

Plan de fertilización para la piña MD2 [*Ananas comosus* (L.) Merr.] en la zona de ladera del Valle del Cauca



Raúl Saavedra
Herney Darío Vásquez
John Alexander Canacúan
María Alejandra Quintero

Financian



Apoyan



Organiza



Plan de fertilización para la piña MD2 [*Ananas comosus* (L.) Merr.] en la zona de ladera del Valle del Cauca

Raúl Saavedra
Herney Darío Vásquez
John Alexander Canacúan
María Alejandra Quintero

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: 978-958-794-765-6
ISBN digital: 978-958-794-766-3

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
Juliana Monroy

Diseño de la colección y diagramación
Juan Carlos Villamil

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 Vázquez Amariles
Correo electrónico: ladera_pal@unal.edu.co
Página web: <https://ladera.palmira.unal.edu.co/>

Este documento hace parte de una serie de volúmenes estratégicos desarrollados en el marco de proyecto "Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente", financiado por el Sistema 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 Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, con ellos ni tampoco con otros que se excluyan.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier 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 difundir los resultados y conocimientos más relevantes a los que se llegó en las investigaciones desarrolladas en el marco del proyecto *Incremento de la competitividad y sostenibilidad en la agricultura de ladera en todo el departamento del Valle del Cauca, Occidente*. En el cual, de acuerdo con estudios realizados por Secretaría de Agricultura en el contexto del desarrollo del plan frutícola, fueron seleccionadas unas veintitrés especies frutícolas, de las cuales se priorizaron tres: piña, mora y aguacate, con el fin de realizar proyectos productivos. Estos proyectos se desarrollaron por medio de trabajos participativos de investigación, los cuales fueron analizados y seleccionados a

partir de los planes de estudio de las brechas tecnológicas, en los que participaron todos los actores de las cadenas productivas y cuyos resultados determinaron la selección de prioridades de investigación en temas específicos para cada uno de los cultivos. Los trabajos seleccionados estuvieron liderados por profesionales, jóvenes investigadores, estudiantes de maestría, estudiantes de doctorado y mediante convenios de cooperación con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), La Universidad del Valle (UNIVALLE) y La Universidad Nacional de Colombia. La edición de cartillas y otros documentos técnicos corresponden al cumplimiento de los compromisos y obligaciones, y a la presentación de los resultados obtenidos en las investigaciones participativas del proyecto.



Contenido

Presentación	3
La piña MD-2	7
Características botánicas de la piña MD2	8
Morfología	9
Requerimientos agroclimáticos de la piña MD-2	15
Funciones y deficiencias de los nutrientes en piña MD2	15
Herramientas e insumos requeridos para el desarrollo de la fertilización foliar	20

Prácticas agronómicas recomendadas para el desarrollo de un cultivo de piña MD2 en zonas de ladera	21
Protocolo para toma muestras de suelo, corrección del pH y aplicación de fósforo (P.)	22
Plan de fertilización foliar por ciclo vegetativo de la piña MD2 en la zona de lader.	24
Fertilización posinducción en piña MD2	35
Recomendaciones	37
Referencias	38

La piña MD2

La piña MD2 [*Ananas comosus* (L.) Merr.] pertenece a la familia bromeliaceae y es denominada piña gold o extra dulce. Esta variedad de piña es un híbrido desarrollado en Hawaii en 1970 para el mercado de fruta fresca por Del Monte (Industria de productos frescos Del Monte), es resultado del cruce entre los híbridos del PRI (Instituto de Investigación en Piña) 58-1184 y 59-443. La denominación MD2 se hizo en honor de Mary Dillard, esposa de un ejecutivo de Del Monte en Hawaii. Actualmente, esta variedad de piña representa más del 80 % del negocio de mercado de fruta fresca en el mundo. El cultivar MD2 originalmente fue seleccionado en 1973 como 73-114 y el parentage incluyó: *Smooth Cayenne*, *Smooth Guatemalan*, *Ruby*, *Queen* y *Perola*. La variedad MD2 fue comercializada desde 1996 por Del Monte, su primer comercializador, y 10 años después revolucionó el mercado de la fruta fresca. El fruto pesa entre 1,3 y 2,5 kg, es cilíndrico, hombros cuadrados, frutillos grandes, planos y brillantes, y piel de color amarillo naranja. La pulpa es amarilla, dulce, compacta y ligeramente fibrosa.

Plan de fertilización para la piña MD2 [*Ananas comosus* (L.) Merr.]
en la zona de ladera del Valle del Cauca



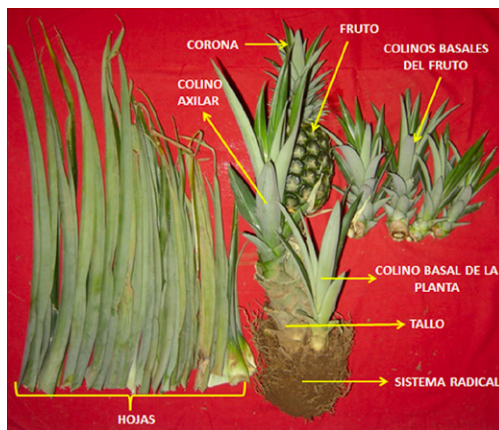
El fruto tiene alto contenido de azúcar (15-17%), 0,48% de acidez titulable, 8,5 mg/100 g de vitamina c y alto contenido de ácido ascórbico, aunque más bajo en acidez que el de la variedad Cayena lisa. Las hojas tienen espinas en las puntas y son de color verde sólido, sin antocianina y generalmente sin espina en los bordes. La variedad MD2 produce tanto como la Cayena Lisa, es altamente resistente a bronceamiento interno, muy susceptible

a las bacterias *Dickeya chrysanthemi* y *Phytophthora cinnamomi*, y de floración natural.

La piña MD2 fue introducida en Colombia en 2004 por la empresa privada y su explotación se inició con aplicación de tecnología desarrollada en el exterior. Contribuyó a la expansión del cultivo de la importación de semilla vegetativa de Ecuador y Costa Rica, la siembra de cultivos comerciales y la venta de semilla.

