

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Herney Darío Vásquez Amariles
Raúl Saavedra Ospina
Deisy Johanna Guerrero Cobos
María Alejandra Quintero Jiménez



Financian



Apoyan



Organiza



Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Herney Darío Vásquez Amariles
Raúl Saavedra Ospina
Deisy Johanna Guerrero Cobos
María Alejandra Quintero Jiménez

Financian



Apoyan



Organiza



© Universidad Nacional de Colombia
© Proyecto Incremento de la competitividad
sostenible en la agricultura de ladera en todo
el departamento, Valle del Cauca, Occidente
Primera edición, marzo del 2022
Bogotá, D. C., Colombia

ISBN impreso: 978-958-794-818-9
ISBN digital: 978-958-794-819-6

Preparación editorial
Editorial Universidad Nacional de Colombia
Av. El Dorado 44A 40
Hemeroteca Nacional Universitaria
Bogotá D.C., Colombia
(+57 1) 316 5000 Ext. 20040
direditorial@unal.edu.co

Coordinación editorial
Angélica María Olaya Murillo

Corrección de estilo
Hernán Rojas Rodríguez

Diseño de la colección y diagramación
Juan Carlos Villamil Navarro

Colaboradores
Harold Mesa Meneses
Nazario Benalcázar Saa
Ana Milena Caicedo

Fotografías
Herney Darío Vásquez Amariles
Raúl Saavedra Ospina
María Alejandra Quintero Jiménez
Deisy Johanna Guerrero Cobos
Harold Mesa Meneses
Gloria Magali Cobo
John Alexander Canacuan Colima

Proyecto Incremento de la competitividad
sostenible en la agricultura de ladera en todo el
departamento, Valle del Cauca, Occidente. Código
BPIN 2014000100010, financiado por el Sistema
General de Regalías (SGR) y coordinado por la
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
Cra 32 # 12-00 vía Candelaria
Teléfono: (+602) 286 88 88
Punto focal: Profesor Herney Darío Vásquez
Amariles
Correo electrónico: ladera_pal@unal.edu.co
Página web: <https://ladera.palmira.unal.edu.co/>
Este documento hace parte de una serie de volúme-
nes estratégicos desarrollados en el marco de pro-
yecto "Incremento de la competitividad sostenible
en la agricultura de ladera en todo el departamento,
Valle del Cauca, Occidente", financiado por el Sis-
tema General de Regalías (SGR) y coordinado por la
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. La
mención de algunos productos comerciales en esta
publicación no constituye compromiso de la Univer-
sidad Nacional de Colombia, sede Palmira, con ellos
ni tampoco con otros que se excluyan.

Prohibida la reproducción total o parcial por cual-
quier medio sin la autorización escrita del titular de
los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
CC BY-NC-SA



Presentación

La presente publicación tiene como objetivo la transferencia del conocimiento adquirido acerca de los temas de investigación más relevantes abordados en el proyecto *Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca*. De acuerdo con los estudios realizados por la Secretaría de Agricultura en el Plan frutícola para el Valle del Cauca, en dicho proyecto fueron seleccionadas 23 especies frutícolas de las cuales se priorizaron 3 (piña [*Ananas comosus*], mora [*Rubus* spp.] y aguacate [*Persea americana*]) con el fin de realizar proyectos productivos por medio de trabajos participativos de investigación priorizados en los planes de estudio de las brechas tecnológicas que favorecen principalmente a los agricultores, y en los que participaron todos los

actores de las cadenas productivas. Los trabajos seleccionados estuvieron liderados por profesionales adscritos al proyecto, jóvenes investigadores, estudiantes de maestría y doctorado, cumpliendo así los objetivos de formación, también por los trabajos realizados con las universidades e instituciones investigativas vinculadas mediante los convenios de cooperación participativa. La edición de cartillas y otros documentos técnicos corresponde al cumplimiento del compromiso de divulgar los resultados obtenidos en las investigaciones del proyecto.

Contenido

Presentación	3
Introducción	7
Historia, centros de origen, evolución y caracterización genética de la piña	8
Mejoramiento genético de la piña	8
Características de adaptabilidad fenotípicas y organolépticas de las variedades más cultivadas en nuestro medio.....	9
Variedades adaptadas a condiciones regionales en Colombia	10
Origen y generalidades sobre la piña MD2	11
Sistemas de producción en piña	12
Los sistemas productivos en las zonas de ladera del Valle del Cauca	13
Ecofisiología del cultivo de piña y adaptabilidad a condiciones regionales de clima y suelos.....	14

Agronomía de la producción en piña en zonas de ladera	16
Requerimientos nutricionales de las plantas	29
Antecedentes relacionados con la inducción floral en piña	30
Deficiencias nutricionales en piña.....	36
Plagas y enfermedades más limitantes en el cultivo de piña	37
Enfermedades limitantes en el cultivo de piña.....	42
Costos de producción de piña m ² por hectárea	45
Agradecimientos	49
Referencias	49

Introducción

Un sistema productivo es la combinación de factores bióticos y abióticos que influyen directamente en la producción agrícola, en este caso el cultivo de la piña MD2 (*Ananas comosus* [L.] Merr.). Estos factores interactúan armónicamente durante el desarrollo de las actividades que se realizan en un cultivo con el fin de obtener una producción eficiente y sostenible. El éxito o fracaso para cumplir con dicho fin depende de la planificación y de la orientación técnica aplicada en cada una de las actividades, las cuales son proyectadas en un cronograma de acuerdo con las etapas fenológicas: la siembra, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la fase reproductiva, la cosecha, el tratamiento de poscosecha, la comercialización, la distribución en los mercados objetivos y la recepción por parte del consumidor final.

Los estudios de zonificación realizados por el Ciat sirvieron para determinar y delimitar la ubicación de las áreas o zonas potenciales para cada cultivo. De acuerdo con las características relacionadas con la adaptabilidad de cada especie, se delimitaron y localizaron las zonas óptimas donde las plantas pueden expresar su potencial genético.

Historia, centros de origen, evolución y caracterización genética de la piña

La piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) es un cultivo tropical que pertenece a la gran familia de las Bromeliáceas. Está representado entre 45 y 50 géneros, y por más de 2000 especies. En 1987 Baker y Collins indicaron que su centro de origen está localizado entre las coordenadas situadas a 15° 30' de latitud norte, y los 40° 60' de latitud oeste. Este se encuentra ubicado entre el sur del Brasil, el norte de Argentina y Paraguay, con excepción del centro de origen de los grupos *Ispanis moss* y *Tillandia usneoides*, que se ubica en Norte América. Existen unas 10 especies que pertenecen al género *Ananas*: *A. erectifolius*, *A. bracteatus*, *A. fritzmulleri*, *A. mostruosus*, *A. lucidos*, *A. paraguayensis*, *A. nanus*, *A. pseudo ananas*, *A. sagenarius* y *A. comosus*. El número de cromosomas de *Ananas comosus* es $2n = 50$. En cuanto a su nombre, en los países hispanos de

Centro y Sur América se le llama *piña*, en inglés *pineapple*, en francés *ananas* y en portugués *abacaxi*.

La mayoría de las variedades más comerciales y conocidas en el mundo pertenecen a tres grupos existentes: Spanish, Queen y Cayenne.

Mejoramiento genético de la piña

Los estudios en busca del mejoramiento genético de la piña se han orientado hacia la obtención de materiales con características agronómicas deseables como resistencia o tolerancia a algunas plagas y enfermedades, variables morfológicas, físicoquímicas y organolépticas. Las investigaciones en piña han estado bajo la dirección del Instituto de Investigaciones en Piña (PRI), en Hawái, y la cooperación científica de instituciones nacionales e internacionales.

Características de adaptabilidad fenotípicas y organolépticas de las variedades más cultivadas en nuestro medio

Las variedades más cultivadas en nuestro medio pertenecen a los grupos Spanish, Queen y Cayenne, las cuales han sido mejoradas y adaptadas para las zonas óptimas más productivas.

El buen manejo agronómico de los sistemas de cultivos de piña MD2, la investigación adaptativa y el equilibrio y control de los factores que influyen en la productividad han aumentado los rendimientos y la calidad de las cosechas en los suelos de las áreas planas mecanizables y en las zonas de ladera óptimas para este cultivo.

