



# MANUAL TÉCNICO

## Cultivo Intensivo de Plátano Tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) para Altos Rendimientos

Alfonso Vargas Calvo  
2025

## Créditos

**Autor:**

**Alfonso Vargas Calvo**

Consultor en Cultivos Tropicales

**Revisado por:**

**Ariana Quirós Morera**

Programa Descubre - Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER)

## Dedicatoria del autor

A *Musa* L. por estar siempre presente en cada una de las letras y palabras que conformaron este documento.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE CUADROS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	13
<b>I CONSIDERACIONES MORFOLÓGICAS Y AGROFISIOLÓGICAS.....</b>	<b>17</b>
Descripción de la planta y sus componentes	
Importancia de la diferenciación floral o fase de transición	
Aspectos climáticos relevantes	
<b>II DECADENCIA DEL PLATANAL.....</b>	<b>20</b>
Causas	
Importancia	
Definición de estrategias productivas	
<b>III DIFERENCIACIÓN FLORAL.....</b>	<b>23</b>
Emisión foliar de acuerdo con el cultivar y la generación	
Identificación de la fase de transición	
Fase de transición de acuerdo con el cultivar y la generación	
Aspectos morfológicos de la base de los semilimbos	
<b>IV CULTIVARES.....</b>	<b>28</b>
Tipo Falso Cuerno de porte alto	
Curaré o Hartón, Dominico Hartón, Tallo Verde, Cóbano	
Tipo Falso Cuerno de porte bajo	
Curraré o Hartón, Planta Baja II, CEMSA, Doña María, Paredes	
Tonalidad de la pulpa (Cóbano, Tallo Verde, Doña María)	
Evaluación sensorial (Cóbano, Tallo Verde, Doña María)	
<b>V MATERIALES DE SIEMBRA.....</b>	<b>38</b>
Cormos	
Plántulas <i>in vitro</i>	
Hijos de espada en siembra directa	
Plántulas de rebrotes en bolsa de vivero	
Plántulas de reproducción rápida	
Estrategias sanitarias de manejo de semillas	
<b>VI MANEJO DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.....</b>	<b>45</b>
Traslado de nutrimentos madre-hijo	
Remoción o retención de brotes en la cepa	
Estructura y yemas del cormo	
Tipos de brotes o hijos	
Deshermane-deshija	
Herramientas para el deshermane	

<b>VII MANEJO PRECOSECHA DEL RACIMO .....</b>	<b>54</b>
Deschire	
Encinte	
Embolse	
<b>VIII DENSIDAD DE POBLACIÓN Y RESPUESTA DE CULTIVARES .....</b>	<b>65</b>
Alta vs. baja densidad de población	
Cultivar Dominico Hartón	
Cultivar Hartón o Curraré	
Distancias de siembra	
Arreglos espaciales	
<b>IX SUELOS, DRENAJES E IRRIGACIÓN .....</b>	<b>72</b>
Origen geológico de las zonas plataneras	
Características químicas	
Preparación del terreno	
Trazado hoyado y siembra	
Drenajes	
Irrigación	
<b>X NUTRICION MINERAL .....</b>	<b>84</b>
Etapas de crecimiento del cultivo	
Características químicas de los suelos de las zonas Oeste, Este y Sur	
Contenidos de Ca, Mg y K; balance de cationes	
Recomendaciones de fertilización	
Síntomas visuales de deficiencias de macronutrientes	
Síntomas visuales de deficiencias de micronutrientes	
Síntomas visuales de deficiencia de cationes de intercambio	
<b>XI RENOVACIÓN DE PLANTACIONES Y BLOQUES DE CULTIVO .....</b>	<b>95</b>
Desempeño de plantas renovadas	
Desempeño de plantas de sucesión	
Bloque de cultivo	
<b>XII PRINCIPALES PLAGAS PRESENTES .....</b>	<b>103</b>
Sigatoka negra	
Podrición bacteriana del pseudotallo	
Fusarium Raza 4 Tropical	
Nemátodos	
Picudo negro	
Taltuza	
<b>XIII COSECHA Y POSCOSECHA.....</b>	<b>134</b>
Requerimientos	
Normas de calidad	
Cultivares de mayor uso	

Cosecha y transporte  
Procesamiento y empaque  
Retardadores de maduración  
Mezclas fungicidas protectoras  
Monitoreo de temperatura en tránsito