Características botánicas de la piña MD2

Figura 1. Estructuras morfológicas de la piña MD2.
Fuente: foto de R. Saavedra, H. D. Vásquez y J. Canacuan.



Morfología

La piña MD2 (*A. comosus*) es una planta herbácea, perenne, de la clase monocotiledónea y familia bromeliácea, cuya inflorescencia terminal origina un fruto múltiple denominado sorosis. Si bien existen más de 2000 especies, la única comestible es la *comosus*.

La planta adulta alcanza entre uno y dos metros tanto de alto como de ancho, tiene forma de trompo y presenta las siguientes estructuras morfológicas: raíz, tallo, hojas, pedúnculo, colinos, inflorescencia y fruto (ver figura 1).

Sistema radical

Figura 2. a) raíces secundarias o del suelo.
b) raíces axilares o adventicias extendidas alrededor del tallo.
Fuente: fotos de R. Saavedra.



Las *raíces del suelo* provienen de la base del tallo, tienen expansión lateral de entre 1 y 2 m, penetran hasta 80 cm del suelo, aunque la mayoría se encuentra a unos 30 cm, y absorben agua y nutrientes aplicados al suelo (ver figura 2 (a)).

Las *raíces adventicias* se desarrollan a partir de yemas axilares de las hojas basales. Estas se enrollan alrededor del tallo y forman un área importante para la absorción de agua y nutrientes asperjados en la parte aérea de la planta (ver figura 2 (b)).

En el sistema radical de la piña, la absorción de agua y nutrientes ocurre a través de pelos microscópicos. El color blanco de las puntas de las raíces se considera como un indicador de excelente desarrollo, es decir, de condiciones de humedad adecuada y apropiado manejo sanitario.

Tallo

El tallo tiene forma de mazo, entrenudos de entre 1 y 10 mm, y yemas aplanadas en las axilas de las hojas. También presenta

raíces adventicias desordenadas entre las hojas. Los meristemos originan de 40 a 45 hojas y constituyen la reserva principal de nutrientes. El cilindro central está formado por células parenquimatosas con abundante almidón y rafidios de cristales de oxalato de calcio (ver figura 3).



Figura 3. a) tallo en forma de mazo con raíces adventicias alrededor y yemas aplanadas. b) tallo en el que se muestra el cilindro central.

Fuente: fotos de R. Saavedra.

Hojas

En la piña MD2, el número de hojas varía entre 45 y 50, dispuestas en roseta y filotaxia de 5/13. Estas tienen forma de canalón, lo cual les permite recoger agua en la base de la roseta para que sea absorbida por las raíces aéreas o a través de la epidermis. Ambos lados de las hojas están cubiertos por tricomas, particularmente el envés y los ubicados en la base de las hojas absorben agua y soluciones nutritivas (ver figura 4).

Figura 4. Plantas de piña MD2 en las que se observa la forma acanalada que tienen las hojas.

Fuente: fotos de R. Saavedra y H. D. Vásquez.



Las hojas de la piña son categorizadas por su similaridad en tamaño y peso en los grupos: A, B, C, D, E y F, en los que cada categoría está representada por un manojo de tres hojas. El grupo de las hojas *D* agrupa las más largas de la planta.

Estas son las más jóvenes de las más adultas y son brillantes en la base. Con el tiempo, es práctica común aplicar el término *D* a una sola hoja, usualmente a la más alta de la planta (ver figuras 5, 6 y 7). Esta hoja es la más importante porque representa el estado nutricional de la planta con bastante seguridad, así como las necesidades en posinducción. Su peso no es referencia para realizar la inducción floral en la piña MD2.

Extracción de la hoja *D*

La extracción de las hojas *D* en las plantas de piña MD2 debe realizarse durante los 3, 6 y 9 meses después de establecido el cultivo. Para ello, debe recorrerse la plantación y tomar como referencia 50 plantas por hectárea. En las plantas de piña MD2, la hoja *D* corresponde a la hoja más joven de las más adultas. Su identificación se realiza uniendo con las manos todas las hojas del manojito que se origina en la parte media de la planta, el cual se

mueve hacia arriba hasta terminar en una hoja más larga, denominada hoja *D* (ver figura 5). La extracción se realiza de la siguiente manera: con la mano izquierda se sostiene el tallo de la planta hacia abajo, con la derecha se toma la base la hoja *D* y se y se mueve hacia los lados, al mismo tiempo que se hala hacia arriba (ver figura 6). A continuación, las 50 hojas se limpian con una servilleta y de ellas se toman 10 como muestra. Estas se pesan, se doblan y se colocan dentro de papel kraft. Después se diligencia el formato para el envío al laboratorio, donde se hará su análisis completo (ver figura 7). Los resultados del análisis de las hojas *D* son utilizados para realizar ajustes al plan de fertilización. La muestra tomada antes de la inducción floral aporta información para complementar la fertilización posinducción, la cual es requerida para mejorar el llenado y la calidad del fruto, en lo que principalmente intervienen K (potasio), Ca (calcio) y B (boro).

Figura 5.
Identificación
de la hoja *D*
en una planta
de piña MD2.
Fuente: fotos de R.
Saavedra y H. D.
Vásquez.



Nota. Se observa que todas las hojas de la planta se unen en un manojito que se origina en la parte media de la planta, el cual se mueve hacia arriba hasta terminar en una hoja más larga, denominada hoja *D*.

Figura 6.
Extracción de la
hoja *D* de una
planta de piña.
Fuente: fotos de R.
Saavedra y H. D.
Vásquez.



Figura 7. Muestra de hojas *D* dobladas y listas para empacar en bolsas de papel kraft y enviar al laboratorio.

Fuente: fotos de R. Saavedra y H. D. Vásquez.



Pedúnculo

El pedúnculo es la prolongación del tallo que se desarrolla cuando la planta ha terminado su crecimiento vegetativo en el cultivar MD2. Este es corto, por lo cual no es susceptible al vuelco.

Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga con 50 a 200 flores individuales. La flor es hermafrodita autoesteril.

Fruto

El fruto es un agregado de 100 a 120 frutillos denominado sincarpio. Después de que la antesis, el estilo, los estambres y los pétalos se marchitan, hacen parte del fruto la bráctea, los sépalos y el ovario.