La comercialización, la oferta y la demanda son variables que regulan el precio en el mercado de la piña, obteniendo unos picos altos y bajos durante todo el año. En este escenario, la piña es considerada un producto de consumo nacional con excelentes posibilidades de exportación. La sostenibilidad del cultivo depende de su rentabilidad y comercialización, ambas relacionadas con los costos de producción. Actualmente, las asociaciones de productores se han visto afectadas por el incremento desorbitante de los insumos agrícolas que afecta negativamente la rentabilidad de los cultivos desestimulando a los agricultores para realizar nuevas cosechas.

Variedades adaptadas a condiciones regionales en Colombia

En Colombia se siembran cerca de 10 variedades de piña, incluyendo los ecotipos regionales (ver figura 1). La adaptabilidad de las variedades e híbridos mejorados han ido desplazando los mercados nacionales. Entre ellas predomina la oromiel, o MD2, como la mejor selección para el consumo nacional y de exportación.



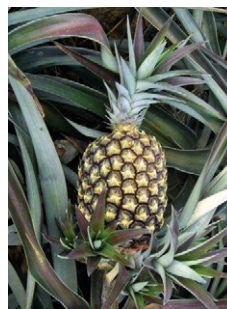
Cayena lisa



Oromiel (MD2)



Perolera



Manzana

Figura 1. Principales variedades de piña cultivadas en Colombia

Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2021).

Algunas regiones como los Llanos Orientales han incrementado el cultivo de piña. En algunas zonas, predomina el cultivo de ecotipos regionales como la mayanesa de Cundinamarca y la piña Mitú de la Orinoquia amazónica. Estas poseen características específicas de la región y presentan algunas resistencias adversas al medio que las definen como cultivares o ecotipos regionales.

Figura 2. Ecotipos regionales de piña de Cundinamarca y Orinoquia
Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2021).



Mayanesa



Mitú

Origen y generalidades sobre la piña MD2

El híbrido desarrollado por Del Monte (Industria de productos frescos Del Monte) en Hawái, en 1970, fue denominado MD2 en honor a Mary Dillard, esposa de un ejecutivo de Del Monte. Hoy, este representa más del 80% del negocio de mercado de fruta fresca en el mundo. La variedad MD2 se produce tanto como la cayena lisa, es altamente resistente a bronceado o pardeamiento interno y resistente al transporte, contiene 3

veces más de vitamina C que la cayena lisa y alto contenido de sólidos solubles. Es altamente susceptible a *Dickeya chrysanthemi*, *Phytophthora cinnamomi* y *Fusarium* sp. y tiene un alto porcentaje de floración natural.



Figura 3. Piña MD2 parcela demostrativa Dagua
Fuente: H. D. Vásquez (2021).

Sistemas de producción en piña

Los sistemas productivos y la productividad agropecuaria van ligados al conocimiento de todos los factores y elementos que influyen directamente en la producción. Este vínculo contribuye al mejoramiento y adaptación de las mejores opciones tecnológicas para una agricultura sostenible y altamente competitiva.

Estos sistemas dependen de varias condiciones y parámetros, como:

- La influencia de los factores ambientales.
- Tipos de suelos.
- Topografía.
- Calidad y genética de la semilla vegetativa.
- Infraestructura.
- Mercado objetivo.
- El hombre.

Los sistemas productivos en las zonas de ladera del Valle del Cauca



A través de la pendiente



En dirección de la pendiente



En dirección de la pendiente



Acolchado a través de la pendiente

Figura 4. Diferentes sistemas de siembra de cultivos de piña en las zonas de ladera
Fuente: H. D. Vásquez, R. Saavedra y M. Quintero (2020).

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Los diferentes sistemas de siembra de cultivos de piña en las zonas de ladera han venido presentando incompatibilidades en la conservación y sostenibilidad del medioambiente debido al mal manejo de los suelos, las siembras a favor de la pendiente y los inadecuados y deficientes drenajes que

causan la pérdida de la capa arable del suelo. Uno de los objetivos del proyecto es orientar el manejo técnico de los cultivos sin deteriorar el medioambiente, procurando mantener la conservación de los suelos por medio de la implementación de nuevas tecnologías y las buenas prácticas de manejo.

Ecofisiología del cultivo de piña y adaptabilidad a condiciones regionales de clima y suelos

Tabla 1. Variables edafoclimáticas requeridas para el desarrollo del cultivo de piña MD2 en zonas de ladera

Variable	Características
Altura	Óptima, entre 0 y 1200 m s. n. m. En alturas superiores a los 1300 m s. n. m. el ciclo productivo se alarga, el pedúnculo del fruto se elonga, el follaje disminuye su crecimiento y desarrollo, las hojas son más cortas, el área foliar se reduce con relación al peso y tamaño del fruto, se puede presentar mayor floración natural temprana, los contenidos de °Bx y vitamina C se reducen y su acidez puede aumentar.
Temperatura	Las temperaturas entre 18 y 27°C son óptimas. Temperaturas por debajo de 12°C inducen floración natural. En algunas variedades, como cayena lisa, el exceso de nitrógeno y las altas temperaturas retardan el proceso de floración.

Variable	Características
Precipitación y riego	Precipitaciones de 1500 a 1800 mm distribuidas durante el año son ideales y unos 4 a 5 mm/día son suficientes. La piña tolera sequías temporales por su condición fisiológica, menos en las épocas críticas de floración y llenado del fruto. Con un $K_c = 0,025$, las necesidades de agua serían de 4 a 5 mm/día.
Luminosidad	Se requieren entre 1200 y 1300 horas de luz por año para que la planta acumule la energía necesaria para su producción. Altas luminosidades limitan la asimilación de nutrientes y, cuando se presenta una alta transpiración, se induce la producción de frutos pequeños.
Brillo solar	El brillo solar entre 800 y 900 W/m^2 es importante para la asimilación de nutrientes, contenidos de vitamina C y sólidos solubles. El aumento del brillo solar produce daños físicos y fisiológicos internos a los frutos. La baja luminosidad afecta la nutrición y calidad de los frutos.
Humedad relativa	La humedad relativa entre 75 y 80 % es importante para la formación, el crecimiento y el tamaño del fruto. Está relacionada con la absorción de potasio (K), magnesio (Mg) y boro (B).
Suelos	Lo ideal son suelos F (francos) o suelos FAr (francos arcillosos), con contenidos de arcilla no mayores al 25 %, con buen drenaje, contenidos de MO superiores a 3 % y un pH entre 5,0 y 5,5, aunque la piña tolera pH de 4,0 y 4,5. Suelos con pH por encima de 6,0 son susceptibles a <i>Phytophthora</i> sp. Pendientes hasta del 30 % con buenas prácticas de manejo pueden ser factibles para el cultivo de piña.

Las condiciones óptimas de adaptabilidad de las especies dependen de la oferta ambiental que permite a las plantas desarrollar su potencial genético.

Fuente: adaptado de Serna (1998) y Py *et al.* (1987).

Agronomía de la producción en piña en zonas de ladera

Preparación y adecuación de los suelos para la siembra

El suelo es un recurso natural difícilmente renovable. Para obtener una capa de 2,5 cm de suelo se requieren grandes procesos de formación que demorarían unos 500 años. Los suelos son parte de un sistema ambiental llamado tierra. La agricultura sostenible es aquella capaz de conservar la tierra y los recursos genéticos de flora y fauna de los recursos naturales no renovables.



Figura 5.

Preparación del suelo en una parcela demostrativa

Fuente: R. Saavedra (2020).

El concepto de agricultura sostenible refiere al manejo adecuado de los recursos con el fin de satisfacer las necesidades de la gente en el tiempo futuro de nuestras generaciones (García Ocampo, 2002).

Preparación de suelos en zonas de ladera aplicando la metodología de mínima labranza

Los suelos de ladera con pendientes desde los 12° hasta los 15°, con porcentajes relacionados entre 26 % y 33 %, respectivamente, son viables para las siembras de piña, dependiendo de la estructura física de los suelos, el contenido de CO y las prácticas adecuadas de conservación.



