



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniera Agropecuaria

Proyecto de Investigación:

“DISTRIBUCIÓN FOLIAR DE LAS VARIEDADES DE BANANO (*Musa x paradisiaca*) VALERY Y WILLIAMS EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS”

Autora:

Dexy María Zambrano Morales

Director de Proyecto de Investigación:

Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Dexy María Zambrano Morales**, declaro que, la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y la normatividad institucionalidad vigente.

Dexy María Zambrano Morales
C.I. 1208443331



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar**; docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Dexy María Zambrano Morales**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Distribución foliar de las variedades de banano (*Musa x paradisiaca*) Valery y Williams en dos estados fenológicos”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar**; docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “Distribución foliar de las variedades de banano (*Musa x paradisiaca*) Valery y Williams en dos estados fenológicos”, perteneciente a la estudiante de la Carrera Agropecuaria **Dexy María Zambrano Morales** CERTIFICA: el cumplimiento de parámetros establecidos por la SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 4%.

URKUND	
Documento	Dexy María Zambrano Morales.pdf (D170088351)
Presentado	2023-06-08 11:41 (-05:00)
Presentado por	Gregorio Vásquez (gvasquez@uteq.edu.ec)
Recibido	gvasquez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Dexy María Zambrano Morales Mostrar el mensaje completo 4% de estas 16 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Distribución foliar de las variedades de banano (*Musa x paradisiaca*) Valery y Williams en dos estados fenológicos”.

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Juan José Reyes Pérez PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Diana Véliz Zamora M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Wilver Santana Alvarado M.Sc.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR
2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por su amor, protección y guía constante a lo largo de mi recorrido como estudiante universitario. Su presencia en mi vida ha sido fundamental para superar los desafíos, otorgándome paciencia y sabiduría en cada paso del camino.

Agradezco de corazón a mi amada madre y a mi esposo por su constante contribución y apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica. Su presencia ha sido un pilar fundamental que me ha dado fuerzas para nunca rendirme y alcanzar el valioso objetivo de completar mis estudios.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, por brindarme la valiosa oportunidad de formar parte de su comunidad estudiantil.

Mi más sincero agradecimiento al director de esta investigación, el Dr. Gregorio Vásquez Montufar, por su invaluable contribución a lo largo de este proyecto. Su conocimiento profundo y experiencia en el campo de la investigación han sido fundamentales para el éxito de este estudio.

Finalmente, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mis compañeros: Aramy, Erika, María, Marianela, Jeniffer, Evelyn, Marvin, Diego, Mario, Ronny, Winter y Leonidas. Su apoyo constante y colaboración han sido invaluable a lo largo de estos años de estudio. Gracias por su amistad.

Dexy María Zambrano Morales

DEDICATORIA

Es un honor dedicar esta tesis a mi hija, esposo y familiares, quienes han sido un apoyo incondicional en mi camino académico y han contribuido significativamente a mi logro de alcanzar este título. Gracias al amor, aliento y comprensión que me brindaron.

Dexy María Zambrano Morales

RESUMEN

La producción de banano en el país se realiza en diez provincias del Ecuador. La productividad del cultivo de banano puede verse afectado por ciertas condiciones naturales y atmosféricas, que pueden incidir negativamente en las plantaciones de banano. El objetivo de esta investigación fue, evaluar la distribución foliar de las variedades de banano (*Musa x paradisiaca*) Valery y Williams en dos estados fenológicos. La presente investigación se llevó a cabo en la finca la Ignolia, ubicada en el recinto El Moral a 200 m de la vía principal del kilómetro 8 ½ de la vía Valencia La Maná. Para este ensayo, se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro tratamientos donde el T1. Variedad de Banano Valery con obstrucción foliar; T2. Variedad de Banano Valery sin obstrucción foliar; T3. Variedad de Banano Williams con obstrucción foliar; T4. Variedad de Banano Williams sin obstrucción foliar y cuatro repeticiones. Se evaluó la distribución foliar, en plantas “mata pronta” y “mata más dos”, con signos y sin signos de obstrucción foliar, y las condiciones climáticas. El estado de crecimiento, las plantas sin obstrucción foliar en la categoría "mata más dos" presentaron un mayor espacio entre las hojas, con un promedio de 81.41 cm, mientras que, las plantas con obstrucción foliar en la misma categoría registraron un promedio de 42.54 cm. Además, las plantas en la categoría "mata pronta" mostraron un menor espacio entre las hojas, con un promedio de 62.74 cm en las plantas sin obstrucción foliar y 33.12 cm en las plantas con obstrucción foliar. Por lo tanto, las plantas de categorías de "mata más dos" y "mata pronta", se evidenció que la obstrucción foliar afecta el desarrollo y la distribución de las hojas en las plantas de los cultivares de banano Valery y Williams.

Palabras claves: mata pronta, mata más dos, condiciones climáticas.

ABSTRACT

Banana production in the country is carried out in ten provinces of Ecuador. The productivity of the banana crop can be affected by certain natural and atmospheric conditions, which can negatively affect banana plantations. The objective of this research was to evaluate the foliar distribution of the banana varieties (*Musa x paradisiaca*) Valery and Williams in two phenological stages. The present investigation was carried out on the Ignolia farm, located in the El Moral compound, 200 m from the main road at kilometer 8 ½ of the Valencia La Maná road. For this trial, an experimental design of divided plots with four treatments was used where T1. Banana variety Valery with foliar obstruction; T2. Variety of Banana Valery without foliar obstruction; T3. Banana variety Williams with leaf clogging; T4. Banana Williams variety without leaf obstruction and four replicates. The foliar distribution was evaluated, in "kill prompt" and "kill plus two" plants, with and without signs of foliar obstruction, and the climatic conditions. The state of growth, the plants without leaf obstruction in the "kill plus two" category presented a greater space between the leaves, with an average of 81.41 cm, while the plants with leaf obstruction in the same category registered an average of 42.54. cm. In addition, plants in the "early kill" category showed less space between leaves, with an average of 62.74 cm in plants without leaf obstruction and 33.12 cm in plants with leaf obstruction. Therefore, the plants of the "kill plus two" and "quick kill" categories showed that leaf obstruction affects the development and distribution of the leaves in the plants of the Varely and Williams banana cultivars.

Keywords: early kill, kill plus two, weather conditions.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT..	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLÍN.....	xviii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivo Específico.....	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II.....	7

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. Área foliar	8
2.1.2. Fruto de banano	8
2.1.3. Variedad Williams	8
2.1.4. Variedad Valery	8
2.1.5. Obstrucción foliar.....	9
2.1.6. Condiciones ambientales.....	9
2.1.7. Condiciones nutricionales del suelo.....	9
2.1.8. Planta mata	9
2.2. Marco referencial	10
2.2.1. Origen e importancia del cultivo de banano	10
2.2.2. Generalidades del banano	10
2.2.3. Descripción de la planta de banano.....	11
2.2.3.1. Raíces.	11
2.2.3.2. Tallo.....	12
2.2.3.3. Hojas.....	12
2.2.3.4. Flores.	12
2.2.3.5. Fruto.	12
2.2.4. Ecofisiología del cultivo	12
2.2.4.1. Geográficas.....	13
2.2.4.2. Climáticas.....	13
2.2.4.3. Suelos óptimos.	13
2.2.5. Fases fenológicas del banano	14
2.2.5.1. Fase vegetativa.	14
2.2.5.2. Fase floral.....	14
2.2.5.3. Fase de fructificación.	15

2.2.6. Estados y estadios fenológicos del banano	15
2.2.7. Distribución foliar	15
2.2.8. Consecuencias de la obstrucción foliar (arrepollamiento) en la producción	16
2.2.8.1. Reducción de la fotosíntesis	17
2.2.8.2. Disminución del crecimiento y desarrollo.....	17
2.2.8.3. Mayor susceptibilidad a enfermedades	17
2.2.8.4. Estrés hídrico.....	17
2.2.8.5. Reducción de la capacidad de captación de luz	18
2.2.9. Aspectos del estrés biótico de las plantas	18
2.2.9.1. Enfermedades	18
2.2.9.2. Plagas.....	19
2.2.9.3. Malas hierbas.....	19
2.2.10. Aspectos del estrés abiótico de las plantas.....	19
2.2.10.1. Temperatura.....	20
2.2.10.2. Luz	20
2.2.10.3. Humedad.....	20
2.2.10.4. Salinidad	20
2.2.10.5. Estrés por nutrientes	20
2.2.10.6. Viento	21
CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.1. Localización.....	23
3.2. Tipo de investigación.....	23
3.2.1. Línea de investigación	23
3.2.2. Investigación de campo	23
3.3. Métodos de investigación	24
3.3.1. Método de observación.....	24

3.3.2. Método comparativo.....	24
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	24
3.4.1. Fuentes primarias.....	24
3.4.2. Fuentes secundarias.....	24
3.5. Diseño de la investigación.....	24
3.5.1. Modelo matemático.....	25
3.5.2. Manejo del experimento.....	25
3.6. Instrumento de investigación.....	26
3.6.1. Variables evaluadas.....	26
3.6.1.1. Plantas sin obstrucción foliar.....	26
3.6.1.2. Plantas con obstrucción foliar.....	26
3.6.1.3. Condiciones climáticas.....	26
3.7. Tratamiento de los datos.....	26
3.8. Recursos humanos y materiales.....	27
3.8.1. Recursos humanos.....	27
3.8.2. Recursos experimentales.....	27
3.8.3. Recursos materiales de campo.....	27
3.8.4. Recursos materiales de oficina.....	27
3.8.5. Recursos equipos y software.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Espacio entre la hoja tres y nueve dos variedades de banano Valery y Williams.....	29
4.2. Espacio por hoja de dos variedades de banano Valery y Williams.....	31
4.3. Condiciones climáticas y obstrucción foliar en plantas de banano.....	33
CAPÍTULO V.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. Conclusiones.....	37