**XIV GENERALIDADES ECONÓMICAS, DE RIESGO Y AMBIENTALES .....143**

Aspectos económicos  
Aspectos de manejo ligados

**XV CONSIDERACIONES ADICIONALES .....146**

Recomendaciones generales  
Aspectos de manejo importantes a considerar

REFERENCIAS ..... 148

ANEXO ..... 160

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales zonas de producción de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) en Costa Rica .....	14
<b>Figura 2.</b> Plantas de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) con sus racimos embolsados y mostrando todos sus diferentes componentes anatómicos externos.....	17
<b>Figura 3.</b> Planta excavada de <i>Musa AAA</i> de primera generación donde se aprecia: A- Cormo originalmente sembrado o primer cormo de donde se originan los brotes hermanos (B). Segundo cormo (C) y planta (D) formados a partir del cormo inicialmente sembrado (primer cormo) de donde emergen los hijos espada (F) y los hijos corona (G). Esta configuración es similar a la que presenta una planta de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) de esa misma generación. ....	18
<b>Figura 4.</b> Racimo pendular de plátano ( <i>Musa AAB</i> , tipo Falso Cuerno) del Fenotipo Hartón y sus componentes: A- Tallo floral o pedúnculo, B- Frutos verdaderos en hileras dobles de manos superiores (generalmente de la mano 1 a la mano 3). C- Frutos verdaderos en hileras sencillas de manos inferiores (mano 4 y siguientes en orden descendente). D. Eje de inserción de los residuos bracteales (raquis) con flores neutras o hermafroditas. ....	19
<b>Figura 5.</b> Meristemo vegetativo en el proceso de emisión foliar mostrando su ubicación en la base de la planta con una hoja emitida desarrollándose a través del pseudotallo. En ese mismo sitio basal ocurre la transición del meristemo foliar a reproductivo (floral) .....	22
<b>Figura 6.</b> A- Corte longitudinal de un pseudotallo mostrando una Inflorescencia desplazándose a través de este. B- Inflorescencia disectada del pseudotallo mostrando las mismas partes .....	23
<b>Figura 7.</b> Zona apical de plantas de primer ciclo de cultivo de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) del tipo Falso Cuerno: A- Meristemo apical vegetativo (1) cubierto por los primordios foliares (2). B- Meristemo apical en fase de transición (1) mostrando una posición ascendente. C- Meristemo apical reproductivo (1) con primordios de brácteas florales laterales (2) y primordios de frutos (3) en las axilas. Fuente: Vargas et al. 2015. <i>Agronomía Mesoamericana</i> 26(1): 1-10. ....	24
<b>Figura 8.</b> Variación morfológica en la etapa vegetativa de la base de los semilimbos (lóbulos) desde la última hoja emitida con ambos lóbulos aguzados (primera a la izquierda) hasta la primera hoja emitida con ambos lóbulos redondeados (última a la derecha).....	27
<b>Figura 9.</b> Racimos de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) representativos de los fenotipos Hartón (izquierda) y Dominico Hartón (derecha) mostrando para cada uno de ellos (indicado dentro de la elipse) el eje de inserción de los residuos bracteales. ....	31
<b>Figura 10.</b> Corte transversal de frutos de plátano de los cultivares (de izquierda a derecha): Cóbano, Tallo Verde 1 y Doña María mostrando el color de la pulpa. Fuente: Vargas y Flores. Datos sin publicar.....	34
<b>Figura 11.</b> Materiales de siembra en plátano ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón alto) del tipo Falso Cuerno evaluados (de izquierda a derecha): cormos, brotes de hijos de agua, plantas in vitro, hijos de espada con dos hojas verdaderas e hijos de espada con solo hojas filiformes. ....	38
<b>Figura 12.</b> Otros materiales de siembra en plátano ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón alto) del tipo Falso Cuerno (de izquierda a derecha): rebrotes de hijos de agua con eliminación total de hojas y raíces y parcial del pseudotallo en etapas iniciales de brotación y ejemplo de propagación mediante “reproducción rápida” artesanal. ....	38
<b>Figura 13.</b> Siembras de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) con plantas recién trasplantadas provenientes de: hijos de agua (izquierda) y de hijos espada (derecha) asperjadas con un protector solar. ....	44
<b>Figura 14.</b> A: Detalle de una planta de primera generación de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> ) con sus hijos seccionados para mostrar el cormo (primer cormo) original sembrado (elipse amarilla) y en una posición superior a éste el nuevo cormo emitido o segundo cormo (elipse naranja). B: Detalle de la conformación y posición de los brotes emitidos por la unidad de producción: 1-hermanos (cormo original o primer cormo), 2- espadas y 3- coronas (estos dos últimos del cormo nuevo o segundo cormo). ....	48
<b>Figura 15.</b> A: Planta un hijo de espada sin poda de hojas ni raíces sembrada directamente en el sitio de siembra que muestra la inserción de los hermanos (1) desde el cormo original (3) y la presencia de brotes espada basales (2) en el nuevo cormo emitido o segundo cormo (4). B: Planta de cultivo in vitro donde se observa la inserción de hermanos (1) y de brotes espada (2) emitidos a partir de un cormo único.....	48
<b>Figura 16.</b> Distribución de la floración en hijos de plátano ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón alto) originados de hermanos e hijos espada (ambos sucesores) provenientes de provenientes de una plantación de 2.500 plantas por ha. Fuente: Vargas et al. 1999a. <i>CORBANA</i> 25 (52): 165-172.....	50
<b>Figura 17.</b> Profundidad del brote hermano y la razón de la poca eficiencia del machete en eliminarlo junto con su punto de crecimiento. ....	51
<b>Figura 18.</b> Herramientas para la eliminación de hermanos: A- Ganso. B- Canfin inyectado en hijo sin podar. C- Sacabocado. D- Lanza. E- Macanilla (ubicación superior) y Ganso (ubicación inferior). ....	52