Arado de tracción animal



Motocultor

Figura 6. Tipos de preparación del suelo por tracción animal y motocultor

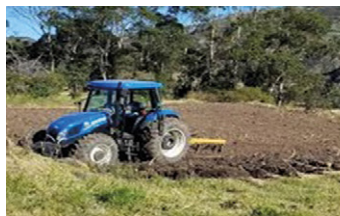
Fuente: H. Mesa (2019).

El manejo y la preparación de estos suelos deben de estar siempre orientados hacia la conservación del medioambiente y la sostenibilidad productiva de estos.

Preparación de los suelos en zonas planas

Los suelos planos con pendientes máximas del 5% facilitan una mecanización más rápida y adecuada, utilizando elementos y maquinarias apropiadas y eficientes que evitan al máximo la alteración física de los suelos y proporcionan una mayor aireación para que no se produzcan procesos sucesivos de compactación y erosión laminar.

La mecanización agrícola en zonas planas presenta una mayor eficiencia en la preparación de los suelos. Se pueden utilizar implementos adecuados en cada una de las labores, siempre y cuando no se produzcan compactaciones del suelo.



Maquinaria agrícola



Arado de sincl



Rotavictor

Figura 7. Tipos de preparación del suelo: tractor, arado con sincl y Rotavictor

Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2010).

Figura 8. Maquinaria implementada para la preparación de las camas y el emplasticado
Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2010).



Encamadora



Emplastadora

Mecanización y preparación del suelo para la siembra

Esta actividad se realiza de acuerdo con la formación geofísica de los suelos teniendo en cuenta su estructura física y el conjunto armónico de las influencias del clima, su fisiografía, su profundidad efectiva, su formación, su génesis, la vegetación, grado de pendiente y el contenido de materia orgánica. Suelos con contenidos de mo por debajo del 2 % quedan expuestos a una rápida erosión de sus capas superficiales. La topografía y las pendientes determinan la susceptibilidad o grado de erosión de un suelo.

El concepto de pendiente

El concepto de pendiente se da en grados de pendiente o su equivalencia en porcentaje.

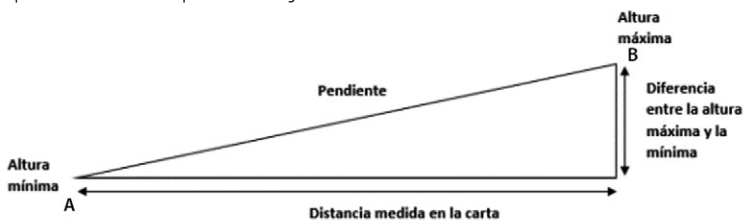
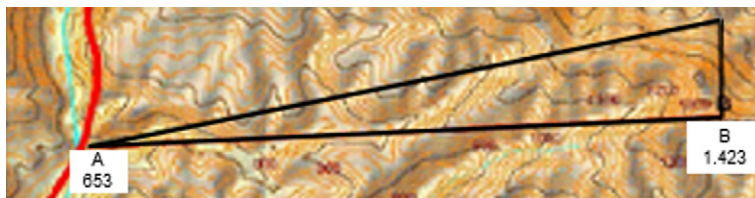


Figura 9.
Fuente: J. Urrutia (2005).

Figura 10.

Determinación de la distancia geométrica con mapa de ayuda en las distancias A y B

Fuente: J. Urrutia (2005).



La carta topográfica tiene una escala de 1:50.000.

Tips: medimos en la carta con la ayuda de una regla la distancia AB. De ello resulta:

Carta topográfica AB = 12 cm = 0,12 m.

La distancia sobre el terreno será:

Terreno = $0,12 \times 50.000 = 6000$ m.

El desnivel entre los puntos A y B será equivalente a la diferencia entre la altura máxima y la mínima:

Desnivel = $1,423 - 653 = 770$ m.

Por tanto:

R = 6000 m.

h = 770.

Pendiente (%) = $h \times 100/r$

$$\text{Pendiente} = \frac{770}{6000} \times 100 = 12,8 \%$$

$$\frac{45^\circ \times 12,933}{100} = 5,77 \%$$

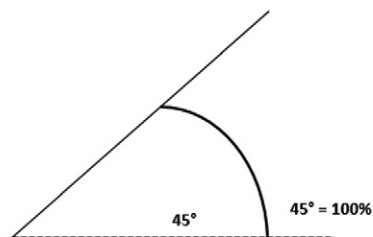
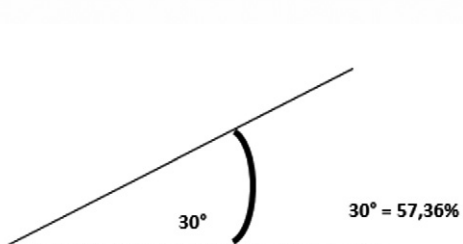
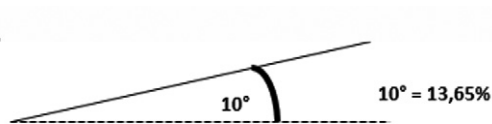
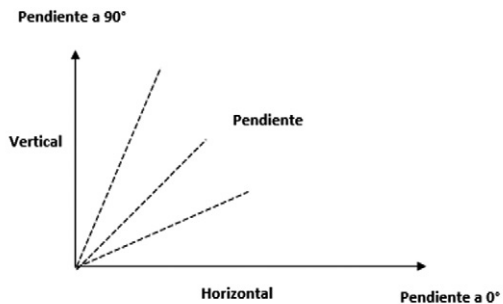


Figura 11. Conversión de la pendiente en grados o porcentaje

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (s. f.).



Figura 12. Preparación del acolchado y siembra

Fuente: H. D. Vásquez (2020).

El diseño de siembras corresponde al trazo y densidades de acuerdo con las distancias previamente establecidas.

El número de plantas por hectárea se calcula de acuerdo con las distancias de siembra.

Número de plantas

$$Np = \frac{S \times Ns}{a(b + c)}$$

- S = superficie del terreno
- Ns = número de surcos
- a = distancia entre plantas
- b = distancia entre surcos
- c = distancia entre calles

$$S = \frac{10.000 \text{ M}^2 \times 2}{0,25 \text{ m} (0,40 \text{ m} + 0,90)} = 61.538 \text{ plantas}$$

Las siembras de piña en terrenos con inclinaciones continuas e irregulares deben orientarse a través de la pendiente. Los drenajes se deben diseñar antes de la siembra procurando establecer un desnivel mínimo y protegiéndolos en la parte superior con la siembra de barreras vivas para evitar la escorrentía y controlar el gradiente de velocidad del agua. Se necesita tener un concepto claro sobre los grados de

pendiente y su equivalencia en porcentaje, con el fin de diseñar y orientar las siembras y la construcción de drenajes para evitar al máximo la erosión de los suelos.

Preparación de los suelos para la siembra

La construcción de las camas a través de la pendiente orienta el diseño de siembra y la instalación del riego.

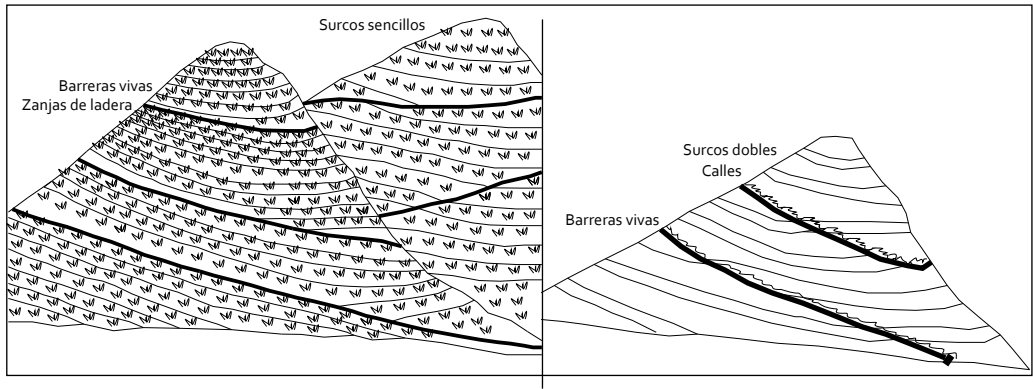


Figura 13. Sistema de siembra de piña en surcos dobles a través de la pendiente en zonas de ladera

Fuente:Elaboración propia.