5.2. Recomendaciones	37
CAPÍTULO VI	38
BIBLIOGRAFÍA	38
6.1. Bibliografía	39
CAPÍTULO VII	45
ANEXOS.....	45
7.1. Anexo 1. Tablas del ADEVA	46
7.2. Anexo 2. Manejo del experimento	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación Taxonómica.....	11
Tabla 2	Condiciones climáticas del cultivo de banano.....	13
Tabla 3	Condiciones meteorológicas de la zona de estudio.....	18
Tabla 4	Esquema del análisis de varianza de los datos que se obtendrán al evaluar las variedades de banano Valery y Williams en dos estados fenológicos...	20
Tabla 5	Tratamientos evaluados de dos variedades de banano Valery y Williams...	21
Tabla 6	Espacio entre la hoja tres y nueve en las variedades de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.....	25
Tabla 7	Espacio por hoja en las variedades de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.....	28
Tabla 8	Condiciones climáticas y obstrucción foliar en plantas de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) de los cultivares Valery y Williams en dos estados de crecimiento.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Eventos fenológicos del banano.....	15
-----------------	-------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tablas de análisis de varianza.....	45
Anexo 2.	Manejo del experimento.....	46

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Distribución foliar de las variedades de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) Valery y Williams en dos estados fenológicos		
Autora:	Dexy María Zambrano Morales		
Palabras claves:	Mata pronta	Mata más dos	Condiciones climáticas
Fecha de publicación:			
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2023		
Resumen:	La productividad del cultivo de banano puede verse afectado por ciertas condiciones naturales y atmosféricas, que pueden incidir negativamente en las plantaciones de banano. El objetivo de esta investigación fue, evaluar la distribución foliar de las variedades de banano (<i>Musa x paradisiaca</i>) Valery y Williams en dos estados fenológicos. La presente investigación se llevó a cabo en la finca la Ignolia, ubicada en el recinto El Moral a 200 m de la vía principal del kilómetro 8 ½ de la vía Valencia La Maná. Para este ensayo, se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro tratamientos donde el T1. Variedad de Banano Valery con obstrucción foliar; T2. Variedad de Banano Valery sin obstrucción foliar; T3. Variedad de Banano Williams con obstrucción foliar; T4. Variedad de Banano Williams sin obstrucción foliar y cuatro repeticiones. Se evaluó la distribución foliar, en plantas “mata pronta” y “mata más dos”, con signos y sin signos de obstrucción foliar, y las condiciones climáticas. El estado de crecimiento, las plantas sin obstrucción foliar en la categoría "mata más dos" presentaron un mayor espacio entre las hojas, con un promedio de 81.41 cm, mientras que, las plantas con obstrucción foliar en la misma categoría registraron un promedio de 42.54 cm. Por lo tanto, las plantas de categorías de "mata más dos" y "mata pronta", se evidenció que la obstrucción foliar afecta el desarrollo y la distribución de las hojas en las plantas de los cultivares de banano Varely y Williams.		
Abstract:	The productivity of the banana crop can be affected by certain natural and atmospheric conditions, which can negatively affect banana plantations. The objective of this research was to evaluate the foliar distribution of the banana varieties (<i>Musa x paradisiaca</i>) Valery and Williams in two phenological stages. The present investigation was carried out on the Ignolia farm, located in the El Moral compound, 200 m from the main road at kilometer 8 ½ of the Valencia La Maná road. For this trial, an experimental design of divided plots with four treatments was used where T1. Banana variety Valery with foliar obstruction; T2. Variety of Banana Valery without foliar obstruction; T3. Banana variety Williams with leaf clogging; T4. Banana Williams variety without leaf obstruction and four replicates. The foliar distribution was evaluated, in "kill prompt" and "kill plus two" plants, with and without signs of foliar obstruction, and the climatic conditions. The state of growth, the plants without leaf obstruction in the "kill plus two" category presented a greater space between the leaves, with an average of 81.41 cm, while the plants with leaf obstruction in the same category registered an average of 42.54. cm. Therefore, the plants of the "kill plus two" and "quick kill" categories showed that leaf obstruction affects the development and distribution of the leaves in the plants of the Varely and Williams banana cultivars. Keywords: early kill, kill plus two, weather conditions, obstruction		
Descripción:	66 hojas: dimensiones 21 x 29.7 cm + CD-ROM		
Url:			

Introducción

El banano pertenece al orden Zingiberales, familia Musaceae y género *Musa*. Las especies más destacadas son: la *Musa acuminata* Colla que ha dado origen a las variedades comerciales, *Musa balbisiana* Colla y *Musa acuminata* diploide (1). En los cultivos de *musáceas*, especialmente el banano el 75% de producción corresponde a 10 países, entre ellos India, China, Brasil y Ecuador los cuales contribuyen con el 50% total de producción a nivel mundial (2). Además, este cultivo es una de las labores agrícolas de mucha importancia para la economía y seguridad alimentaria de varios países como el Ecuador (3).

La producción bananera a nivel mundial ha tenido un crecimiento exponencial según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, sobre el análisis del mercado, determinando que las exportaciones ascendieron a 20,2 millones de toneladas hasta el 2019 (1). La producción bananera, es uno de los cultivos más rentables y extensos en América Latina y el Caribe, además es el principal rubro de ingresos económicos de exportación agrícola del Ecuador, su demanda se basa en la calidad, de esta forma se ha convertido en una fruta muy consumida en muchos países (4).

La producción de banano en el país se realiza en diez provincias del Ecuador que son El Oro, Guayas, Los Ríos, Cotopaxi, Esmeraldas, Cañar, Pichincha, Azuay, Bolívar y Manabí. Debido a las condiciones climáticas que posee el Ecuador, pequeños y grandes productores pueden satisfacer la demanda mundial del banano en todo el año, muchas producciones son realizadas en gran escala por grandes compañías, pero hay hectáreas plantadas por pequeños agricultores que viven de esta fruta que la comercializan en el mercado local (5).

Pero la productividad del cultivo de banano puede verse afectado por ciertas condiciones naturales y atmosféricas, que pueden incidir negativamente a nivel de las exportaciones. Por lo tanto, la producción de banano en el país es una de las más importantes en el sector agrícola, no solo a nivel económico, sino que constituye una de las principales fuentes de empleo para los ecuatorianos (6). Además, los bananos son plantas consideradas herbáceas perennes, que producen fruta en toda la temporada del año. El desarrollo floral implica la elongación de los entrenudos del tallo verdadero y la aparición que se da a través del núcleo cilíndrico formado por las vainas foliares del pseudotallo (7).

La distribución foliar, es uno de los parámetros utilizados para determinar el potencial fotosintético de la planta. El cual se define como la superficie total de la(s) hoja(s) de una planta, Watson, aplicó el concepto del área foliar para medir el potencial productivo de los cultivos en el campo y definió el índice de área foliar como el área de la hoja verde por unidad de área de la tierra (5). Además, son algunos de los factores que pueden afectar los procesos fotosintéticos de la planta que podría incidir en el rendimiento productivo, pero, a mayor energía lumínica captada mejor eficiencia tendrá el cultivo (8).

La distribución foliar puede ser calculada mediante los métodos directos son métodos destructivos y requieren la remoción de la hoja o de otras estructuras, lo que a menudo no es posible debido al limitado número de plantas en la parte experimental o en el caso en el que el órgano de interés comercial es la hoja. Los métodos indirectos son no destructivos y pueden proporcionar estimaciones precisas del área foliar desde el principio hasta el final del ciclo conservando la misma planta (5).

Este estudio, tuvo como objetivo evaluar la distribución foliar de las variedades de banano Valery y Williams en dos estados fenológicos distintos. A través de este análisis, se logró obtener conocimientos significativos que contribuyeran al mejoramiento del cultivo de banano, permitiendo a los agricultores y expertos en la materia tomar decisiones informadas para maximizar la productividad y la calidad de esta valiosa fruta.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas de banano depende de estar establecidas en un ambiente propicio, donde exista una relación equilibrada entre el sistema radical y la parte aérea. Diversos factores climáticos y el manejo cultural juegan un papel crucial en la obtención de cosechas exitosas, ya que cualquier desequilibrio por encima o por debajo de los niveles tolerables pueden afectar directamente la fisiología vegetal.

El Ecuador es uno de los principales productores de banano a nivel mundial produciendo alrededor de 6.583.477 toneladas al año (1); sus plantaciones se desarrollan de manera óptima en climas tropicales es por ello que la mayor cantidad de cultivos se localizan en la provincias de la costa de país (El Oro, Los Ríos y Guayas) muchos de las plantaciones pertenecen a grandes compañías que exportan la fruta, se considera que al ser empresas grandes utilizan procesos para alcanzar un máximo rendimiento del cultivo.

Sin embargo, la FAO considera que la producción del cultivo está disminuyendo, debido a un trastorno fisiológico que se está presentado en las plantas de banano a nivel mundial, lo que provoca que exista una falla del tallo o racimo floral que le impide emerger del pseudotallo debido a la constricción, conocida como obstrucción floral. Sin embargo, en los últimos años estas plantaciones se han visto afectadas también por la falta de tecnificación y desconocimiento del campesino sobre los requerimientos hídricos, nutricionales que requiere las plantaciones de banano para mantener el rendimiento de producción durante el año, además, de la eficiencia bioenergética y factores que inciden directamente en el potencial de daños fitosanitarios que el cultivo puede presentar.