Colinos

Corresponden al material de propagación proveniente de yemas axilares y se clasifican según su posición en la planta así: Basales del fruto, se desarrollan en la parte superior del pedúnculo, debajo del fruto y presentan una base curva; Axilares, provienen de la parte superior del tallo y tienen la base en forma de pico de pato; Basales de la planta, nacen en la parte subterránea del tallo y tienen raíces desarrolladas.

Corona

Está ubicada en la parte superior del fruto y corresponde al meristemo apical de la planta. Puede utilizarse como material de propagación.

Requerimientos agroclimáticos de la piña MD2

La piña MD2 es un cultivo tropical cuyo desarrollo y producción está determinado por los factores agroclimáticos que imperan en la región. A continuación se presentan los requerimientos de clima y suelo, y se describe su efecto sobre varios estados de la planta, como la morfología y el ciclo vegetativo, la diferenciación foliar, el rendimiento y la calidad del fruto (ver tabla 1).

Funciones y deficiencias de los nutrientes en la piña MD2

El estado nutricional de la planta de piña tiene bastante influencia sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad del fruto. Por ello, es necesario suplirla de todos los nutrientes en la cantidad y época apropiada. Se tiene en cuenta que la planta puede absorber los nutrientes por las raíces del suelo, las raíces adventicias y a través de las hojas. Por lo tanto, la definición del plan de fertilización requiere conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, funciones, síntomas de deficiencias o excesos de los elementos en la planta, así como los niveles críticos de referencia requeridos por ella (ver tabla 2).

Tabla 1. Requerimientos de clima y suelo de la piña MD2

Parámetros	Descripción
Altura (m s. n. m.)	Entre 0 y 1200 m s. n. m. En alturas superiores, las hojas reducen largo y ancho, el pedúnculo se alarga, el período vegetativo se prolonga y los frutos son pequeños, con frutillos salientes y puntiagudos, y más ácidos.
Temperatura	La temperatura debe oscilar entre 27 °C de día y 18 °C de noche. Temperaturas en la noche menores a 12 °C inducen floración natural cuando el mínimo peso de la planta es alcanzado. Crecimiento vigoroso, estimulado por exceso de nitrógeno y temperaturas cálidas, inhiben la floración.
Precipitación y sequía	Requiere de 1200 a 1500 mm durante el período vegetativo. En períodos secos, el ancho de las hojas, la rata de emergencia y el peso de sucesivas hojas *D* puede ser reducido. Sequía severa: el color de las hojas cambia de oscuro a verde pálido, amarillo pálido y, finalmente, a rojo. Las hojas se enroscan, pierden la turgidez, son débiles y el crecimiento cesa. No obstante, la sequía es reversible, cuando cesa las hojas que no se expandieron bien reinician su crecimiento, el ancho se incrementa y resulta una constricción en el punto en que se reinició la elongación.
Suelos	Franco arenosos o franco arcillosos, ricos en materia orgánica. Profundidad de 45 cm. Pendiente no mayor a 30 %. pH entre 4,5 y 5,5. Valores superiores a 5,5 favorecen la actividad de <i>Phytophthora</i> .
Luminosidad	1200 a 1500 horas luz por año. Baja luminosidad: las hojas se alargan, están erguidas y presentan color verde oscuro. Alta luminosidad: las hojas son de color amarillo o rojizo.
Humedad relativa (H. R.)	Le es favorable una H. R. del 80 %.

Fuente: Uriza-Avila, D.E. et al., (2018).

Tabla 2. Funciones y deficiencias de los nutrientes en el cultivo de la piña

Nutriente	Funciones y deficiencias
Nitrógeno	<p>Función: es requerido por la planta de piña en grandes cantidades, pero menos que el potasio, y es esencial para mantener altas tasas de crecimiento de la planta, así como para producir buenos rendimientos.</p> <p>Exceso: disminuye la inducción floral, aumenta frutos botella, alarga el pedúnculo, reduce la acidez y los grados brix, aumenta la concentración de nitratos, los cuales destruyen la capa de estaño de los envases en la industria procesadora.</p> <p>Deficiencia: hojas más viejas amarillentas y angostas (“encebolladas”), ausencia de hijuelos y frutos pequeños y coloreados.</p>
Fósforo	<p>Función: estimula el desarrollo de las raíces. Hace parte de los ácidos nucleicos y de la transferencia de energía durante la diferenciación floral y la floración.</p> <p>Es <i>esencial</i> para el desarrollo de la planta, pero en bajas cantidades.</p> <p>Deficiencia: follaje oscuro, verde azulado, ápices secos y hojas viejas, con las puntas secas de color marrón rojizo y estrías transversales.</p>
Potasio	<p>Función: el potasio, como el nitrógeno, es requerido en altas cantidades para sostener el desarrollo de la planta y del fruto.</p> <p>Deficiencia: fruto con bajo contenido de pulpa, pocos colinos, bajos niveles de azúcar, acidez, aroma y color pálido. El pedúnculo es débil y el diámetro es reducido, lo cual favorece volcamiento y golpe de sol. Hojas cortas y estrechas, de crecimiento reducido, con manchas necróticas. En el desarrollo temprano de la planta, las hojas son de color verde oscuro y estrechas, pero si la deficiencia es prolongada, se tornan amarillas. En posinducción es requerido y participa en llenado y calidad del fruto.</p>