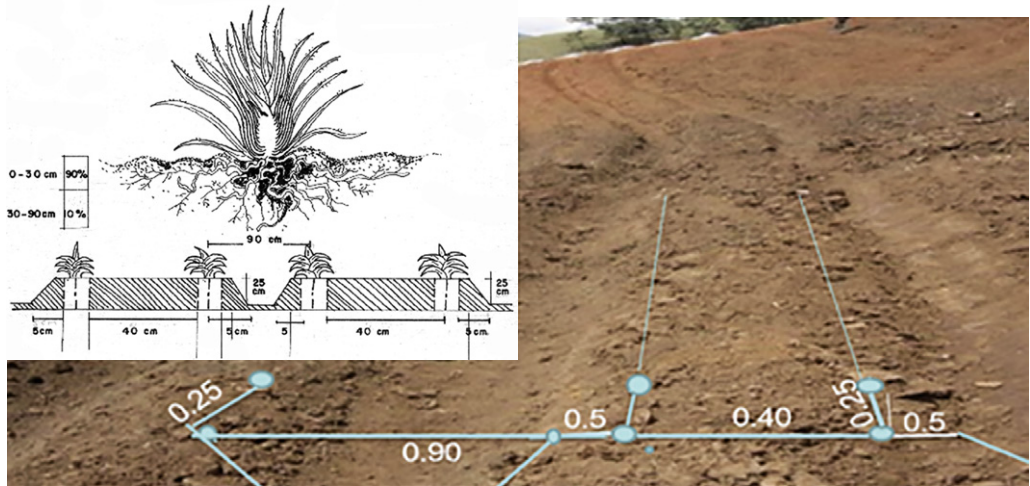


Figura 14. Distancias de siembra entre plantas, surcos dobles y calles

Fuente: H. D. Vásquez (2020).

Crterios de seleccin y preparacin del material de siembra

Una planta de piña tiene la capacidad de producir 4 materiales para la siembra: la corona, los colinos basales del fruto, los colinos axilares y los hijuelos (ver figura 15). El criterio de seleccin de la semilla se hace por peso, tamao, estado sanitario, tipo de colino y procedencia de la semilla. Si se realiza una buena seleccin de semilla se pueden sembrar lotes homogneos.



Figura 15. Cuatro tipos de colino de la piña MD2

Fuente: H. D. Vázquez y R. Saavedra (2020).



Figura 16. Curado y cicatrizacin de colinos basales de piña MD2

Fuente: R. Saavedra y D. J. Guerrero (2020)



Figura 17. Colinos basales y axilares en proceso de solarizacin

Fuente: H. D. Vázquez y R. Saavedra (2019).

Los colinos axilares tienen una constitución morfológica uniforme. Los colinos basales del fruto, por lo general, son más pequeños y tienen una curvatura pronunciada en la base. En variedades como la MD2, los colinos basales del fruto tienen un buen tamaño y son recomendados para realizar siembras uniformes. Las coronas también pueden utilizarse como material de siembra en casos de escasez de semilla, pero no son muy apetecidas por los agricultores porque son precoces y pueden producir frutos pequeños.

Desinfección de los colinos

- **Desinfección física por curado:** se lleva a cabo con la exposición de la base radical de la planta a los rayos solares o termoterapia con agua a 45 °C por 3 minutos.
- **Desinfección química:** se genera con mezclas de insecticidas y fungicidas (Malathion o Diazinon) + (Fosetil-Al o Metalaxil-M +Mancozeb).
- **Desinfección del material de siembra:** se realiza la aplicación directa a los colinos antes o inmediatamente después de la siembra con hongos entomopatógenos y antagonicos, como el *Trichoderma* spp.



Figura 18. Solarización y desinfección química
Fuente: R. Saavedra (2021).

Aplicación de los fertilizantes y nutrición de las plantas

Criterios generales:

- La dinámica nutricional de las plantas está basada en la relación suelo, agua, planta y ambiente.
- Es el punto de partida para lograr un manejo eficiente de los fertilizantes que responde a las necesidades nutricionales de los cultivos.
- Todo manejo técnico de los elementos nutritivos debe tener en cuenta que estos están en forma mineral y para que sean absorbidos por la planta deben de estar en la solución del suelo.

Criterios de esencialidad:

- La deficiencia de un elemento interfiere en los ciclos vitales de la planta.
- La deficiencia de un elemento debe ser específica y solo puede corregirse mediante la aplicación y concentración correcta de este.
- El elemento esencial debe de estar implícito en la nutrición de la planta.

Se consideran 17 elementos esenciales que intervienen en la nutrición de la planta.

De estos elementos, el 96 % son C, H, O y del 3 al 4 % lo constituyen los elementos minerales que la planta toma del suelo y mediante la aplicación foliar y están distribuidos en:

- Estructurales: C, H, O.
- Microelementos: Fe, S, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl y Ni, que se encuentran en bajas concentraciones en la solución del suelo.



Figura 19. Emisión de raíces adventicias y desarrollo alrededor del tallo

Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2020).

La piña, debido a sus características morfológicas, toma los nutrientes por las raíces subterráneas y adventicias que se encuentran alrededor de la base inferior del tallo y también por las hojas. Las raíces edáficas se forman en la base inferior de la planta y se desarrollan en la capa superficial del suelo, hasta unos 30 cm de profundidad.



Figura 20. Planta con un sistema radical desarrollado

Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2020).

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

En el caso del cultivo de la piña, los elementos que se han reportado que la planta absorbe en mayor concentración son N, P, K, Mg y Ca, seguidos por Fe, Mn, S, Zn, Cu y B.

Aplicación de los fertilizantes

La forma de aplicación de los fertilizantes puede variar según cada país y, comúnmente, se desconoce con precisión cuál es la cantidad adecuada para aplicar (Fernández *et al.*, 2018).

Por lo tanto, es necesario recopilar información sobre los rangos óptimos y niveles de extracción de nutrientes de fuentes confiables, con el fin de establecer un diagnóstico y toma de decisiones para implementar un programa de fertilización acertado.

Aplicación del fósforo granulado al suelo

La aplicación de la fuente de fósforo granular se debe realizar en forma localizada al pie de la planta. Debe aplicarse

a los 20 y 50 días después de la siembra y se debe tener en cuenta la época de emisión de raíces de la planta.

En el proceso, se aplican de 10 a 13 g por planta (780 kg/ha), en una población de 60.000 plantas/ha. Se deben tener en cuenta los resultados de los análisis de suelos.

Figura 21. Aplicación del fósforo a los 20 días después de la siembra en la base de la planta
Fuente: R. Saavedra y A. Quintero (2020).



La cantidad de fertilizante para aplicar por hectárea o por planta depende de:

- El análisis de suelo.
- El análisis foliar.
- El ciclo fenológico del cultivo.
- La frecuencia de aplicación.
- La programación por etapas fenológicas del cultivo.
- La densidad de siembra (número de plantas por área de siembra).
- El sistema de aplicación, con o sin riego y fertiirrigación, que depende del número de plantas por hectárea.

Requerimientos nutricionales de las plantas

Estudios sobre la extracción de nutrientes por la piña muestran la cantidad de elementos esenciales absorbidos por la planta para su crecimiento, desarrollo, mantenimiento y producción.

Tabla 2. Relación de extracción de N, P y K en piña para una población de 60.000 plantas/ha¹.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
720 kg/ha	240 kg/ha	720 kg/ha
1,0	0,3	1,0

Fuente: aptada de Rebolledo *et al.* (1998).

Fertilización foliar durante el ciclo vegetativo

La tabla 3 muestra la extracción de nutrientes (en gramos) por planta de piña MD2 por ciclos del cultivo para una densidad de 60.000 plantas/ha.