Diagnóstico

En el medio rural, desconocen la determinación del área foliar de los cultivos como una herramienta crucial para evaluar las condiciones nutricionales del suelo y promover un cultivo saludable. La obstrucción foliar puede tener consecuencias negativas en el desarrollo fisiológico de las plantas de banano, particularmente en la parte superior del pseudotallo. Esto puede resultar en un acortamiento entre los puntos de emisión de las hojas, lo que a su vez puede llevar al aborto floral en las plantaciones afectadas.

Pronóstico

Mediante la presente investigación se determinó la importancia de evaluar la distribución foliar en las variedades de banano seleccionados contribuyendo a identificar los factores que pueden ocasionar desórdenes fisiológicos en el cultivo de banano derivado de la obstrucción foliar.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles de los estados fenológicos evaluados de las variedades de banano (*Musa X. paradisiaca*) (Valery y Williams) presenta una mayor obstrucción foliar?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál sería la distribución foliar en plantas pronta y mata más dos en dos cultivares de banano Valery y Williams, sin signos de obstrucción foliar y con signos de obstrucción foliar?

¿Cuál será el efecto de las condiciones ambientales en la distribución foliar en plantas pronta y mata en dos cultivares de banano Valery y Williams?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la distribución foliar de las variedades de banano (*Musa x paradisiaca*) Valery y Williams en dos estados fenológicos

1.2.2. Objetivo Específico

- Establecer la distribución foliar en plantas pronta y mata más dos en dos cultivares de banano Valery y Williams, sin signos de obstrucción foliar y con signos de obstrucción foliar.
- Determinar el efecto de las condiciones ambientales en la distribución foliar en plantas pronta y mata más dos en los cultivares de banano Valery y Williams.

1.3. Justificación

Las plantas de banano pueden sufrir diversos impactos durante los primeros meses después de la renovación, especialmente cuando se exponen a vientos fuertes. Estas condiciones climáticas pueden ocasionar desecación del suelo y daños físicos, principalmente en la parte foliar de las plantas. Estos efectos adversos tienen consecuencias significativas, como la falta de uniformidad en la plantación y el retraso en los tiempos de cosecha.

En el caso de plantaciones ya establecidas, es crucial destacar la estrecha relación entre el hijo de banano seleccionado y la planta madre. Cuando se producen volcamientos de las plantas debido a vientos fuertes, el hijo seleccionado pierde su fuente de nutrientes para un desarrollo adecuado. Esto resulta en un crecimiento vegetativo deficiente y, en casos extremos, puede provocar la pérdida total de la planta.

En base a lo expuesto anteriormente, se reconoció la importancia de llevar a cabo la identificación de la distribución foliar en diferentes estados fenológicos del cultivo de banano. Esto permitiría determinar las necesidades hídricas y nutricionales de las plantas, así como mejorar la eficiencia bioenergética, con el objetivo de potenciar la producción. Conscientes de las pérdidas de fruta causadas por el arrepollamiento de las plantas en la etapa productiva.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de ofrecer soluciones que contribuyan a reducir las pérdidas de fruta causadas por el arrepollamiento en el cultivo de banano. Mediante la identificación de la distribución foliar en diferentes estados fenológicos, se pueden implementar estrategias adecuadas de riego y fertilización para optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas. La reducción del arrepollamiento, permite aumentar el porcentaje de racimos exportables y mejorar la rentabilidad económica de los productores bananeros. Además, mejorar la eficiencia bioenergética favorece una mayor producción de biomasa y una mejor calidad de los racimos de banano.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Área foliar

El índice de área foliar (IAF) ha sido definido como el total de área de hoja presente por unidad de área de cultivo; de este modo el IAF caracteriza una canopia en un agroecosistema, siendo clave en el análisis del crecimiento de los cultivos, la productividad, el uso del agua, el manejo de las malezas y las enfermedades (4).

2.1.2. Fruto de banano

Es un producto comestible, es una falsa baya epígina de 7 a 30 cm de largo y hasta 5 de diámetro, que forma un racimo compacto (5). Además, el fruto del banano es carnosos, suave, el cual se desarrolla en las flores femeninas del ovario, con el pasar de los días aumenta su estructura con una apariencia cilíndrica que se va incrementando e igualando el almidón y azúcar (9)

2.1.3. Variedad Williams

La variedad de banano Williams conocida como el Giant Cavendish es rico en carbohidratos y contiene poca grasa, siendo fuente de vitaminas esenciales como la vitamina C, B6, B1, B2, contiene niveles bajos de sodio y grandes cantidades de k y Mg. convirtiéndolo en una de las variedades más importantes de banano comercialmente en el mundo, es utilizado como materia prima para la elaboración de subproductos para la industria, mientras que sus residuos son utilizados para la fabricación de pulpas celulósicas, almidón y productos químicos (10).

2.1.4. Variedad Valery

Es una variedad que presenta frutos grandes en sus racimos, pero es considerada una variedad rústica y con buena resistencia a enfermedades y hongos; esta Variedad permite una mejora genética más avanzada con un alto grado de ambientación en climas húmedos, además posee condiciones organolépticas con un característico sabor dulce consistente empleado para la industria alimentaria que fabrican puré de banano, harina de banano, banano deshidratado, flakes y chips de banano (11).

2.1.5. Obstrucción foliar

La obstrucción foliar es un proceso que se asocia a la ausencia de nutrientes dentro de un suelo específico debido a las limitaciones en el sistema radical que impidan la absorción de nutrimentos como consecuencia del exceso de agua en el suelo que pueden conllevar a la presencia de plagas y enfermedades (12).

2.1.6. Condiciones ambientales

Es un conjunto de parámetros que son calculados para determinar si existen condiciones óptimas de los recursos naturales para la plantación, desarrollo y crecimiento de una variedad de cultivo en específico (13). La temperatura requerida por el cultivo de banano es de 20 a 30° C, pero las plantas pueden adaptarse hasta los 18° C, donde se debe tener en consideración que las bajas temperaturas retrasan el desarrollo del cultivo (14).

2.1.7. Condiciones nutricionales del suelo

Se encuentra asociado por a cualquier análisis realizado para evaluar el estado químico del suelo (acidez del suelo, nivel de nutrientes disponibles para la planta, salinidad, entre otros) (13). Un suelo es altamente fértil si contiene mayor contenido de materia orgánica, debido a que en ella los microorganismos que habitan en el suelo emiten componentes nutritivos para el cultivo, además, el suelo es capaz de conservar una gran parte de nutrientes dependiendo de la magnitud de la arcilla que se encuentre presente en el mismo (15)

2.1.8. Planta mata

Es una planta con un periodo de tiempo largo que tiene tallo bajo, ramificado y leñoso. Mediante las hojas que son las encargadas de captar la energía solar y utilizarla para fijar CO₂ a través de la fotosíntesis, sintetizando carbohidratos que utiliza para el desarrollo y otras funciones de la planta, como, edad, superficie foliar, estado de desarrollo, tipo de material de plantación y factores ambientales, el clima diario, estacional, el sombreado, régimen hídrico y nutrientes presente en el suelo (16).

2.2. Marco referencial

2.2.1. *Origen e importancia del cultivo de banano*

El origen del banano se ubica en el Sudeste Asiático, donde se empezó a cultivar ha cultiva cerca de 10 000 años y cuyas primeras huellas se encontraron en Papúa Nueva Guinea (zona de inmensa diversidad biológica) en el siglo VII a.; mientras sus primeras manifestaciones de especies cultivables en América se localizan en el caribe haciendo sus primeras exportaciones a Europa y EEUU a principios del siglo XIX procedente del Caribe (17).

En Ecuador las exportaciones de banano se efectuaron en 1877 pero boom bananero llegó en la década del 50 en el que la economía mundial sufrió los varios golpes debido a la segunda guerra mundial; en la actualidad las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos concentran la mayor cantidad de cultivos de esta fruta representan más del 90 por ciento de la superficie plantada de banano y concentran al 63% de los cultivadores de banano (18).

El banano es un cultivo tropical de gran importancia por su valor económico, además que por sus propiedades nutricionales tiene mucha acogida en los mercados mundiales, siendo la fuente de empleo de muchas familias en los países productores de la fruta; La producción mundial de banano en 2021 ascendió a 116.781.658 toneladas de banano, Ecuador actualmente es segundo productor de banano en todo el continente americano (solo después de Brasil 6.812.708 tonelada/año) produce 6.583.477 toneladas al año, teniendo una superficie cultivable de 183.347 hectáreas con un rendimiento por ha. de 35.907,2 kg/hectárea toda esta producción significó para el país ingresos por más de 4.000 millones de dólares en 2020 (19) (1).

2.2.2. *Generalidades del banano*

El banano es una fruta cultivable en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo; el valor bruto de la producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (19).

La clasificación taxonómica (tabla 1) de, este cultivo pertenece a la familia Musaceae, que se agrupa dentro del orden Zingiberales y se encuentra distribuida a través de los trópicos

tiene una rápida producción dentro de zonas tropicales donde exista una combinación de luminosidad y precipitaciones; son plantas de tipo herbáceas en forma de bulbo, de pseudotallo formado por el traslape de las bases foliares, estrechamente comprimidas en una distribución helicoidal; la planta produce una sola vez pero en su raíz posee un gran cantidad de brotes que garantiza una producción a largo tiempo de la fruta misma que debe ser curada y fertilizada para evitar la aparición de enfermedades oportunistas (20).