Continúa

Nutriente	Funciones y deficiencias
Calcio	<p>Función: enmendar el pH del suelo y mantenerlo en 5,5, o más bajo, para limitar daño por <i>Phytophthora sp.</i> Es requerido en bajas cantidades, pero es demandado en los estados iniciales de crecimiento y en el momento de la diferenciación floral y el desarrollo del fruto. Hace parte y fortalece las membranas celulares, por lo que evita o reduce la translucidez en el fruto.</p> <p>Deficiencia: bajo crecimiento de la planta, sistema radical engrosado, menor número de hojas y de color verde grisáceas con bordes aserrados. Frutos siameses o más unidos a un solo pedúnculo. En posinducción es requerido para favorecer la rápida división celular y el crecimiento.</p>
Magnesio	<p>Función: es componente de la molécula de clorofila, participa en la fotosíntesis y en el crecimiento de la planta.</p> <p>Deficiencia: las hojas más expuestas al sol presentan clorosis ligera y predomina un color amarillo brillante en las hojas viejas o en las partes expuestas al sol. Sin embargo, ellas mantienen el color verde si la planta está a la sombra. La presencia de bandas verdes en que las hojas viejas son sombreadas por hojas jóvenes es síntoma característico de la deficiencia de Magnesio. Además, las plantas desarrollan un tallo corto y delgado, el sistema radical posee poco vigor y frutos con bajos niveles de acidez, azúcar y aroma. Su carencia es notable antes de la diferenciación floral. Si el problema no es corregido, todas las hojas pueden permanecer amarillas durante el desarrollo del fruto.</p>
Hierro	<p>Función: no se especifica en piña.</p> <p>Deficiencia: clorosis intervenal de las hojas jóvenes. Las venas de las hojas permanecen verdes, mientras que el área intervenal es de color verde-amarillento o amarilla. En deficiencias severas, presentan frutos pequeños, duros y rojizos y con grietas entre los frutillos. Las coronas presentan color amarillo claro o blanco cremoso.</p>

Continúa

Nutriente	Funciones y deficiencias
Boro	<p>Función: participa en la fotosíntesis, el metabolismo de ácidos nucleicos, la biosíntesis de carbohidratos, la síntesis de sacarosa, el transporte de azúcares, el metabolismo proteico y en la síntesis y estabilidad de las paredes y membranas celulares.</p> <p>Deficiencia: las hojas presentan coloraciones amarillas o anaranjadas, muerte de los ápices de las hojas más jóvenes y, en algunos casos, márgenes aserrados. En deficiencias severas, el punto de crecimiento muere, las hojas son rígidas y cortas y se desarrollan yemas laterales.</p> <p>Se evidencia que hay una interrelación entre boro y Calcio, porque en ambos casos el síntoma de deficiencia es la ruptura del desarrollo celular. Cuando falta boro en la planta, los frutillos son lustrosos y verdes debido a la ausencia de tricomas que los protejan de la radiación solar. Los frutos son pequeños y entre los frutillos, que toman la forma de pequeñas esferas, se presentan grietas que dan lugar a formaciones corchosas. La deficiencia de b se puede prevenir con la adición de 0,5 % de bórax en el momento de la inducción floral. También se recomienda en posinducción para garantizar mayor peso y calidad del fruto, pero con extremo cuidado, porque hay un margen muy estrecho entre suficiente y toxicidad.</p>
Zinc	<p>Función: no se especifica en piña.</p> <p>Deficiencia: el clúster central de las hojas jóvenes es curvo, se denomina "cuello de pato". La deficiencia en hojas viejas se exhibe por el desarrollo sobre la superficie de ampollas de color amarillo-marrón. La deficiencia es fácil de controlar con Sulfato de Zinc.</p>
Azufre	<p>Función: no se especifica en piña.</p> <p>Deficiencia: hojas de color amarillo limón brillantes y más anchas que las normales.</p>

Fuente: Vásquez-Jimenez, J y D. Bartholomew (2018).

Herramientas e insumos requeridos para el desarrollo de la fertilización foliar

La fertilización foliar de la piña requiere implementos y equipos adecuados para las aplicaciones en forma eficiente. Del mismo modo, es necesario mantener los insumos recomendados para piña en bodega, con los cuales se cumpla las normas de bioseguridad (ver figura 8 A y B).

- **Equipo de bioseguridad:** careta, guantes, tapabocas y delantal impermeable.
- **Equipo de trabajo:** balanza milimétrica, bomba estacionaria, bomba de

espalda de 20 l, canecas plásticas de 200 litros, baldes plásticos de 10 l, recipientes plásticos de 10, 25, 50, 100 cm³, machete con funda, carretilla, navaja, probeta plástica de 200 cc, mezclador de madera, manguera de 50 m.

- **Equipo para la aplicación foliar:** en el cultivo de piña, las aplicaciones foliares generalmente se realizan con bomba estacionaria, para mayor eficiencia en la aplicación y menor esfuerzo para el operario (ver figura 9).



Figura 8. A. Equipo de bioseguridad necesario para realizar la fertilización foliar.

B bodega para el almacenamiento de insumos.

Fuente: fotos de Canacuán (2021) y Delgado (2020).

Figura 9. Bomba estacionaria para la fertilización foliar.
Fuente: foto de R. Saavedra y M. A. Quintero.



Prácticas agronómicas recomendadas para el desarrollo de un cultivo de piña MD2 en zonas de ladera

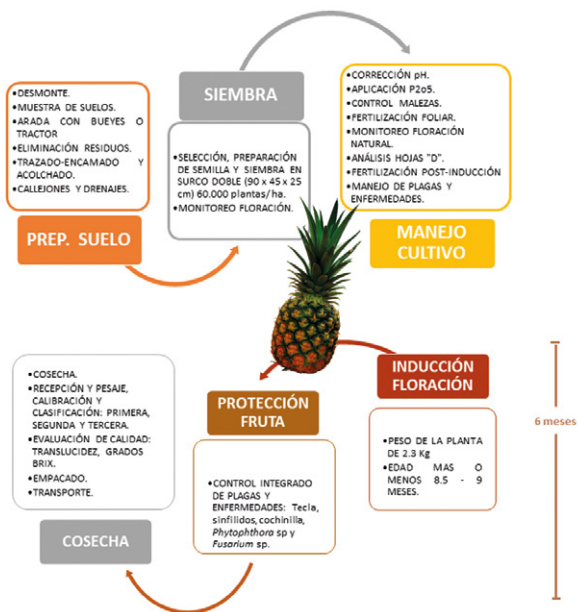


Figura 10. Esquema de labores recomendadas para el desarrollo de un cultivo de piña MD2 en zonas de ladera
Fuente: E. Molina, adaptado por M. A. Quintero y D. J. Guerrero.