Tabla 3. Extracción de nutrientes por número de plantas por hectárea

Nutriente	g/planta	kg/60.000 plantas
N	12	720
P ₂ O ₅	4	240
K ₂ O	14	840
Ca	4,5	270
MgO	3	180
S	2,8	168
Fe	0,17	10,2
Cu	0,01	0,6
Mn	0,1	6,0
Zn	0,015	0,9
B	0,017	1,02
Mo	0,017	1,02

Fuente: adaptada de Rebolledo *et al.* (1998) y Ávila *et al.* (2018).

Siempre se recomienda realizar el análisis de suelos para determinar y planear la fertilización, el tipo de fertilizante que se debe aplicar y el plan por implementar. En piña, las fertilizaciones

1 Estos valores dependen del tipo del suelo y de la región agroclimática. Cada región o sitio específico debe estandarizar sus datos de extracción de nutrientes.

se aplican en su mayoría por vía foliar, de acuerdo con el ciclo fenológico del cultivo. Se deben realizar análisis foliares en las 3 etapas del cultivo, después de la siembra, es decir, a los 3, 6 y 9 meses. Estos resultados muestran los requerimientos nutricionales para ajustar el plan de fertilización y diseñar un cronograma de actividades de acuerdo con las necesidades del cultivo. Con el fin de mejorar el peso y la calidad de los frutos, se recomienda realizar, con intervalos de 10 días después de la inducción floral, 4 aplicaciones posinducción con fuentes de potasio (K), quelatos de calcio (Ca) y bórax (B).

Antecedentes relacionados con la inducción floral en piña

Los cultivos de piña presentan una alternancia discontinua de la floración; por lo tanto, y gracias al crecimiento y desarrollo desuniforme de las plantaciones, se prolonga el ciclo de producción

del fruto. Esto lleva a que las investigaciones realicen estudios dirigidos al mejoramiento genético para obtener, por medio de la selección clonal, variedades sin espinas, aumento de las densidades de siembra y los diferentes sistemas de cultivos.

La inducción floral

Anteriormente, se realizaba con aplicaciones de estimulantes como carburo de calcio, el cual mezclado con el agua produce hidróxido de calcio más acetileno.

Reacción química:



Luego, al aumentar la temperatura y presión del aire en un recipiente cerrado como las fumigadoras de espalda que se utilizaban para aplicar el producto, las moléculas del acetileno se expanden, formando una presión de los átomos y generando una explosión, por la que muchos operarios perdieron la vida en este procedimiento.

Tiempo de inducción floral (TIF)

En algunas variedades comerciales, como manzana, perolera y cayena, uno de los parámetros que se tienen en cuenta para determinar el TIF es el peso de la hoja D.

En el híbrido MD2 no se presenta una correlación directa. En este caso, solo se tiene en cuenta el peso promedio de la planta entre (3,2 y 3,5 kg).

El TIF está determinado por el ciclo de desarrollo vegetativo del cultivo, el estado nutricional, el aspecto fitosanitario, el peso y el tamaño del colino antes de la siembra, el peso de la planta al momento de la inducción floral y el porcentaje de floración natural en la piña MD2.



Figura 22.

Diferenciación de la floración 45 días después de la inducción floral

Fuente: H. D. Vásquez 2020.

Diferentes etapas en la formación de la inflorescencia

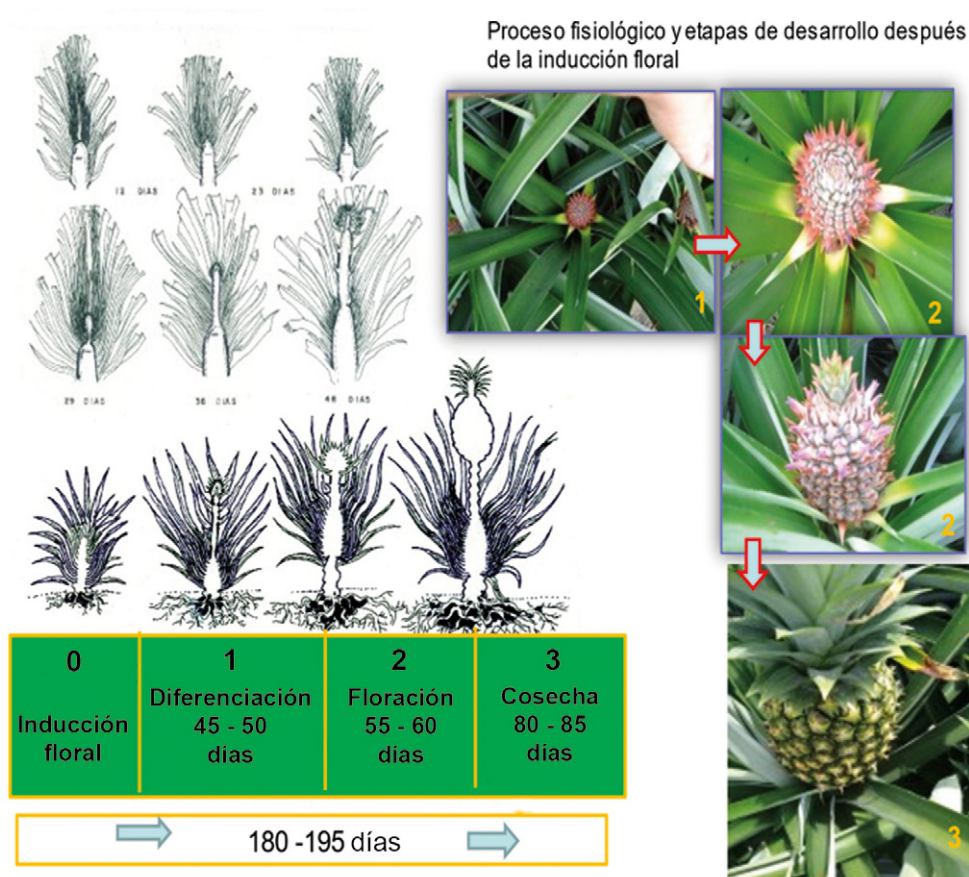


Figura 23. Diferentes estados del desarrollo de la inflorescencia de piña MD2

Fuente: H. D. Vásquez (2020).

Aplicación controlada del etefón

El etefón o ácido 2-cloroetil fosfórico tiene la siguiente fórmula química condensada: $C_2H_6ClO_3$.

Es una hormona natural, cuya actividad es estimular la inducción floral. Su ingrediente activo es el Ethrel y la fórmula química corresponde a 2 carbonos y 4 hidrógenos (C_2H_4).

Se recomienda aplicar de 2,4 a 3,0 kg/ha, en 3000 L de agua y 50 cm³ por planta, dirigidos al cogollo. La mezcla es de 160 a 200 cm³ de Ethrel por 200 L de agua, más 2 kg de urea. Se deben aplicar 50 cm³ por planta. El Ethrel se puede utilizar para “pintar” el fruto y así acelerar la maduración externa de manera uniforme.



Figura 24.
Aplicación de Ethrel
para la inducción
floral
Fuente: J. Canacuan
(2020).

Aplicación de Ethrel antes de la recolección de la cosecha

La piña es un fruto no climatérico y, según la tabla de maduración (que va del 0 al 6), el climaterio ocurre cuando llega a su madurez fisiológica 1, y se inicia un proceso de maduración externa producida por etileno. Las características de maduración interna no se afectan con el aumento de la maduración de color externo. Cuando se llega a los estados de maduración 5 y 6, los azúcares se desdoblán formando alcoholes. A partir del estado de maduración 5 la piña pierde su valor comercial (ver figura 26).



Figura 25. Floración prematura de colino basal después de la aplicación de Ethrel
H. D. Vásquez (2020).