Tabla 1

Clasificación Taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceas
Género	Musa
Especie	Paradisiaca

FUENTE: (10).

2.2.3. Descripción de la planta de banano

Es un cultivo que se caracterizan por ser una valiosa alternativa alimenticia y un importante generador de ingresos económicos; El banano es una planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas (21). Dentro de los cultivos de las musáceas, existen diversos factores bióticos y abióticos, los cuales determinan el crecimiento y desarrollo de las plantas de banano (22). Además, en el cultivo de banano es indispensable conocer los requerimientos hídricos para el correcto desarrollo y producción del mismo (23).

2.2.3.1. Raíces.

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad; el poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (24).

2.2.3.2. Tallo.

El tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado; a medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (25).

2.2.3.3. Hojas.

Muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro (21). En las variedades Williams y Valery las plantas pueden emitir entre 32 y 33 hojas en el primer ciclo de producción, y entre 16 a 19 hojas verdaderas con 12 aún por emerger del pseudotallo en plantas de cuarto ciclo sucesorio en la productividad (26).

2.2.3.4. Flores.

Las flores del cultivo de banano tienen un color amarillo característico compuesta por seis estambres, de los cuales uno es estéril, gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero; mientras inflorescencia se encuentra compuesta por “régimen” de la platanera; cada grupo de flores forma un grupo de frutos denominado mano (24).

2.2.3.5. Fruto.

Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo; los comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible (24). El tiempo requerido para la formación del fruto es de 70 a 90 días, es decir alrededor de 10 a 13 semanas, dependiendo de las condiciones vegetativas antes de la floración será predominante en el desarrollo de la fruta (27).

2.2.4. Ecofisiología del cultivo

2.2.4.1. Geográficas.

La latitud geográfica del cultivo de banano se desarrolla desde los 30° latitud norte hasta los 30° latitud sur, desde Israel (hemisferio norte) hasta Australia (hemisferio sur); mientras que la altitud se ubica desde los 0 hasta los 500 msnm el límite máximo de es 1000msnm en banano, a medida que se incrementa la altura en 100 msnm, se retarda un periodo de 30 días más desde el tiempo de siembra hasta floración (28).

2.2.4.2. Climáticas.

A continuación, se detalla información sobre las condiciones climáticas del cultivo de banano.

Tabla 2

Condiciones climáticas del cultivo de banano.

Parámetros	Límites		
	Min	Max	Requerimiento/exposición
Temperatura	25 °C Día 16 °C Noche	27°C Día 18 °C Noche	Las temperaturas bajas retardan el crecimiento y desarrollo de la fruta.
Luminosidad	2000 lux	1000 lux	De 8 a 10 horas de luz en climas tropicales.
Precipitación	1.75 pulg de agua/ semana	2,00 pulg de agua/ semana	En días soleados requiere de 25 litros de agua/día y en días nublados de 9.5litros de agua/día
Vientos	10 km/h	15 km/h	es una planta muy susceptible a vientos moderados o excesivos

FUENTE: (5).

2.2.4.3. Suelos óptimos.

Los suelos para el cultivo de banano deben contar con las siguientes características para lograr un cultivo óptimo:

Profundidad: debe ubicarse a una profundidad de 1 a 1.2 m.

Textura: Texturas intermedias como la franca y aquellas alrededor de ella (franco arenoso, franco arcillo limoso, franco limoso).

Estructura: debe estar sobre una estructura granular ya que facilita la penetración de agua y raíces, con mejor aireación y mejor retención de humedad.

pH: indica el factor de acidez y alcalinidad de los suelos, las condiciones óptimas son 6.0 a 7.0 siendo el último un pH neutro; aunque han existido estudios que consideran que en zonas altamente tropicales puede soportar pH 5.0 (ácido) hasta 8.0 (alcalino).

Capacidad de intercambio catiónico: debe ser bastante alta y está dada por la presencia de partículas de arcilla y materia orgánica del suelo.

Drenaje: el cultivo de banano no soporta la inundación el suelo no debe tener capas impermeables que impidan el rápido descenso del agua de riego o lluvia.

Salinidad: puede soportar un grado de salinidad entre 300 a 350 ml de cloro por litro y 1500 ppm de sales totales (5).

2.2.5. Fases fenológicas del banano

Los eventos fenológicos del cultivo de banano se dividen para tres fases fenológicas, mismas que se detallan a continuación:

2.2.5.1. Fase vegetativa.

En términos generales la fase vegetativa es el inicio de la germinación de las semillas y es finalizado cuando la planta produce la flor (inflorescencia), en concreto el mismo tiene una duración de seis meses y es donde en su inicio sucede la formación de raíces primarias y secundarias, al igual que el desarrollo de pseudotallo e hijos (18).

2.2.5.2. Fase floral.

Esta fase floral tiene una duración estimada de 90 días a desde de los 180 días de la fase vegetativa; por su parte el tallo floral se eleva del corno por medio del pseudotallo y es visto hasta de la aparición de la inflorescencia (18).

2.2.5.3. Fase de fructificación.

Tiene una duración de 190 días y se presenta durante la fase floral, durante esta fase se distinguen las flores masculinas y las flores femeninas (dedos) y hay una reducción significativa de la distribución foliar, es así que la fase de fructificación finaliza con la cosecha. Durante un lapso de 81 a 90 días es el tiempo de la floración a la cosecha del racimo, por lo cual para una mejor comprensión y manejo de las fases fenológicas, se dividen en etapas, estados y estadios fenológicos, explicados en el siguiente apartado (18).

2.2.6. Estados y estadios fenológicos del banano

Los eventos fenológicos a lo largo del desarrollo y avance de los plantones se ajustan a tres estados fenológicos:

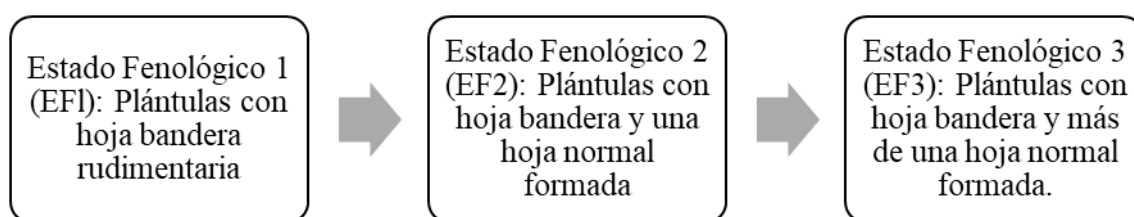


Figura 1

Eventos fenológicos del banano.

FUENTE: (1)

Los tres estados fenológicos presentados tienen la posibilidad de dividirse en estadios fenológicos, según la escala de BBCH compilada por Reimhold, por cada acontecimiento fenológico relacionado al comportamiento fenológico específico de las plantas en cada estadio, un código decimal se divide entre los estadios de desarrollo principales y secundarios tomando como base el código creado por autores como Zaddoks Chang y Konzak, con la intención de ofrecerle un más grande uso a las claves fenológicas (18).

2.2.7. Distribución foliar

El área foliar es uno de los parámetros utilizados para determinar el potencial fotosintético de la planta. El Índice de Aplicación Foliar puede estimarse por varios métodos, lo más significativos se describen a continuación (18).

Métodos destructivos: consiste en la toma de muestras representativas del cultivo y se contabiliza el área foliar por medio de equipos tecnológicos como el ceptómetros (17).

Cálculo empírico del IAF: se toman muestras de dos plantas por unidad de estudio, medir y multiplicar largo por ancho de cada hoja, el resultado multiplicarlo por el factor 0.75, sumar los valores obtenidos de cada hoja por planta, promediar resultados de cada planta; luego se determina el área de suelo ocupada por planta (17).

Métodos no destructivos: se toman muestras de manera in-situ mediante el uso de ceptómetro lineal, debido a que estos equipos son muy precisos se puede calcular el coeficiente de correlación para observar las condiciones de riesgos; estos equipos permiten conocer la intensidad lumínica sobre y debajo del dosel del cultivo en donde se esté analizando la distribución foliar, para la aplicación de estos equipos se debe tener en cuenta el ángulo solar y el suelo totalmente despejado (17).

2.2.8. Consecuencias de la obstrucción foliar (arrepollamiento) en la producción

Uno de los principales trastornos fisiológicos que afectan la producción de plátanos en los países tropicales y subtropicales es el crecimiento resumido, que surge debido a la presencia de bajas temperaturas, que ocurre en mayo, mes 10, noviembre y durante el cambio, o lluvia (exceso de lluvia) para Seco (escasez de agua), causando este tipo de estrés a las plantaciones, lo que lleva a trastornos fisiológicos que afectan a la parte superior de Pseudotallo, causando un obstáculo o sofocando los problemas de los paneles falsos de presamplio, lo que lleva al aborto de las flores para las plantaciones afectadas. Este problema afecta directamente la producción de árboles de plátanos, porque la absorción es principalmente aplicable a elementos secundarios y elementos traza, como calcio (CA), BOR (B), zinc (Zn) reduciendo o disminuyendo o móviles menores; Para evitar este tipo de estrés, los productos ahora utilizan los productos principales con mayores compuestos que la presencia de la micro estructura necesaria, asegurando la energía química, contribuyendo a la plantación a lo contrario. Adjunto con problemas agrícolas y otros problemas fisiológicos (29).

La obstrucción foliar en la producción de banano puede tener varias consecuencias negativas. Aquí hay algunas de las principales:

2.2.8.1.Reducción de la fotosíntesis

Cuando los poros de las hojas se obstruyen, la planta tiene dificultades para realizar la fotosíntesis de manera eficiente. La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas convierten la luz solar en energía química para su crecimiento y desarrollo. Si la obstrucción foliar impide que la luz llegue a los cloroplastos de las hojas, la planta puede experimentar una reducción en la producción de energía y nutrientes (30).