Protocolo para la toma de muestras de suelo, corrección del pH y aplicación edáfica del fósforo

Toma de muestras de suelo

Una vez realizada la limpieza del lote, trazar dos líneas imaginarias norte-sur y oriente-occidente que se crucen en el centro formando una "X". Luego, a lo largo de cada intercepto, tomar 5 submuestras de suelo de 500 gr. Para ello, se debe limpiar con la pala o el palín la cobertura vegetal. Cuando se utiliza una pala para la toma de muestras, hacer, a unos 30 cm de profundidad, un hoyo en forma de "V" del ancho de la pala. Después, cortar una capa de suelo de entre 2 y 3 cm de grueso y del ancho de la pala a la profundidad del hoyo. Con el machete, eliminar el suelo que queda en los bordes de la pala, el resto se deposita en un balde plástico. En caso de utilizar barreno, la submuestra se toma directamente a la profundidad establecida. Las 25 submuestras se colocan sobre un

plástico, se extienden y de ellas se retiran todas las impurezas, como hojas, raíces y piedras, para luego homogenizarlas y tomar más o menos 1 Kg como muestra representativa para llevar al laboratorio, una vez empacada e identificada.

PH

Se tiene en cuenta que los suelos en que se cultiva piña en Dagua muestran un pH alrededor de 4,5. Para subirlo a 5,5 se recomienda aplicar entre 0,5 y 1,0 t/ha de cal agrícola, labor que debe realizarse, por lo menos, un mes antes de la siembra.

Aplicación de fósforo (p)

Teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de la piña, para estimular el desarrollo de las raíces se realiza la aplicación de fósforo a los 20 y 50 días

después de la siembra (ver figura 11), época en la cual la planta de piña emite la mayor cantidad de raíces.

El fósforo se puede utilizar en la proporción 10-30-10, a razón de 13 gramos/planta. El fertilizante se aplica directamente en el suelo, a un lado de la base de la planta, utilizando un tubo de PVC con su respectivo embudo (ver figura 11). El producto no debe quedar en contacto con las hojas de la planta porque puede quemarlas (ver figura 12).

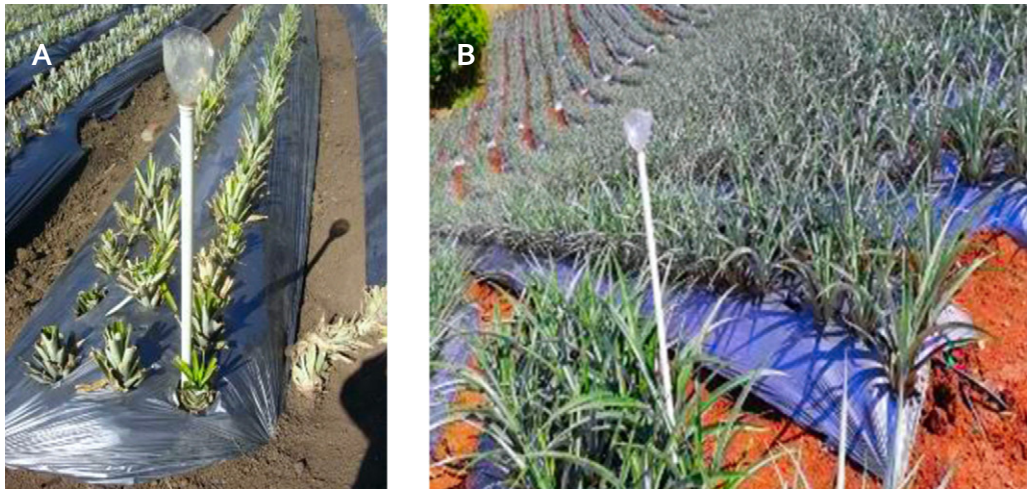


Figura 11. A. Aplicación de la fuente de fósforo (10-30-10) con el tubo de PVC y el embudo a un lado de la base de la planta en un cultivo con 20 días de desarrollo.

B. Aplicación del fertilizante en un cultivo con 50 días de desarrollo.

Fuente: fotos de R. Saavedra y H. D. Vásquez.

Figura 12.
Quemadura
por fertilizante
fosfórico
Fuente: foto de R.
Saavedra



Plan de fertilización foliar por ciclo vegetativo de la piña MD2 en la zona de ladera

El plan de fertilización foliar se basa en la extracción de nutrientes en gramos que realiza una planta de piña MD2. Para ello, se toma la información suministrada por GIP-INIFAP, en la que se presenta la extracción total de nutrientes en un ciclo productivo de 60.000 plantas de piña MD2. La demanda de

nutrientes requeridos por la planta se completa con fertilizantes comerciales. De los valores presentados en la tabla 3, se obtiene la siguiente descripción:

- a. Se muestra el número y la cantidad de nutrientes extraídos en gramos/planta y su conversión a kg/ha, tanto del nutriente como del fertilizante comercial aplicado. Los valores presentados son la base para elaborar el plan de fertilización para 60.000 plantas/ha de piña MD2, el cual puede ajustarse en cada una de las tres etapas de desarrollo.
- b. El plan se inicia con los resultados del análisis de suelo. Cuando se presenta un resultado de pH por debajo de 5,5, hay que aplicar cal agrícola para corregirlo.
- c. Respecto al fósforo (P_2O_5), si el análisis de suelo muestra un valor bajo de este nutriente con respecto a los requerimientos de la piña, entonces es necesario usar 780 kg del fertilizante (10-30-10). En estadios posteriores de desarrollo, los requerimientos se completan por vía foliar con fuentes solubles de fósforo, de acuerdo con los resultados de la hoja "D".
- d. No se aporta información sobre cantidades a aplicar de azufre (s), cobre (cu), manganeso (mn) y molibdeno (mo), pero de cada uno de ellos se emite la siguiente información:
 - La piña requiere bajas cantidades de s y la aplicación no es común, pues el azufre acompaña como ion a los sulfatos de K_2O o de Mg.
 - El Cu en suelos de ladera se encuentra en altas cantidades. Sin embargo, en caso de ser requerido, no se recomienda aplicar por vía foliar sales, porque causaría alta toxicidad en la piña.
 - Del Mn se reporta que la deficiencia en piña no es muy frecuente y que, en la mayoría de los casos, los síntomas no son específicos.