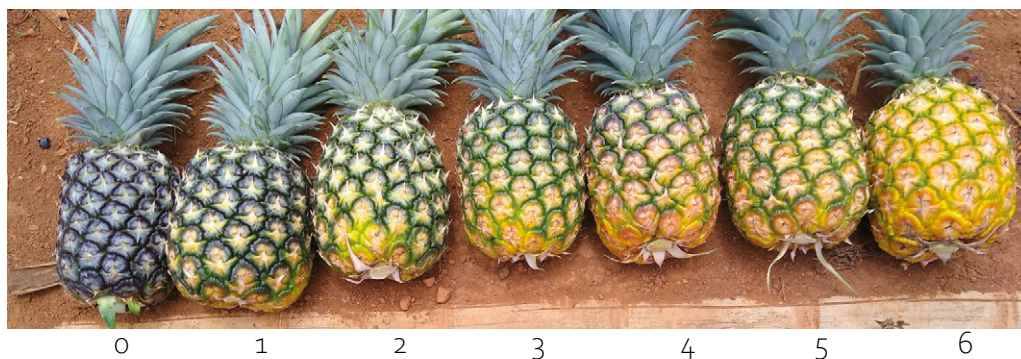


Figura 26. Escala de maduración de la piña MD2
Fuente: H. D. Vásquez (2020).

Antes de iniciar la cosecha, se debe definir el grado de madurez requerido, que depende del mercado objetivo. Al respecto, los estados de madurez 3 y 4 en la escala son los óptimos. Después de que el fruto ha pasado el estado 5, la fruta pierde su valor comercial, dado que los azúcares se desdoblán en alcoholes.

Los piñicultores realizan una práctica que consiste en acelerar la maduración o despigmentación externa del fruto aplicando Ethrel como madurante, lo cual



Figura 27. Floración prematura por residuos de Ethrel en los colinos
Fuente: R. Saavedra y A. Quintero (2020).

produce una desverdización rápida de la parte externa del fruto, con el fin de darle una apariencia de color para la demanda del mercado. La aplicación de esta hormona, en las plantas, acelera la diferenciación reproductiva en colinos pequeños.

Se recomienda realizar la recolección de colinos para nuevas siembras unos 60 días después de la aplicación del Ethrel con el fin de realizar una selección de semillas que no presenten floración prematura.



Figura 28. Floración prematura después de la siembra
Fuente: fotografía de H. D. Vásquez y R. Saavedra (2020).

Deficiencias nutricionales en piña

Las deficiencias nutricionales se presentan en el proceso de desarrollo y crecimiento de las plantas cuando estas requieren el elemento y no lo encuentran disponible. La planta continúa su crecimiento y desarrollo; por lo tanto,

la deficiencia aumenta, manifestándose externamente un daño o colapso en los tejidos y provocando desórdenes fisiológicos.

Los análisis foliares muestran las deficiencias críticas en las que puede encontrarse un elemento. Los análisis de suelos muestran el estado o contenido



Potasio



Magnesio



Fósforo



Zinc

Figura 29. Deficiencias nutricionales en piña MD2

Fuente: Py *et al.* (1987) y R. Saavedra (2020).

de los nutrientes disponibles. Siempre se deben realizar los análisis de suelos antes de establecer el cultivo y, periódicamente, los análisis foliares, cuyos resultados se deben correlacionar con los de suelos, para definir un diagnóstico de equilibrio y poder establecer un plan de fertilización.

Las deficiencias pueden corregirse cuando se detectan a tiempo, teniendo en cuenta que las aplicaciones foliares pueden resultar más eficientes (comunicación personal con Saavedra, 2021).

Plagas y enfermedades más limitantes en el cultivo de piña

Sinfilidos (*Hanseniella ivorensis*)

Los sinfilidos (*Hanseniella ivorensis*) son artrópodos habitantes naturales de suelo. Son de color blanco, por lo general; miden de 1,2 a 1,5 mm de longitud; poseen hasta 12 pares de patas y un par de antenas segmentadas. Las hembras colocan hasta 25 huevos en cada ciclo. Estos pueden durar hasta 60 días bajo condiciones favorables de temperaturas, no toleran la luz, su

aparato bucal está provisto de mandíbulas fuertes y pueden eliminar todo el sistema radical de la piña, causando lesiones en los tejidos corticales de los meristemos radicales y eliminando totalmente todas las raíces de anclaje, raicillas y pelos absorbentes. Las plantas afectadas muestran deficiencias nutricionales causando lesiones en los tejidos corticales y sus hojas se tornan flácidas, amarillentas y de un color rojizo. La planta puede sobrevivir epífitamente en la superficie del suelo por un tiempo hasta que muere. El síntoma principal para identificarlo es la forma que toma la raíz, llamado “escoba de bruja”.



Figura 30. Sinfilido adulto
Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2021).

Figura 31. Captura de sinfilidos durante el monitoreo de plantas con raíces afectadas

Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2021).



Cochinillas (*Dysmicoccus brevipes*)

Hemíptera

Son insectos que generalmente viven en las raíces, tallos, hojas y frutos de las plantas.

En piña, es una de las plagas de mayor importancia a nivel comercial, ya que afecta en todas las etapas de desarrollo del cultivo y puede causar pérdidas de hasta un 100% de la cosecha.

Son pequeños insectos blancos que se alimentan chupando la savia de la planta. Viven asociados en simbiosis con las hormigas de los géneros *Solenopsis* y *Pheidole*. Al mismo tiempo, transmiten el virus que produce la marchitez de la piña llamado

mal del Wilt. Este último se caracteriza por la presencia de una coloración amarillo-rojiza en las hojas de la planta y se manifiesta con un secamiento del ápice hacia la base de la hoja y un enrollamiento en los bordes más afectados. Generalmente, la planta afectada muestra crecimiento retardado, baja calidad del fruto y rendimiento.

El control de esta plaga resulta difícil y se debe desarrollar un plan de monitoreo permanente que abarque todas las etapas del cultivo, iniciando por el material de siembra, evitando el transporte de semilla infectada a las nuevas áreas de cultivo (comunicación personal con Saavedra, 2021).



Figura 32. Adulto de cochinilla alimentándose en la raíz de la planta
Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2021).



Figura 33. Mal del Wilt, transmitido por cochinilla en piña cayena
Fuente: R. Saavedra y H. D. Vásquez (2020).

Picudos en piña (*Metamasius dimidiatipennis*)

Coleóptera: Curculionidae

Estos picudos se han reportado como plaga limitante en el cultivo de piña. En sus estados larvales, atacan principalmente el tallo, formando galerías. Todo su ciclo biológico se desarrolla dentro la planta, pero la larva perfora el tallo y el fruto. Su estado larval puede durar 15 días.



Figura 34. Adulto de picudo en las galerías del tallo
Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2015).



Figura 35. Afección en el tallo y colinos axilares

Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2015).

Su ciclo biológico dura 120 días, 60 días en desarrollo larval y 60 días en adulto. Las larvas son ápodas, tienen 3 instares y los adultos ponen sus huevos en las axilas de las hojas.



Figura 36. Larvas ápodas y pupa

Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2013).

El control de este insecto debe realizarse con hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*. Trabajos de investigación centrados en este último han demostrado resultados muy importantes.



Figura 37. Adulto de picudo infestado por *Beauveria bassiana*

Fuente: H. D. Vásquez y Raúl (2013).

Thecla (*Strymon basiliades*)

Lepidóptera

El adulto es una mariposa de color gris claro y con el borde de las alas blancas. En la parte inferior de las alas posteriores se observan 2 puntos redondeados de color marrón y en las anteriores varios

puntos anaranjados. Sus alas son filamentosas y las larvas son aplanadas, de color salmón.



Figura 38. Adulto de thecla
Fuente: J. Canacuan (2021).

Las larvas crecen y se desarrollan dentro del fruto formando galerías. En la etapa inicial de floración y formación del fruto, se observan exudaciones gomosas de color café claro o amarillento, características que identifican los adultos. Su estado de pupa lo realizan en el envés de las hojas bajas y en el suelo, donde duran de 7 a 12 días. El ciclo biológico es de 24 a 36 días y está condicionado por las influencias climáticas.

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Quizás esta es una de las plagas limitantes en el cultivo de piña: ataca en el tiempo de diferenciación floral desde los 45 a 50 días después de la inducción y antes de la floración. Este último es el ciclo o el tiempo fenológico en el que se debe realizar el tratamiento, estableciendo un manejo integrado de plagas (MIP) por medio del control biológico con hongos entomopatógenos y biotrapas, y aplicando insecticidas u ovicidas que tengan un periodo de carencia no mayor a 15 o 20 días.