2.2.8.2.Disminución del crecimiento y desarrollo

La obstrucción foliar puede afectar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta de banano. Las hojas son los órganos principales encargados de la captación de la luz solar y la producción de nutrientes. Cuando las hojas están obstruidas, la planta no puede generar suficiente energía para un crecimiento óptimo. Esto puede resultar en un menor tamaño de los racimos de banano, retraso en la maduración y una menor producción total (31).

2.2.8.3.Mayor susceptibilidad a enfermedades

Los folíolos obstruidos pueden crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades en las plantas de banano. La falta de luz y la acumulación de humedad en las hojas pueden favorecer la proliferación de patógenos, como hongos y bacterias, que pueden causar enfermedades foliares. Estas enfermedades pueden debilitar aún más la planta y afectar negativamente la producción de banano (5).

2.2.8.4.Estrés hídrico

La obstrucción foliar puede afectar la capacidad de la planta para regular la pérdida de agua a través de la transpiración. Si las estomas, que son los poros en las hojas responsables del intercambio de gases y la liberación de agua, están obstruidos, la planta puede tener dificultades para eliminar el exceso de agua. Esto puede llevar a un estrés hídrico y desequilibrio hídrico en la planta, lo que puede resultar en marchitez y daño a largo plazo (32).

2.2.8.5.Reducción de la capacidad de captación de luz

Las hojas obstruidas pueden bloquear la luz solar y reducir la cantidad de energía disponible para la planta. Esto puede afectar negativamente la capacidad de la planta para crecer, desarrollarse y producir alimentos a través de la fotosíntesis. La falta de luz puede resultar en hojas más pequeñas, un crecimiento débil y un aspecto general menos saludable de la planta (33).

La obstrucción foliar en la producción de banano puede tener un impacto negativo en la calidad y rendimiento de los cultivos. Para prevenir o mitigar este problema, José (34) recomienda:

- Realizar un adecuado manejo del agua, evitando el exceso de riego y asegurándose de que las hojas se sequen rápidamente después de la lluvia.
- Mantener las plantaciones limpias y libres de polvo y suciedad. Se puede realizar una limpieza suave de las hojas con agua y detergentes suaves si es necesario.
- Aplicar productos químicos agrícolas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y siguiendo las buenas prácticas agrícolas.
- Controlar y tratar adecuadamente las enfermedades fúngicas que puedan afectar a los bananos.

2.2.9. Aspectos del estrés biótico de las plantas

Los aspectos del estrés biótico en el banano se refieren a los factores biológicos que pueden afectar la salud y el desarrollo de las plantas de banano. Estos factores bióticos incluyen enfermedades, plagas y malas hierbas que pueden causar estrés y daño a los cultivos de banano (35). Aquí hay algunos ejemplos comunes de estrés biótico en el banano:

2.2.9.1.Enfermedades

El banano es susceptible a diversas enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. Algunas enfermedades comunes incluyen la sigatoka negra (causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*), la sigatoka amarilla (causada por el hongo *Pseudocercospora musae*) y la moko o mal de Panamá (causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*). Estas

enfermedades pueden debilitar las plantas, reducir la calidad y cantidad de los racimos de banano y, en casos graves, causar la muerte de las plantas.

2.2.9.2. Plagas

El banano también es vulnerable a diversas plagas que pueden afectar su crecimiento y producción. Entre las plagas más comunes se encuentran los nematodos, los ácaros, los trips, los escarabajos y las larvas de insectos como el picudo del banano (*Cosmopolites sordidus*). Estos insectos y otros organismos plaga pueden dañar las raíces, las hojas y los racimos de banano, lo que resulta en una disminución de la calidad y el rendimiento de la fruta.

2.2.9.3. Malas hierbas

Las malas hierbas compiten con las plantas de banano por nutrientes, agua y luz solar. Además, algunas malas hierbas pueden albergar insectos o enfermedades que también afectan a las plantas de banano. El control efectivo de las malas hierbas es esencial para garantizar el crecimiento saludable de los bananos.

El manejo adecuado del estrés biótico en los cultivos de banano implica la implementación de prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, como la selección de variedades resistentes, el monitoreo regular de enfermedades y plagas, el uso de métodos de control cultural y biológico, y el uso selectivo de pesticidas cuando sea necesario. Además, es importante mantener una buena gestión agronómica en términos de fertilización, riego y saneamiento para minimizar el estrés y fortalecer la resistencia de las plantas de banano frente a los factores bióticos adversos.

2.2.10. Aspectos del estrés abiótico de las plantas

El estrés abiótico en el banano se refiere a los factores ambientales no vivos que pueden afectar negativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas de banano. Algunos de los aspectos más comunes del estrés abiótico en el banano incluyen los siguientes:

2.2.10.1. Temperatura

Tanto las altas como las bajas temperaturas pueden causar estrés en las plantas de banano. Las temperaturas extremadamente altas pueden provocar daños en las hojas, reducir la fotosíntesis y afectar la producción de frutas. Por otro lado, las bajas temperaturas pueden causar daños en los tejidos y restringir el crecimiento de las plantas (36).

2.2.10.2. Luz

La luz juega un papel crucial en el crecimiento de las plantas de banano. La exposición excesiva a la luz solar intensa puede causar quemaduras en las hojas y reducir la fotosíntesis. Por otro lado, la falta de luz adecuada puede inhibir el crecimiento de las plantas y afectar negativamente la producción de frutas.

2.2.10.3. Humedad

Tanto la falta de agua como el exceso de humedad pueden causar estrés en las plantas de banano. La sequía puede llevar a la marchitez de las plantas, mientras que el encharcamiento del suelo puede causar pudrición de las raíces y reducir la capacidad de absorción de nutrientes.

2.2.10.4. Salinidad

Los suelos salinos, que contienen altos niveles de sales solubles, pueden ser perjudiciales para el crecimiento de las plantas de banano. La salinidad excesiva puede afectar la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces, lo que resulta en un crecimiento deficiente de la planta y una menor producción de frutas.

2.2.10.5. Estrés por nutrientes

Tanto la deficiencia como el exceso de nutrientes pueden causar estrés en las plantas de banano. Por ejemplo, la deficiencia de nutrientes esenciales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio puede limitar el crecimiento y la producción de frutas. Por otro lado, un exceso de nutrientes puede llevar a la acumulación de sales en el suelo y causar toxicidad en las plantas.

2.2.10.6. Viento

La exposición a vientos fuertes puede causar daños físicos en las hojas y el tallo de las plantas de banano, así como también puede dificultar la polinización y la dispersión de las semillas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la finca la Ignolia, ubicada en el recinto El Moral a 200 m de la vía principal del kilómetro 8 ½ de la vía Valencia La Maná. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: a 0°56'00" de latitud sur y 79°13'00" de longitud Oeste.

Tabla 3

Condiciones meteorológicas de la zona de estudio.

Parámetros	Promedio
Altitud m.s.n.m.	73
Temperatura °C	25
Humedad relativa %	82
Precipitación m.m.	2162
Heliofanía	898.66
Ph	5.7
Topografía	Irregular
Zona Ecológica	Bh – T
Evaporación mm.	1032.3

FUENTE: (37).

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Línea de investigación

De acuerdo con la secretaria de Investigación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo el presente trabajo pertenece a la siguiente línea y Sublínea de investigación: Agricultura, Silvicultura y Producción animal. Desarrollo y manejo de variedades e híbridos en cultivos de interés estratégico para el Ecuador.

3.2.2. Investigación de campo

La investigación fue realizada en campo para determinar la distribución foliar de las variedades Valery y Williams.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método de observación

El método de observación fue empleado para la identificación de cada uno de los tratamientos y repeticiones empleados, permitiendo conocer las variaciones presentadas.

3.3.2. Método comparativo

El método comparativo, permitió realizar comparaciones entre las dos variedades a evaluar del cultivo de banano Valery y Williams, determinando las diferencias entre los factores de la distribución foliar presente en estos cultivares.

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias fueron obtenidas mediante los variables evaluadas en cada uno de los tratamientos y repeticiones analizadas.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias fueron obtenidas mediante búsqueda general de literatura en repositorios de instituciones de educación superior, al igual que revistas indexadas de impacto mundial y regional.

3.5. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro tratamientos donde el T1 corresponde a la variedad Banano Valery con obstrucción foliar; T2. Variedad de Banano Valery sin obstrucción foliar; T3 Variedad de Banano Williams con obstrucción foliar; y T4 Variedad de Banano Williams sin obstrucción foliar y cuatro repeticiones. Las variables se sometieron al análisis de varianza y se compararon utilizando la prueba de Tukey 0.05. Los datos obtenidos del campo se tabularon en Excel 2016. El análisis estadístico se lo realizó usando el software Infostat.

Tabla 4

Esquema del análisis de varianza de los datos que se obtendrán al evaluar las variedades de banano Valery y Williams en dos estados fenológicos.

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	3
Variedades (V)	v-1	1
Estados fenológicos (E)	e-1	1
Variedad x Estado	(v-1) (e-1)	1
Error experimental	(t-1) (r-1)	9
Total	tr-1	15

ELABORADO: AUTORA.

3.5.1. Modelo matemático

Ecuación de un modelo matemático para un DCA con arreglo factorial a*b.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \cdot \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = es el efecto de la media.

α_i = es un efecto del nivel “i-ésimo” del factor A.