- Sobre Mo no hay reportes de síntomas visuales de deficiencia en piña, como tampoco alguna respuesta que limite el desarrollo de la planta.

Tabla 3. Nutrientes extraídos por planta, equivalencia en fertilizante comercial aplicado en gr/planta y total para 60.000 plantas/ha

Extracción de nutrientes			Fertilizantes a aplicar en gramos por planta		
Nutriente	g/Planta	kg nutriente/ 60.000 Plantas/ha	Fertilizante y %	g/Planta	kg fertilizante/60.000 Plantas/ha
N	12	720	UREA 46 %N	26	1560
P ₂ O ₅	4	240	10:30:10: 30 % P ₂ O ₅ (edáfico)	13	780
		45,7	MAP 61 % P ₂ O ₅	1,25	75
K ₂ O	14	840	Sulfato de K 50 % K ₂ O 17 % S	28	1680
CaO	6,3	378	Carbonato de Ca 45 % CaO	11,2	700
			Nitrato de Ca 26,5 % CaO	0,75	45

Continua

Extracción de nutrientes			Fertilizantes a aplicar en gramos por planta		
Nutriente	g/Planta	kg nutriente/ 60.000 Plantas/ha	Fertilizante y %	g/ Planta	kg fertilizante/60.000 Plantas/ha
MgO	3	180	MgSO ₄ 25% MgO 20 % S	12	720
S		168	No aplica		
Fe	0,17.	10,2	FeSO ₄ -7H ₂ O 25 % Fe 15 % S	0,68	41
Cu	0,01	0,6	No aplica		
Mn	0,1	6	No aplica		
Zn	0,1	6	ZnSO ₄ ·H ₂ O 25 % Zn 15 % S	0,4	24
B	0,038	2,3	Bórax 11 % B	0,346	21
Mo	0,017	1,2	No aplica		

Fuente: Uriza-Ávila, D. E. *et al.* (2018, p. 213).

Una vez definidos los nutrientes, se debe conocer el aporte del suelo para determinar las cantidades a aplicar en la etapa uno. En la tabla 4, el análisis de suelo, representante de la región, muestra el aporte de los nutrientes de este y, al mismo tiempo, arroja una recomendación de la cantidad de fertilizante a aplicar con base en la función del nutriente en el estado de desarrollo de la planta. Una función análoga juega el análisis de la hoja "b", cuyos resultados son utilizados para hacer ajustes en la fertilización.

Tabla 4. Recomendaciones para el plan de fertilización, se tienen en cuenta los resultados de una muestra de suelo de la región

Parámetro	Valor	Calificación	Recomendaciones
pH	4,5	Medio	Incorporar 700 kg/ha para subirlo a 5,5
Materia orgánica (%)	2,9	Medio bajo	Primera etapa: 5,4 kg no causan quemaduras en las hojas y son suficientes para participar en el crecimiento de la planta. Segunda etapa: 7,4 kg. Tercera etapa: 8 kg. Se incrementa para mantener una buena tasa de crecimiento y aportar al rendimiento. Aumentar o disminuir dependiendo del resultado del análisis de la hoja "b".
Fósforo (ppm)	8,9	Bajo	Primera etapa: 26 gr de 10-30-10 en dos aplicaciones acelera el desarrollo radical. Segunda y tercera etapa: aplicar 1 kg espaciado de MAP no induce deficiencias y es apropiado para la diferenciación floral y la floración. Tener en cuenta los resultados de la hoja "D" para aumentar o disminuir esta cantidad.
Potasio (ppm)	47	Muy bajo	Primera etapa: la aplicación foliar de 7 kg de sulfato de K es apropiada para corregir la deficiencia y contribuir al desarrollo de la planta. En segunda y tercera etapa: la dosis se incrementa para aportar al desarrollo de la planta y del fruto. Tener en cuenta los resultados de la hoja "*D*" para aumentar o disminuir esta cantidad.

Continúa

Parámetro	Valor	Calificación	Recomendaciones
Calcio (ppm)	1388	Medio	Dado el bajo requerimiento de este nutriente, 200 gr de nitrato de Ca en cada una de las tres etapas es suficiente para fortalecer las membranas celulares. En especial, del fruto. Observar resultados de la hoja "D".
Magnesio (ppm)	341	Medio	En las tres etapas , la variación de 3 a 3,5 kg de sulfato de Mg es suficiente para realizar fotosíntesis y participar en crecimiento de la planta. Observar resultados de la hoja "D".
Hierro (ppm)	59	Medio	En las tres etapas , una dosis constante de 180 gr evita deficiencias tempranas y favorece el desarrollo del fruto. Observar resultados de la hoja "D".
Zinc (ppm)	2,9	Bajo	En las tres etapas , una dosis alterna de 200 gr de sulfato de Zn evita deficiencias e incompatibilidad con el B. Observar resultados de la hoja "D".
Boro (ppm)	0,05	Muy bajo	En las tres etapas , una dosis alterna de 200 gr de bórax evita incompatibilidad con zinc y favorece actividad en procesos metabólicos. Observar resultados de la hoja "D".

Nota: Consultar los análisis foliares de la hoja D.

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Plan de fertilización foliar para la piña MD2 distribuido en tres etapas y 15 aplicaciones antes de la inducción foliar

El ciclo de desarrollo del cultivo se divide en tres etapas, las cuales se adaptaron del documento sobre fertilización de la piña presentado por el Ing. M.Sc. Eloy Molina, de la Universidad de Costa Rica (ver tabla 5).

Cada etapa consta de 5 aplicaciones de la mayoría de los productos, si bien se observa el incremento de algunos de acuerdo con el desarrollo del cultivo y la información aportada por el análisis de la hoja "D". La sumatoria de los valores de los fertilizantes de las tres etapas corresponde al total extraído por las 60000 plantas durante su ciclo productivo.

En la primera etapa (figura 13), la dosis del fertilizante se determina con base en la cantidad de nutrientes que extrae la planta y su disponibilidad en el suelo. De ahí que sea necesario solicitar el análisis por lo menos un mes antes de la siembra (ver tabla 6). En la segunda y tercera etapa, presentadas en las tablas 7 y 8, así como en las figuras 14 y 15, se tienen en cuenta los resultados del análisis de la hoja "D".