Figura 39. Exudaciones gomosas causadas por el daño del insecto
Fuente: D. J. Guerrero (2021).

Otras plagas en piña están reportadas en diferentes regiones productoras, algunas son nemátodos, grillos, ciertos vertebrados y la mosca de la fruta, registrada por primera vez en los Santanderes.

Enfermedades limitantes en el cultivo de piña

Pudrición del cogollo



Figura 40. Planta afectada por *Phytophthora*
Fuente: H. D. Vásquez y R. Saavedra (2020).

Es causada por *Phytophthora parasitica* y *Phytophthora cinnamomi*, las cuales pertenecen al reino protista, familia Pithiaceae. Son parásitos facultativos, su reproducción se da mediante zoosporas provenientes de esporangios. Posee mecanismos de

resistencia conocidos como clamidosporas. Ambos géneros causan pudrición del cogollo de la piña, pueden vivir por largos periodos en el suelo, actuando a nivel de la raíz, tallo, hojas y los puntos de crecimiento. La supervivencia es favorecida por la humedad del suelo. Los signos de la enfermedad se inician en la raíz de las plantas, en forma ascendente, invadiendo los tejidos del xilema y floema de las hojas y tallo hasta llegar al cogollo y causando necrosis blandas de color marrón oscuro que desprenden un olor característico por su respiración similar a la causada por algunos hongos saprófitos.



Figura 41. Desprendimiento de hojas basales con pudrición causada por *Phytophthora*
Fuente: H. D. Vásquez y G. M. Cobo (2020).



Figura 42. Daño causado por *Phytophthora* en cultivo de piña MD2
Fuente: G. M. Cobo N. (2020)

Las medidas de control deben ser preventivas, evitando el encharcamiento del suelo con adecuados drenajes, buena mecanización y desinfección de semilla de siembra. No se deben realizar siembras en suelos con pH mayores de 6,0 y, si se llevan a cabo, se debe manejar una fertilización a base de sulfatos para bajar el pH.

El uso de hongos entomopatógenos como *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp. han dado buenos resultados para el control del patógeno. Las aplicaciones de productos sistémicos como Fosetil-Al, fosfitos de potasio (K) y magnesio (Mg) han sido eficientes.

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Fusariosis



Figura 43. Fruto de piña MD2 momificado por *Fusarium* spp.
Fuente: R. Saavedra y G. M. Cobo (2020).

Es causada por *Fusarium* spp., un hongo del orden de los Hypocreales, filo: Ascomycota. Ha sido identificado en más de 10 países productores de piña. En Colombia, aún no ha sido reportado por el ICA, aunque se ha encontrado en regiones piñeras de las zonas de ladera. En plantas con síntomas de la enfermedad, se realizaron aislamientos y pruebas de

patogenicidad en el Laboratorio de Sanidad y Microbiología Agrícola de la Unal, sede Palmira, con el fin de establecer el diagnóstico y veracidad del problema.

Esta enfermedad afecta los cultivos de piña ocasionando pérdidas hasta del 80 %. Disminuye el desarrollo de las plantas y la formación de frutos en la fase temprana de producción.

La sintomatología se presenta con un desorden fisiológico en la filotaxia de crecimiento de la planta, deficiencia de raíces y frutos momificados de un color marrón oscuro. Otros síntomas específicos en las hojas son el crecimiento desordenado, el taponamiento de haces vasculares, la aparición de hojas cloróticas y retorcidas, y secamiento en forma descendente.

Para su manejo y control se deben realizar un plan de manejo integrado (mipe) desde la preparación del terreno, una fertilización, una selección y desinfección de semilla y una aplicación periódica de *Trichoderma sp.* y

Paecilomyces sp. Además, se debe evitar el encharcamiento de los lotes mediante suficientes drenajes. El control químico está orientado hacia la aplicación de productos como Prochloraz y Carbendazim.



Figura 44. Fruto momificado y hojas cloróticas de piña MD2 afectada por *Fusarium sp.*

Fuente: R. Saavedra y G. M. Cobo (2020).

Otras enfermedades

Se han encontrado daños producidos por la bacteria *Dyckeya sp.* Los síntomas que se presentan a nivel del crecimiento y desarrollo de la planta son necrosamiento y secamiento de las hojas más

tiernas. Las hojas afectadas se ven cloróticas y se doblan. Las aplicaciones foliares de productos sistémicos comerciales como sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina en dosis de 1 a 1,5 cm/L han reportado un efectivo control en plantaciones de piña MD2, aunque este híbrido es susceptible a este patógeno.



Figura 45. Síntomas de secamiento y necrosamiento del cogollo en piña MD2 causados por *Dyckeya* sp.
Fuente: G. M. Cobo (2020).

Costos de producción de piña MD2 por hectárea

Tabla 4. Costos de producción de piña MD2 por hectárea, año 2020

Cantidad: 55.000 plantas				
Referencia	Unidad	Precio por unidad	Cant.	15 meses
Mano de obra				
Limpieza de terreno	Jornal	\$ 40.000	40	\$ 1.600.000
Preparación del terreno	Horas	\$ 80.000	5	\$ 400.000
Aplicación de enmiendas	Jornal	\$ 40.000	4	\$ 160.000
Trazado, selección y desinfección de semilla, siembra	Contrato (por semilla)	\$ 25	55.000	\$ 1.375.000
Aplicación de gallinaza	Contrato (por planta)	\$ 3	50.000	\$ 150.000

Continúa

Aplicación fertilizantes (edáficos)	Jornal	\$ 40.000	15	\$ 600.000
Fertilización foliar	Jornal	\$ 40.000	30	\$ 1.200.000
Resiembra	Jornal	\$ 40.000	5	\$ 200.000
Control de malezas con herbicidas	Jornal	\$ 40.000	9	\$ 360.000
Control de malezas manual	Jornal	\$ 40.000	20	\$ 800.000
Inducción de la floración	Jornal	\$ 40.000	8	\$ 320.000
Manejo integrado de plagas y enfermedades	Jornal	\$ 40.000	45	\$ 1.800.000
Mantenimiento de acequias de ladera	Jornal	\$ 40.000	9	\$ 360.000
Cosecha	Contrato (por kg)	\$ 45	90.000	\$ 2.925.000

Total mano de obra \$ 12.250.000

Insumos

Semilla de piña MD2	Unidad	\$ 320	55.000	\$ 17.600.000
Correctivos (cal dolomita)	Kilo	\$ 250	1500	\$ 375.000
Urea	Kilo	\$ 1260	1250	\$ 1.575.000
MAP	Kilo	\$ 5000	50	\$ 250.000
10-30-10	Kilo	\$ 1626	1100	\$ 1.788.600
Sulfato de potasio	Kilo	\$ 1000	1540	\$ 1.540.000
Sulfato de magnesio	Kilo	\$ 2250	787,5	\$ 1.771.875
Sulfato de zinc	Kilo	\$ 7600	23,4	\$ 177.840
Bórax	Kilo	\$ 7600	23,4	\$ 177.840

Sulfato de hierro	Kilo	\$ 2600	40,5	\$ 105.300
Ácido cítrico	Kilo	\$ 7600	4	\$ 30.400
Fosetyl-rhodax	Kilo	\$ 48.120	30	\$ 1.443.600
Ridomil	Kilo	\$ 67.200	24	\$ 1.612.800
Vexter-clorpyrifos	Litro	\$ 36.112	56	\$ 2.022.272
Multibiol	Litro	\$ 5000	11,2	\$ 56.000
Gesapax	Litro	\$ 23.400	9	\$ 210.600
Karmex	Kilo	\$ 41.000	9	\$ 369.000
Fusilade	Litro	\$ 149.000	7	\$ 1.043.000
Ethrel	Litro	\$ 281.800	3	\$ 845.400
Prochloraz	Litro	\$ 135.000	3	\$ 405.000
Trichoderma	Kilo	\$ 10.000	6	\$ 60.000
Acolchado plástico		\$ 57	55000	\$ 3.135.000
Riego	Planta	\$ 151	55000	\$ 8.305.000

Total insumos \$ 44.899.527

Equipos y herramientas

Estudio de suelos	Unidad	\$ 150.000	3	\$ 450.000
Herramientas	Global	\$ 150.000	1	\$ 150.000
Estacionaria	Año	\$ 504.000	2	\$ 1.008.000

Total equipos y herramientas \$ 1.608.000

Continúa

Costos administrativos

Arriendo tierras	Global/ha	\$ 200.000	1	\$ 200.000
Asistencia técnica	Visita	\$ 300.000	12	\$ 3.600.000

Total costos administrativos \$ 3.800.000

Costo total final \$ 62.557.527

Costo por planta \$ 1137

Fuente: L. Mosquera, H. Vásquez, R. Saavedra (2021).