β_j = es un efecto del nivel “jota-ésimo” del factor B.

$(\alpha * \beta)_{ij}$ = es un efecto debido a la interacción del “i-ésimo” nivel del factor A con el “jotaésimo” nivel del factor B.

ϵ_{ijk} = es un efecto aleatorio o error experimental.

3.5.2. Manejo del experimento

El lote experimental contaba con las labores silviculturales, controles fitosanitarios, etc. siguiendo la metodología que el productor aplica en la plantación. Las variedades de banano utilizado fueron *Valery* y *Williams* estaban plantadas a una distancia de 2.50 m entre plantas

y 2.80 m entre hileras. El control de malezas lo realizan de forma manual, con el empleo de una moto guadaña con el objetivo de deshierbar todas las parcelas.

3.6. Instrumento de investigación

3.6.1. Variables evaluadas

3.6.1.1. Plantas sin obstrucción foliar.

Se seleccionaron las plantas de dos variedades de banano, Valery y Williams, considerando aquellas que no tuvieran obstrucción foliar. Para medir el espacio entre hoja se utilizó un flexómetro.

3.6.1.2. Plantas con obstrucción foliar.

Se seleccionaron las plantas de dos variedades de banano, Valery y Williams, considerando aquellas que tuvieran obstrucción foliar. Para medir el espacio entre hoja se utilizó un flexómetro.

3.6.1.3. Condiciones climáticas.

Para ello se consideraron los datos emitidos por la zona, donde se realizó la investigación.

3.7. Tratamiento de los datos

Para la comparación de medias se empleó prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$); el proceso de generación de la base de datos y de las tablas de resultados se realizaron en hojas de cálculo de EXCEL. A continuación, se muestran los tratamientos a estudiados.

Tabla 5

Tratamientos evaluados de dos variedades de banano Valery y Williams.

Tratamientos	Descripción
T1 A1 =	Variedad de Banano Valery con obstrucción foliar
T2 A2 =	Variedad de Banano Valery sin obstrucción foliar
T3 B1 =	Variedad de Banano Williams con obstrucción foliar
T4 B2 =	Variedad de Banano Williams sin obstrucción foliar

ELABORADO: AUTORA.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Las personas que intervinieron en la presente investigación son los siguientes:

Dexy María Zambrano Morales (Autora del Proyecto de Investigación).

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar (Director del Proyecto de Investigación).

3.8.2. Recursos experimentales

Variedad de Banano.

- Valery
- Williams

3.8.3. Recursos materiales de campo

- Cinta métrica
- Balanza
- Machete
- Flexómetro

3.8.4. Recursos materiales de oficina

- Bolígrafo
- Calculadora
- Hojas de papel boom
- Bolígrafo
- Libreta

3.8.5. Recursos equipos y software

- Impresora
- Pendrive
- Cámara fotográfica
- Hoja de cálculo Excel 2016
- Microsoft Word 2016
- Infostat

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Espacio entre la hoja tres y nueve dos variedades de banano Valery y Williams

Al evaluar el espacio entre las hojas 3 y 9 en las variedades de banano Valery y Williams, tanto en plantas sin obstrucción foliar como en aquellas con obstrucción foliar, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambas variedades según el análisis de varianza (anexos 1 y 2), y la comparación de medias (Tabla 6). Los promedios registrados fueron de 53.69 cm para Valery y 56.22 cm para Williams.

Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en función del estado de crecimiento de las plantas, específicamente en las categorías de "mata más dos" y "mata pronta", de acuerdo con la prueba de Tukey. Las plantas sin obstrucción foliar en la categoría "mata más dos" presentaron un mayor espacio entre las hojas, con un promedio de 81.41 cm, mientras que, las plantas con obstrucción foliar en la misma categoría registraron un promedio de 42.54 cm. Además, las plantas en la categoría "mata pronta" mostraron un menor espacio entre las hojas, con un promedio de 62.74 cm en las plantas sin obstrucción foliar y 33.12 cm en las plantas con obstrucción foliar.

Para la prueba t no pareada, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), entre las plantas sin obstrucción foliar y aquellas con obstrucción foliar. Las plantas sin obstrucción foliar tuvieron un promedio de 72.08 cm en el espacio entre la hoja 3 y 9, mientras que las plantas con obstrucción foliar presentaron un promedio de 37.83 cm, de espacio entre la hoja 3 y 9, respectivamente.

Mientras que, para la interacción entre la variedad por estado de crecimiento, no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), entre las plantas sin y con de obstrucción foliar. Donde las plantas sin obstrucción foliar presentaron un p-valor de 0.6223 y las plantas con obstrucción foliar su p-valor fue de 0.6706. Estos resultados indican que las plantas que presentan signos de obstrucción foliar, continúan normalmente su desarrollo de crecimiento hasta la etapa reproductiva.

Según Domingues *et al.* (7), indicaron que una reducción en la obstrucción foliar del cultivo de banano, puede estar asociado a las bajas temperaturas en ciertas temporadas del ciclo anual, acompañada de la poca radiación solar. Mientras que, Sancho y Molina (38) refieren que si el suelo contiene alto índice de aluminio (Al), provoca un distanciamiento y reducción entre el pseudotallo y el peciolo. Además, el aluminio provoca una interferencia en el

crecimiento de las raíces evitando que esta absorba los nutrientes y agua, generando la reducción en el crecimiento y las actividades metabólicas de las plantas.

Brito (39) señala que el cultivo de banano, puede sufrir afectaciones por los factores bióticos y abióticos, provocando la reducción de la función mecánica y fisiológica de la planta, especialmente en la obstrucción foliar de las hojas, limitando que las plantas no produzcan racimos con buen número de manos y tamaño de dedos. Además, Rodríguez (40) indica la importancia que tiene la aplicación de estimulantes al cultivo de banano, el cual contribuye a que las plantas tengan mejor desarrollo en cuanto a la distribución del espacio entre las hojas. Mientras que, Buste (41) señala la importancia de la aplicación de potasio (K), el cual beneficia a la superficie foliar de las plantas de banano.

Por lo tanto, lo expuesto por los autores mencionado, se determina que las variedades de banano Varely y Williams evaluadas, las plantas que presentaron obstrucción foliar entre la hoja tres y nueve, podría deberse a la baja temperatura, presencia de elementos pesados en el suelo y la falta de una fertilización adecuada al cultivo. Donde, analíticamente estas plantas presentaron una reducción de aproximadamente del 34.25 % menos espacio que las plantas evaluadas sin obstrucción foliar.

Tabla 6

Espacio entre la hoja tres y nueve en las variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Factores	Espacio entre la hoja 3 y 9 (cm)		Promedio
	Plantas sin obstrucción foliar	Plantas con obstrucción foliar	
Variedad (V)			
Valery	*69,71 a	37,66 a	53,69
Williams	74,44 a	38,00 a	56,22
Estado de crecimiento (EC)			
Mata más dos	81,41 a	42,54 a	61,98
Mata pronta	62,74 b	33,12 b	47,93
Promedio	**72,08 A	37,83 B	54,95
CV (%)	10,26	5,05	
Probabilidad			
V	0,2322	0,7301	
EC	0,0007	<0,0001	
V x EC	0,6223	0,6706	

** Valores promedio en sentido vertical con distinto literal minúscula difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).*

*** Valores promedio en sentido horizontal con distinto literal mayúscula difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de t no pareada ($p < 0.05$).*

4.2. Espacio por hoja de dos variedades de banano Valery y Williams

Al analizar el espacio por hoja en dos variedades de banano, Valery y Williams, considerando plantas con y sin obstrucción foliar, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) según el análisis de varianza (anexos 3 y 4) y la comparación de medias (Tabla 7). Los promedios registrados fueron de 9.53 cm para Valery y 8.98 cm para Williams.

Sin embargo, al considerar el estado de crecimiento del cultivo de banano, se observaron diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Las plantas clasificadas como "mata más dos" presentaron un mayor espacio entre las hojas, con un promedio de 13.57 cm para las plantas sin obstrucción foliar y 7.09 cm para las plantas con obstrucción foliar. Además, las plantas clasificadas como "mata pronta" mostraron un menor espacio entre las hojas, con un promedio de 10.46 cm para las plantas sin obstrucción foliar y 5.52 cm para las plantas con obstrucción foliar.

Para la prueba t no pareada, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Las plantas sin obstrucción foliar tuvieron un promedio de 12.02 cm de espacio entre las hojas, mientras que, las plantas con obstrucción foliar presentaron un promedio de 5.52 cm de espacio por hoja. Por lo tanto, las plantas que presentan mayor espacio entre sus hojas, es un indicador que al final de la cosecha tendrán racimos con mayor número de manos en comparación con las plantas de menor espacio en sus hojas.

Mientras que, para la interacción entre la variedad por estado de crecimiento, no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), entre las plantas sin y con obstrucción foliar. Las plantas sin obstrucción foliar presentaron un p-valor de 0.6231 y las plantas con obstrucción foliar su p-valor fue de 0.6703. Estos resultados indican que las plantas que presentan signos de obstrucción foliar, a pesar de tener menor espacio entre sus hojas continúan normalmente su desarrollo de crecimiento vegetativo.

Domingues *et al.* (7) mencionan que la falta nutricional al cultivo de banano, es un indicador de exista plantas con obstrucción foliar en las plantaciones bananeras. Además, de la falta de nutrientes consideran que la presencia de alta humedad, baja temperatura, la tasa de transpiración provocan la capacidad de absorción y traslocación de los nutrientes presente en el suelo, repercutiendo, que se observó la presencia de plantas con síntomas de obstrucción foliar y cual reduce el número de manos por racimo, como la calidad de frutos.