Tabla 5. Plan de fertilización foliar para la piña MD2 distribuido en tres etapas y 15 aplicaciones antes de la inducción foliar

Fertilizante	Primera etapa					Segunda etapa					Tercera etapa					Total (kg)
	N.o aplicaciones = 5 (frecuencia quincenal)					N.o aplicaciones = 5 (frecuencia quincenal)					N.o aplicaciones = 5 (frecuencia quincenal)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Urea	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	8	8	8	8	8	1560
MAP *					1	.	1.	.	1.	.	1			1		75
Sulfato K	7	7	7	7	7	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	8	8	8	8	8	1680
Nitrato de Ca*	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	45
Sulfato de Mg	3	3	3	3	3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	720
Sulfato de Fe	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	40,5
Sulfato de Zn	200		200		200		200		200		200		200		200	24
Bórax		200		200		200		200		200		200		200		21

Nota 1: Un mes antes de la siembra, la cal agrícola, como fuente de calcio y para subir el pH, se incorpora al suelo. La fertilización foliar se continua con nitrato de calcio.

Nota 2: El 10-30-10, como fuente de fósforo, se aplica a razón de 13 gr por planta a los 20 y 50 días de establecido el cultivo. La fertilización foliar se continua con MAP estándar, el cual contiene 61 % de P₂O₅, disuelve muy bien en agua y es compatible con los demás fertilizantes.

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Procedimiento para realizar las 5 aplicaciones foliares en cada una de las tres etapas

Con el propósito de conocer mejor el plan de fertilización foliar de la piña MD2, se presentan las tres etapas separadas en las tablas 6, 7 y 8, y se explica en forma clara el procedimiento que se va a realizar.

La fertilización foliar se inicia un mes después de establecido el cultivo y se realiza cada 15 días. Una hectárea utiliza 15 canecas de 200 l, y con una caneca se fertilizan 4000 plantas al asperjar 50 cm³ por planta (primeras cuatro aplicaciones, dosis de 40 cm³). Se agrega cosmoaguas como corrector del pH a razón de 500 gr por 200 l de agua y se mezclan muy bien los productos. En el caso del fertilizante urea, en la primera etapa se aplican: 5,4 kg x 15 canecas x 5 aplicaciones = 405 kg.

Si bien cada una de las 5 aplicaciones en las tres etapas presenta cantidades de fertilizantes predeterminadas, su función es guía para realizar la aplicación foliar. Al respecto, 5 días después de la aplicación número 5 de la primera etapa, número 10 de la segunda y 15 de la tercera, se toman muestras de hoja "D" y, a partir de los resultados, se hace el ajuste de la fertilización, sea aumentando o disminuyendo la cantidad predeterminada de uno o más productos.

Tabla 6. Primera etapa del ciclo vegetativo y 5 aplicaciones foliares

Fertilizante/ aplicación	Etapa 1 5 aplicaciones foliares y cantidad de fertilizante en 200 l					Requerimiento Total: kg* 5 Aplicaciones *3000 l:
Aplicaciones	1	2	3	4	5	
Urea (kg)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	405
MAP Estándar (kg)					1	15
Sulfato K (kg)	7	7	7	7	7	525
Nitrato de Ca (gr)	200	200	200	200	200	15
Sulfato Mg (kg)	3	3	3	3	3	225
Sulfato Fe (gr)	180	180	180	180	180	13,5
Sulfato Zn (gr)	200		200		200	9
Bórax (gr)		200		200		6
Agua (l)	200	200	200	200	200	15000

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Figura 13. Desarrollo de la plantación de piña MD2 dentro de la primera etapa del ciclo vegetativo como resultado de la fertilización foliar. Los responsables del proyecto con el productor están preparando las soluciones que se van a aplicar

Fuente: foto de R. Saavedra y H. D. Vásquez.



Tabla 7. Segunda etapa del ciclo vegetativo y cinco aplicaciones foliares

Fertilizante/ aplicación	5 aplicaciones foliares y cantidad de fertilizante/caneca					Requerimiento total: kg* 5 Aplicaciones *3000 l:
Aplicaciones	6	7	8	9	10	
Urea (kg)	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	555
MAP estándar (kg)		1		1		30
Sulfato K (kg)	7	7	7	7	7	555
Nitrato de Ca (gr)	200	200	200	200	200	15
Sulfato Mg (kg)	3	3	3	3	3	232,5
Sulfato Fe (gr)	180	180	180	180	180	13,5
Sulfato Zn (gr)	200		200		200	6
Bórax (gr)		200		200		9
Agua (l)	200	200	200	200	200	15000

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Figura 14. Desarrollo de la piña MD2 dentro de la segunda etapa del ciclo vegetativo como resultado de la fertilización foliar

Fuente: foto de R. Saavedra y H. D. Vásquez.



Tabla 8. Tercera etapa del ciclo vegetativo y cinco aplicaciones foliares

Fertilizante/ aplicación	Cinco aplicaciones foliares y cantidad de fertilizante/ caneca					Requerimiento total: kg* 5 Aplicaciones *3000 l:
	11	12	13	14	15	
Urea (kg)	8	8	8	8	8	600
MAP estándar (kg)		1		1		30
Sulfato κ (kg)	8	8	8	8	8	600
Nitrato de Ca (gr)	200	200	200	200	200	15
Sulfato Mg (kg)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	262,5
Sulfato Fe (gr)	180	180	180	180	180	13,5
Sulfato Zn (gr)	200		200		200	9
Bórax (gr)		200		200		6
Agua (l)	200	200	200	200	200	15000

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Ilustración 15. Plantas de piña MD2 en tercera etapa del ciclo vegetativo
Fuente: foto de R. Saavedra y H. D. Vásquez.



