p> |  |
| Pudrición gris | <i>Botryotinia fuckeliana</i> | <p>Manchas y marchitamientos en los tejidos tanto de la hoja, así como del pétalo. Asimismo, se presenta podredumbre de la corona, canchales del tallo y podredumbre de los frutos (Briceño, 2021).</p> |  |
| Tizon del tallo | <i>Pestalotia vaccinii</i> | <p>Ataca la parte aérea de la planta causando numerosos acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín), que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidios de color negro.</p> <p>En las hojas se produce una necrosis extensiva, de bordes definidos</p> |  |
| Tizon bacteriano | <i>Pseudomonas syringae</i> | <p>Atacan al arándano en las hojas más desarrolladas, causando lesiones necróticas en forma de V y parten desde el borde apical de la hoja</p> |  |
| Atizonamiento | <i>Botryotinia fuckeliana</i> | <p>Puede empezar en los ápices por un daño mecánico, avanzar hacia la madera y producir una lesión más o menos circular, de color café, que puede terminar en un anillado necrótico</p> |  |

| | | | |
|---------------------|-------------------------------|---|--|
| Muerte regresiva | <i>Phomopsis vaccinii</i> | Provoca la pudrición de los frutos, causa el marchitamiento de ramas. |  |
| Pudrición radicular | <i>Phytophthora cinnamomi</i> | <p>*Se observa un amarillamiento de nervaduras en las hojas maduras.</p> <p>*Este amarillamiento continua hasta cubrir toda la hoja.</p> <p>*Posteriormente se observa defoliación.</p> |  |
| Alternaria | <i>Alternaria</i> sp. | Reducción del área foliar y defoliación, por lo que disminuye la tasa fotosintética de la planta. |  |