Por otro lado, Canto *et al.* (42) consideran que los cambios generados por la temperatura afectan directamente en dos sentidos a las plantaciones bananeras. Una, afectando el rendimiento productivo, que se ve afecto cuando las plantas sufren arrepollamiento, reduciendo número de manos y dedos de mala calidad. La segunda, favoreciendo la proliferación de patógenos que provocan alteraciones en la fisiología de la planta de banano.

Mientras que, García *et al.* (43) consideran que realizar un análisis de suelo al cultivo de banano, es de mucha importancia, debido a que es un indicador donde muestra la cantidad de nutrientes disponible en suelo para la producción de banano. De igual manera mantener el pH requerido para este cultivo, que oscila entre 5.5 y 6.5, contribuye a evitar que surja la obstrucción foliar en las plantas de banano. Además, Zapata *et al.* (44) mencionan que las propiedades químicas del suelo, cambian entre cada estudio realizado, debido al manejo de fertilización y protección que se le dé al cultivo de banano, de esto depende la reducción de plantas con presencia de arrepollamiento.

Por lo tanto, lo expuesto por los autores mencionados, refleja la presencia de plantas con obstrucción foliar en las variedades de banano Valery y Williams, donde además, de las baja temperaturas, es indispensable el manejo nutricional, como de igual manera la realización de análisis de suelo que es fundamental para determinar las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo para el cultivo, además, permite mantener el equilibrio fisiológico de las plantas, reduciendo la presencia de la obstrucción foliar en las plantaciones bananeras.

Tabla 7

Espacio por hoja en las variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Factores	Espacio por hoja (cm)		Promedio
	Plantas sin obstrucción foliar	Plantas con obstrucción foliar	
Variedad (V)			
Valery	12,41 a	6,28 a	9,35
Williams	11,62 a	6,33 a	8,98
Estado de crecimiento (EC)			
Mata más dos	13,57 a	7,09 a	10,33
Mata pronta	10,46 b	5,52 b	7,99
Promedio	12,02 A	6,31 B	9,16
CV (%)	10,27	5,05	
Probabilidad			
V	0,2314	0,7375	
EC	0,0007	<0,0001	
V x EC	0,6231	0,6703	

* Valores promedio en sentido vertical con distinto literal minúscula difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

** Valores promedio en sentido horizontal con distinto literal mayúscula difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de t no pareada ($p < 0.05$).

4.3. Condiciones climáticas y obstrucción foliar en plantas de banano

Durante el período de estudio, se realizó un análisis de las condiciones climáticas (Tabla 8). Se determinó que el mes de octubre presentó la temperatura mínima más baja, alcanzando los 10 °C, mientras que la temperatura mínima más alta se registró en febrero, con 14.8 °C. Por otro lado, la temperatura máxima más alta se observó en noviembre, alcanzando los 33 °C, mientras que la temperatura máxima más baja se registró en febrero, con un máximo de 28 °C.

En cuanto a los grados día acumulados, se determinó que octubre tuvo la menor acumulación con 341 °C. Por otro lado, los meses de diciembre y enero presentaron la mayor acumulación de grados días, con 368.9 °C cada uno. Mientras que, en relación a la precipitación, se observó que noviembre tuvo la menor cantidad registrada, con 58 mm, mientras que marzo presentó la mayor precipitación, alcanzando los 329 mm.

En cuanto al porcentaje de obstrucción foliar en las variedades de banano Valery y Williams, se encontró que en un 75% de las plantas en estado de "mata pronta" presentaban obstrucción foliar en ambos cultivares. Además, en las plantas consideradas "mata más dos" de la variedad Valery, se observó un 45% de obstrucción foliar, mientras que en las plantas de la variedad Williams se registró un 35% de obstrucción foliar.

Según Palacio (45) considera que la temperatura óptima que requiere el cultivo de banano es de 20 a 30 °C, la cual permite alcanzar el mejor rendimiento productivo de este cultivo. Además, menciona que si se tiene una temperatura por debajo 15 °C las plantas retrasan su crecimiento y provocan deformación en el sistema foliar. De igual manera, indica que la precipitación que necesita cada mes es de 120 a 200 mm.

Por otro lado, Noles (46) menciona que la actividad de nutrición en las plantaciones bananeras, se reducen cuando las temperaturas están por debajo de los 16 °C, provocando que las hojas crezcan demasiado cerca y provocando la obstrucción foliar. Domingues *et al* (7) reportaron que el cultivo de banano requiere temperaturas que van desde los 15 a 38 °C, para alcanzar un buen desarrollo vegetativo, de igual manera requiere de aproximadamente 100 mm de precipitación mensual.

Sandoval *et al.* (47) consideran que las plantas de banano requieren temperaturas de 30 °C, para la emisión de una nueva hoja con características de buen espacio entre una y otra hoja. Además, si la temperatura está por encima o por debajo de lo requerido por la planta, surge la obstrucción foliar en el cultivo. De igual manera indican, que la falta de luminosidad o las plantas que sufren retraso en su desarrollo de crecimiento, como los déficits nutricionales disponible para el cultivo, son causantes de que se dé el arrepollamiento u obstrucción foliar.

Los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones previas mencionadas por los autores, donde se observó la presencia de obstrucción foliar en las variedades de banano Valery y Williams evaluadas. Los cambios climáticos, como las variaciones de temperatura, la precipitación y la falta de radiación solar en ciertas épocas del año, fueron identificados como las principales causas del fenómeno de arrepollamiento en las plantas de banano estudiadas.

Específicamente, se encontró que las plantas clasificadas como "mata pronta" presentaron un mayor porcentaje de obstrucción foliar en ambas variedades evaluadas. Asimismo, en el grupo de plantas denominadas "mata + dos", se observó que la variedad Valery registró un mayor porcentaje de obstrucción foliar en comparación con la variedad Williams. Por lo tanto, es necesario implementar estrategias que ayuden a mitigar los efectos adversos del clima y garantizar un crecimiento saludable de las plantas de banano, optimizando así la producción y calidad del cultivo.

Tabla 8

Condiciones climáticas y obstrucción foliar en plantas de banano (Musa x paradisiaca) de los cultivares Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Año	Mes	Temperatura (°C)		GDA	Precipitación (mm)	Valery (%)		Williams (%)	
		Mínima	Máxima			Mata más dos	Mata pronta	Mata más dos	Mata pronta
2022	Oct.	10,0	32,0	341,0	75,0				
	Nov.	11,0	33,0	360,0	58,0				
	Dic.	14,6	29,2	368,9	227,0				
	Ene.	14,6	29,2	368,9	227,0				
	Feb.	14,8	28,0	319,2	319,0				
2023	Mar.	14,2	28,4	350,3	329,0				
	Abr.	13,6	28,8	336,0	242,0				
	May.	14,3	28,3	350,3	155,0	45	75	35	75

GDA = grados días acumulados

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se observaron que entre las categorías de "mata más dos" y "mata pronta", se evidenció que la obstrucción foliar afecta el desarrollo y la distribución de las hojas en las plantas de los cultivares de banano Varely y Williams. Las plantas sin obstrucción foliar tuvieron un espacio mayor entre las hojas en comparación con las plantas con obstrucción foliar.

Las condiciones ambientales y la precipitación, tienen un impacto significativo en la distribución de hojas en ambas variedades de banano. Porque, se observó que las plantas que crecen en condiciones de baja precipitación, con un rango de 50 a 75 mm, son más propensas a sufrir obstrucción foliar.

5.2. Recomendaciones

Realizar un manejo adecuado de la obstrucción foliar en las plantaciones de banano. Esto puede incluir medidas como la poda selectiva de hojas afectadas, el monitoreo regular de la salud de las plantas y la implementación de prácticas de manejo adecuadas para minimizar la obstrucción foliar. Además, seleccionar variedades de banano que sean menos propensas a la obstrucción foliar.

Realizar un seguimiento regular de las condiciones climáticas y ajustar las prácticas de manejo en función de los cambios observados. Esto permitirá optimizar el rendimiento del cultivo de banano y minimizar los impactos negativos causados por condiciones climáticas adversas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Capa LB, Alaña TP, Benítez RM. Importancia de la producción de banano orgánico. caso: provincia El Oro, Ecuador. Revista Universidad y Sociedad. 2016; 8(3).
2. Torres Cabrera , García Águila L, Bermúdez Caraballosa , Sarria , Hurtado Ribalta , Delgado , et al. Respuesta morfo-agronómica y organoléptica de cinco cultivares de banano (Musa spp.) en condiciones de campo. Biotecnología Vegetal. 2020 enero-marzo; 20(1): p. 43-50.
3. Zapata Ramón C, Paladines Montero A, Ramírez Villacis D, Leon Reyes A. Caracterización del microbioma de plantas de banano (Musa × paradisiaca L.) bajo sistemas de producción orgánico y convencional. ACI Avances en Ciencias E Ingenierías. 2022; 14(2): p. 1-23.
4. Galán R. Platanos y Bananos España. Editorial Asprocan. 2011.
5. Fabre NH. Causas de pérdidas que se producen en la post cosecha de banano en la zona de Quevedo. Tesis de Grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2015.
6. Álava Murillo A, Reyes Bermeo MdR, Tapia Bolaño R. Estudio socioeconómico de los productores de banano orgánico, Cantón Milagro, Ecuador. Revista Tecnológica Espol. 2021 septiembre-noviembre; 33(3): p. 168-180.
7. Domingues Lima , Mesczezen Drominski , Silva Rocha C, Passos da Conceição , Eduardo Rozane , Nardini Gomes E. Arrepollamiento de banano asociado a variaciones climáticas y nutricionales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2022 abril-mayo; 13(3): p. 1-13.
8. Zavala Borrego F, Reyes González , Álvarez Reyna VdP, Cano Ríos , Rodríguez Moreno V. Efecto de la tasa de evapotranspiración en área foliar, potencial hídrico y

rendimiento de maíz forrajero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2022 abril-mayo; 13(3): p. 1-14.