Fertilización posinducción en piña MD2

Cinco días después de la aplicación número 14, se toma la tercera muestra de la hoja “b” para envío al laboratorio. A partir de los resultados, se seleccionan los valores de K, Ca y B para realizar la aplicación de nutrientes en posinducción. Al mismo tiempo, se arrancan y se pesan 10 plantas. Si el peso promedio con el sistema radical es de 2,3 kg, se realiza la inducción floral (ver figura 16).



Figura 16. Plantas listas para ser pesadas y tomar la decisión acerca de iniciar la inducción floral.

Fuente: foto de R. Saavedra y H. D. Vásquez

Tabla 9. Fertilización posinducción floral en piña MD2, cuatro aplicaciones

Cuatro aplicaciones y cantidad de fertilizante por caneca					
Fertilizante	1	2	3	4	Requerimiento Total: kg* 4 Aplicaciones *3000 l:
Sulfato κ (kg)	4	4	4	4	240
Nitrato de Ca (gr)	300	300	300	300	18
Ácido bórico (gr)	50	50	50	50	3
Agua (l)	200	200	200	200	12000

Fuente: elaboración propia a partir de Molina, E. 2020 y los resultados de análisis de suelo y extractos, Cultivo de piña MD2, abril 2020. Laboratorio CampoLab. Interpretación Raúl Saavedra.

Procedimiento en posinducción

Del análisis nutricional de la hoja “D”, se toman principalmente K, Ca y B para definir las cantidades de fertilizante a aplicar. De todas maneras, es recomendable aplicar la mitad de las dosis utilizadas en la tercera etapa del ciclo vegetativo.

Cinco días después de la inducción floral, debe realizarse la 1 aplicación posinducción y, posteriormente, 3 más, con un intervalo de tiempo de entre 8 y 10 días, para completar 4 aplicaciones, las cuales garantizan aumento del peso y mejoramiento de la calidad del fruto.

Recomendaciones

1. El plan de fertilización expuesto en esta cartilla se basa en la extracción de los nutrientes para una producción estimada entre 80 y 90 t/ha, siempre y cuando los demás componentes de la producción sean aplicados oportunamente y en la cantidad necesaria.
2. En el plan de fertilización es requisito indispensable la toma de muestra de suelo y de la hoja “D”. Los resultados son utilizados para ajustar el plan de fertilización para cada una de las etapas de desarrollo y producción del cultivo, y luego para definir las cantidades de K, Ca y B en posinducción.

3. Puesto que la floración natural puede iniciarse desde los 5 meses de establecido el cultivo, se debe realizar un Manejo Integrado de Plagas (MIP) para el barrenador del fruto (*Strymon megarus*) y decidir la inducción floral cuando el cultivar alcance entre 25 y 30 % de floración natural.
4. Los nutrientes K, Ca y B aplicados en posinducción garantizan buen peso y buena calidad del fruto. El Ca es asociado como uno de los elementos que contrarresta la translucidez, pues evita el rompimiento de las membranas celulares.

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. De igual manera, a la profesional Ana Milena Caicedo en su rol de revisora técnica del Proyecto.

Referencias

- Avilán, L., Leal, F. y Bautista, D. (1992). "*Bromeliaceae*". *Manual de fruticultura, principios y manejo de la producción* (pp. 503-578). Tomo 1. 2da ed. Caracas: Editorial América.
- Bartholomew, D. P. (2018). "Crop Environment, Plant Growth and Physiology". G. Sanewski, D. P. Bartholomew and R. E. Paull (eds), *The Pineapple, Botany, Production and Uses* (pp. 105-142.). 2nd ed. Wallingford: Cabi Publishing.

- D'Eeckenbrugge, G. and Leal, F. (2018). "Morphology, Anatomy and Taxonomy". G. Sanewski, D. P. Bartholomew and R. E. Paull (eds), *The Pineapple, Botany, Production and Uses* (pp. 13-32). 2nd ed. Wallingford: Cabi Publishing.
- Molina, E. (2020). *Fertilización del cultivo de la piña*. San José: Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica.
- Py, C., Lacoevilhe, J-J. and Teisson, C. (1987). *The pineapple: cultivation and uses*. París : G.P. Maisonneuve et Larose.
- Quintero, V. L. A. (2007). Producción de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en Colombia. *Boletín de Sanidad Vegetal* (ICA), 53, 31 p.
- Rebolledo, M. A., Uriza, A. D. y. Rebolledo, M. L. (1998). *Tecnología para la producción de piña en México*. Veracruz: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap).
- Saavedra, S. S. (2021). Comunicación personal. Palmira.
- Sánchez, P. V y Caraveo, L. F. de J. (1996). El sistema productivo de piña en México: situación, tendencias, problemáticas y alternativas. Chapingo: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural-Universidad Autónoma de Chapingo.
- Sanewski, G. M., D'Eeckenbrugge, G. C. and Junghans, D. T. (2018). Varieties and Breeding. *The Pineapple, Botany, Production and Uses* (pp. 42-84). 2nd ed. Wallingford: Cabi Publishing.
- Serna, V. J. (1998). *El cultivo de la piña. Manual técnico*. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia-Proexport Colombia.
- Uriza-Ávila, D. E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortéz, V. H., Zetina-Lezama, R., y Rebolledo-Martínez, A. (2018). "La


- piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación". *Colección Trópico Húmedo* (pp. 212-215). Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Vásquez. H. D., Saavedra, R. y Saavedra, S. H. (2012). *Piña (Ananas comosus L. Merr)*. Fischer. G. (ED) Manual para el cultivo de frutales en el trópico. (pp 776-801). Primera Edición. Bogotá: Produmedios.
- Vásquez-Jimenez, J. y Bartholomew, D. (2018). "Plant Nutrición". *The Pineapple, Botany, Production and Uses* (pp. 175-202). 2nd ed. Wallingford: Cabi Publishing.

**Plan de fertilización para la piña MD2
[Ananas comosus (L.) Merr.] en la zona
de ladera del 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 x 17 centímetros. Se terminó de imprimir en XXXXX, propalmate de 115 g.

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

A photograph of three pineapples floating in clear water. The pineapples are green and yellow, with their spiky leaves visible. The water is dark blue, and the background is black. The pineapples are arranged in a diagonal line from the top left to the bottom right.

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 978-958-794-765-6



9

789587

947656