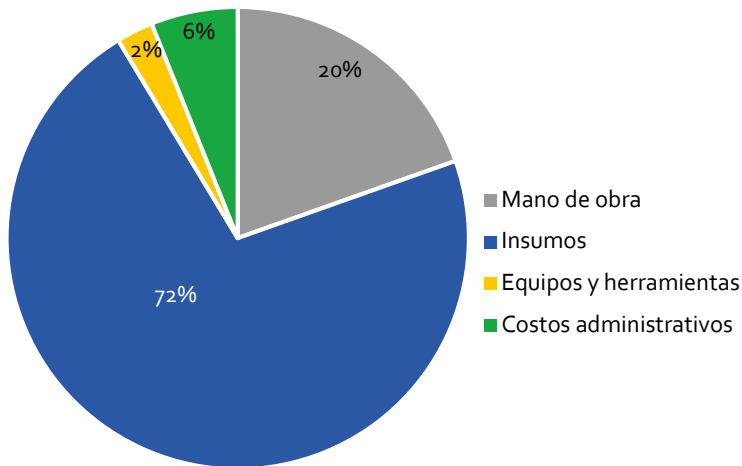


Figura 46.

Distribución en porcentajes de los costos por rubro

Fuente: L. Mosquera, H. D. Vásquez, R. Saavedra (2021).

Agradecimientos

Agradecimientos especiales a los profesores Carlos Germán Muñoz Perea, Héctor Fabio Ramos Rodríguez, John Albeiro Ocampo Pérez y Sandro Nolan Ipaz Cuastumal, de la Universidad Nacional de Colombia—Sede Palmira, quienes participaron como miembros del Comité Científico del Proyecto.

Referencias

- Avilán, L., Leal, F. y Bautista, D. (1992). Bromeliaceae. En: *Manual de fruticultura: Principios y manejo de la producción* (pp. 503-578). Editorial América.
- Burbano, H. y Silva, F. (2010). Ciencia del suelo: Principios básicos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Programa de desarrollo y diversificación de la zona cafetera. (1985). *El cultivo de la piña*. Produmedios. 19 p.
- Molina, E. (2020). Fertilización del cultivo de la piña. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. Mimeografiado. 29 p.
- Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2014-2015. Agricultura Sostenible. Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/3/i5754s/i5754s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (s.f). Medición de ángulos verticales y de pendientes. En Métodos Sencillos Para La Acuicultura—Topografía. Colección FAO capacitación. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/Index.htm
- Paul, R. E. y Chen, C. C. (2018). Postharvest physiology, handling and storage En: Sanewski, G., D. P. Bartholomew y R. E. Paul (eds.). *The pineapple, botany, produces and uses* (2.ª ed., pp. 295-323). Cabi Publishing.
- Py, C., Lacoeyuilhe, J. y Teisson, C. (1987). *The pineapple, cultivation and uses: Techni-*

- ques agricoles et productions tropicales*. Maisonneuve. 568 p.
- Quintero, V. L. (2007). Producción de piña (*Ananas comosus* L. Mer) en Colombia. *Boletín de sanidad vegetal* 53. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Rebolledo, M. A., Uriza, A. D. y Rebolledo, M. L. (1998). *Tecnología para la producción de piña en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap). 159 p.
- Saavedra, S. S. (2021). Comunicación personal. Palmira.
- Salazar, R., García, A., Serna, J. y Roa, M. (1994). *Piña: Técnicas de producción, áreas de cultivo y manejo de plagas*. Produmedios.
- Sanewski, G. M., Coppens d'Eeckenbrugge, G. y Junghans, D.T. (2018). Varieties and Breeding. En: Sanewski, G., D. P. Bartholomew y R. E. Paul (eds.). *The pineapple, botany, produces and uses* (pp. 42-84). Cabi Publishing.
- Serna, V. J. (1998). *El cultivo de la piña. Manual técnico*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Proexport Colombia.
- Sipes, B. y Matos, A. P. (2018). Pests, Diseases and Weeds. En: Sanewski, G., D. P. Bartholomew y R. E. Paul (eds). *The pineapple, botany, produces and uses* (2.ª ed., pp. 269-294). Cabi Publishing.
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (vol. II). Publicaciones de la Universitat Jaume I D. L., Universidad de California.
- Uriza-Ávila, D. E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortéz, V. H., Zetina-Lezana, R. y Rebolledo-Martínez, A. (2018). *La piña mexicana frente al reto de la innovación: Avances y retos en la gestión de la innovación*. UACH.
- Urrutia, Javier. (2005). Curso de Cartografía y Orientación. Primera revisión.
- Vásquez, H. D. (2019). Memorias de clase. Frutales tropicales. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

- Vásquez, H. D., Saavedra, R. (2012). Piña (*Ananas comosus* L. Meer). En: *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (1.ª ed., pp. 776-801). Produmedios.
- Vásquez-Jiménez, J y Bartholomew, D. (2018). Plant Nutrición. En: Sanewski, G., D. P. Bartholomew y R. E. Paul (eds.). *The pineapple, botany, produces and uses* (2.ª ed., pp. 175-202). Cabi Publishing.

Catalogación en la publicación **Universidad Nacional de Colombia**

Vásquez Amariles, Herney Darío, 1957-

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca / Herney Darío Vásquez Amariles [y otros tres]; colaboradores, Harold Mesa Meneses, Nazario Benalcázar Saa, Ana Milena Caicedo; fotografías, Herney Darío Vásquez Amariles [y otros seis]. — Primera edición. — Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2022.

52 páginas : ilustraciones (principalmente a color), diagramas, figuras, fotografías

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-794-818-9 (impreso). — ISBN 978-958-794-819-6 (e-book)

1. Piña — Producción — Valle del Cauca — Colombia — Proyectos 2. Piña — Variedades — Valle del Cauca — Colombia — Proyectos 3. Ananás comosus 4. Investigación agrícola para el desarrollo 5. Agricultura de montaña 6. Fruticultura I. Saavedra Ospina, Raúl II. Guerrero Cobos, Deisy Johanna III. Quintero Jiménez, María Alejandra IV. Mesa Meneses, Harold, colaborador V. Benalcázar Saa, Nazario, colaborador VI. Caicedo, Ana Milena, colaborador VII. Mesa Meneses, Harold, fotógrafo VIII. Cobo, Gloria Magali, fotógrafo IX. Canacuan Colimba, John Alexander, 1986-, fotógrafo X. Título

CDD-23 634.7745 / 2022

Sistema productivo de la piña MD2 en las zonas de ladera en el Valle del Cauca

Hace parte del Proyecto Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente.

Se editó en la Editorial Universidad Nacional de Colombia, en su composición se utilizaron caracteres Gobold y Corbel, formato de 16,5 × 17 centímetros. Se terminó de imprimir en Estudio 45-8 S. A. S., 300 ejemplares en propalcote de 90 g.

Se publicó en marzo de 2022
Bogotá, D. C., Colombia.

Este proyecto es financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías del Departamento Nacional de Planeación y tiene como objetivo beneficiar a los productores de las zonas de ladera del Valle del Cauca. Está orientado a incrementar la competitividad sostenible en la agricultura de ladera del Valle del Cauca, mediante procesos de investigación y desarrollo en los diferentes eslabones de la cadena productiva, que va desde la etapa inicial del cultivo hasta la etapa agroindustrial de los tres frutales seleccionados: piña MD2, aguacate Hass y mora de Castilla.



ISBN 978-958-794-818-9



9 789587 948189