9. Gonzabay Valladolid P. Mezclas físicas: efectos en la producción del cultivo de banano (Musa x paradisiaca) clon Williams título de investigación. Tesis. Universidad Técnica de Machala. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Machala. 2022.
10. Norberto J. Características botánicas del banano. Editorial Agroamerica del IINCA. 2007.
11. Silva J. Elaboración de un jugo de banano a partir de excedente de exportación variedad Cavendish. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera Ingeniería Agroindustrial. 2000.
12. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los suelos necesitan nutrirse: Plantas Microorganismos, aguas, aire y abonos. [Online].; s.f [cited 2021 octubre 1. Available from: <http://www.fao.org/3/ah645s/AH645S455.htm>.
.
13. Regalado I, Leiseca A, Cabrera Y, Franco F. Cambios anatómicos en la especie *Cynodon nlemfuensis* Vanderhyst en suelos contaminados por metales pesados. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2014; 23(4): p. 37-42.
14. Esteves López A. Efecto de aplicación biológica y química para el control del vector de la mancha roja en el cultivo de banano (Musa paradisiaca). Tesis. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Milagro-Ecuador. 2021.
15. Zumba Lucero V. Estudio comparativo del sulfato de magnesio en suelo arcilloso en el cultivo de banano (Musa paradisiaca). Tesis. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Milagro-Ecuador. 2020.

16. Gómez Calle M. Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas. Tesis. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Guayaquil-Ecuador. 2017.
17. Martínez AM, Cayón DG. Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín. 2011; 64(2): p. 6055-6064.
18. Benítez P. Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda María Antonieta. Tesis de Grado. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2017.
19. Tigasi C. Cultivo de alta densidad en banano (*Musa paradisíaca* Var. Cavendish). Tesis de Grado. La Mana, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi Agropecuarias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias. 2017.
20. Martínez et al AM. Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín. 2011; 64(2): p. 6055-6064.
21. Vargas JC. Banano orgánico, Producción para Comercio Justo, Pequeños Productores y la Agenda del Trabajo Digno: Una Experiencia Exitosa en el valle del río Chira, Piura, Perú. [Online].; 2011. Available from: http://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/Borrador_final_PLADES_JCV.pdf. .
22. Simón Ricardo. Cultivo agroecológico del banano y plátano. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. Curitiba. 2021; 4(4): p. 4950-4972.
23. Monge Freiler M, Álvarez Sánchez A, Batista Casaco A, Santana Alvarado W. Necesidades hídricas del cultivo de banano (*Musa paradisíaca*) variedad Williams. Ciencia Y Tecnología. 2022; 15(1): p. 19-23.

24. Escalante MR. Producción y Precio del Banano en la Provincia de El Oro 2009-2010. Tesis de Grado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 2011.
25. Cuellar JA, Morales ME. Efecto de la densidad y sistema de siembra sobre el rendimiento en banano (Mussa AAA) var. Williams en la zona bananera departamento del Magdalena. Tesis de Grado. Universidad del Magdalena, Programa de Ingeniería Agronómica. 2005.
26. Vargas Calvo A, Acuña Chinchilla P, Valle Ruiz H. La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana*. 2015; 26(1): p. 116-128.
27. Romero Benítez B. Establecimiento de una línea tecnológica para la propagación acelerada de *Musa paradisiaca*. Tesis. Universidad Nacional de Loja. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja-Ecuador. 2021.
28. Trávez ML. Estudio del efecto fermentativo del hongo kéfir y la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en tres variedades de banano (Cavendish), (Valéry), (Williams) para la elaboración de una bebida alcohólica en un centro de acopio de la ciudad de Latacunga en el per. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Tesis de Grado. 2015.
29. Gomez J. Nederagro. [Online].; 2019 [cited 2023 Junio 12].
30. Pérez E, Carril U. Fotosíntesis: Aspectos Básicos; 2009.
31. Barrera JL, Cayón G, Robles J. Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y calidad del racimo. *Agronomía Colombiana*. 2009; vol. 27(pp. 73-79).
32. Squeo F, León M. Capítulo III: Transpiración. Universidad de La Serena. 2007;(67-84).

33. Valdés YB. Importancia de la calidad de la luz entre las plantas. Instituto nacional de ciencias agrícolas. 2019; vol. 40(num. 4).
34. Lopez JC. Cómo reducir el exceso de riego del sustrato. Promix. 2022 Septiembre.
35. Landis T. Manejo de Plagas y enfermedades. Manual de Viveros para la Producción. 2013; Vol. 5.
36. Navarro M. Manejo del Estrés por Temperatura. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. 2014.
37. INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. [Online].; 2022 [cited 2023 junio 9. Available from: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>.
38. Sancho H, Molina E. Efecto del Mg y pH en la reducción de la toxicidad de Al en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica. Scielo. 2016 enero; 3: p. 1-14.
39. Brito Romero R. Efectos de la aplicación de estimulantes radiculares en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca). Universidad Técnica de Machala. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2022.
40. Rodríguez Gómez C. Efecto de la aplicación del bioestimulante Nutrisorb G sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano (Musa AAA subgrupo Cavendish cv. Gran Enano), en Parrita, Puntareanas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2020.
41. Buste Parraga C. Crecimiento de hijuelos de banano (Musa sp.) en respuesta al abonamiento potásico. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2019.
42. Canto B, Orozco M, Martínez L, Manzo G, James A, Rodríguez C, et al. Bananos y plátanos, frente al cambio climático. ResearchGate. 2015;; p. 1-25.

43. García Y, Ponce de León D, Mancero D, Pancho T. Incidencia del manejo de plantaciones comerciales del cultivo de bannao sobre la calidad del suelo, Balao, Guayas. Polo del Conocimiento. 2022 octubre; 7(10): p. 1-18.
44. Zapata C, Paladines A, Ramírez D, Leon A. Caracterización de microbiana de plantas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) bajo sistemas de producción orgánico y convencional. Avances en Ciencias e Ingenierías. Universidad San Francisco de Quito. 2022; 14(2): p. 1-23.
45. Palacio Morales M. Cuantificación de la cuenta hídrica en la producción bananera: Un estudio de caso en Bocas del Toro, Panamá. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2019.
46. Noles Rogel A. Evaluación de productos orgánicos sobre Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en la zona Arenillas, provincia El Oro. Universidad de Guyaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera Ingeniería Agronómica. 2020.
47. Sandoval J, Pérez L, López A. Aspectos relacionados con la obstrucción, sofocamiento foliar o arrellamiento. Corbana. 2019;; p. 1-8.
48. Guevara , Murillo. Costos y rendimientos de ocho tipos de poda en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd en la zona norte de Costa Rica. Revista Forestal (Costa Rica). 2009; 6(17): p. 1-7.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexo 1. Tablas del ADEVA

Tabla 1

Análisis de varianza de plantas sin obstrucción foliar de dos variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p - valor
Repetición	3	30,83	10,28	0,19	0,9019
Variedad	1	89,68	89,68	1,64	0,2322
Estado	1	1393,53	1393,53	25,50	0,0007
Variedad*Estado	1	14,21	14,21	0,26	0,6223
Error experimental	9	491,74	54,64		
Total	15	2019,99			

Tabla 2

Análisis de varianza de plantas con obstrucción foliar de dos variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p - valor
Repetición	3	47,21	15,74	4,31	0,0383
Variedad	1	0,46	0,46	0,13	0,7301
Estado	1	354,95	354,95	97,22	0,0001
Variedad*Estado	1	0,71	0,71	0,19	0,6706
Error experimental	9	32,86	3,65		
Total	15	436,19			

Tabla 3

Análisis de varianza del espacio por hoja sin obstrucción foliar de dos variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p - valor
Repetición	3	0,86	0,29	0,19	0,9020
Variedad	1	2,50	2,50	1,64	0,2314
Estado	1	38,66	38,66	25,43	0,0007
Variedad*Estado	1	0,39	0,39	0,26	0,6231
Error experimental	9	13,68	1,52		
Total	15	56,09			

Tabla 4

Análisis de varianza del espacio por hoja con obstrucción foliar de dos variedades de banano (Musa x paradisiaca) Valery y Williams en dos estados de crecimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p - valor
Repetición	3	1,31	0,44	4,32	0,0383
Variedad	1	0,01	0,01	0,10	0,7375
Estado	1	9,86	9,86	97,52	0,0001
Variedad*Estado	1	0,02	0,02	0,20	0,6703
Error experimental	9	0,91	0,10		
Total	15	12,11			

7.2. Anexo 2. Manejo del experimento



Imagen 1

Mata pronta variedad Varely.



Imagen 2

Variedad de banano Valery.



Imagen 3

Registro de datos recolectados.



Imagen 4

Mata más dos, variedad Valery.



Imagen 5
Plantas con obstrucción foliar.



Imagen 6
Planta mata pronta variedad Williams.



Imagen 7
Planta mata más dos, variedad Williams.



Imagen 8
Planta de banano sin obstrucción foliar.



Imagen 9
Toma de datos del espacio entre hojas.



Imagen 10
Toma de los espacios entre las hojas en, mata más dos.