<b>Figura 19.</b> Unidad de producción de plantas de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) cv. Hartón de porte alto de primera generación con una secuencia de eliminación de brotes hermanos: A- Hermanos (primeros brotes emergidos) y macanilla (versión mejorada del “ganso” de deshermane). B- Inserción de la macanilla, rotura de la unión entre el hermano y el cormo y “apalancamiento” del hermano con el instrumento. C- Extracción manual del hermano. ....	53
<b>Figura 20.</b> Representación esquemática de tratamientos de desmane (eliminación de dos y tres manos verdaderas) en: A- racimos equivalentes (10 manos verdaderas) y B- la comparación de variables entre manos de igual posición en el racimo hasta la última mano sujeta a comparación (UMC). ....	54
<b>Figura 21.</b> Ejemplo de colocación y rotación de cintas por color (seis colores) y por semana para las estimaciones de cosecha. ....	58
<b>Figura 22.</b> Cultivares de plátano (presentados de izquierda a derecha) de los fenotipos Dominico Hartón ( <i>Musa AAB</i> , cv. Dominico Hartón) y Hartón o Curraré ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón). ....	66
<b>Figura 23.</b> Altas Densidades de población usadas en plátanos ( <i>Musa AAB</i> ) del tipo Falso Cuerno con éxito por agricultores: A- 2.500, B- 2.777, C- 2.900, D- 2.900, E- 3.077 y F- 3.086 plantas/ ha. ....	70
<b>Figura 24.</b> Principales zonas de producción de musáceas en el país. ....	72
<b>Figura 25.</b> Representación esquemática del talud adecuado: (a) suelo arcilloso consistente; (b) suelo arenoso suelto. Diagrama: Eduardo Soto. ....	77
<b>Figura 26.</b> Domos y su construcción: (a) vista en plano; (b) vista transversal. Diagrama: Eduardo Soto. ....	77
<b>Figura 27.</b> Plantas de plátano ( <i>Musa AAA</i> ) del tipo Falso Cuerno cultivadas en domos de reciente construcción con los síntomas propios de una toxicidad de Mn. Fuente: Vargas A. 2001. CORBANA 27(54):133-144. ....	78
<b>Figura 28.</b> Sistema de riego por gravedad o anegamiento. ....	79
<b>Figura 30.</b> Sistema de riego por goteo. ....	80
<b>Figura 29.</b> Sistema de riego por aspersión subfoliar. ....	80
<b>Figura 31.</b> Plantas de banano ( <i>Musa AAA</i> ) de subgrupo Cavendish con los síntomas propios de una toxicidad de B causado por una excesiva cantidad del nutrimento. Fuente: Vargas et al. 2007. Agronomía Costarricense 31(2): 21-29. ....	83
<b>Figura 32.</b> Comportamiento estacional de la absorción de N, en función del crecimiento, en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón o Curraré alto) provenientes de cormos. La letra A indica la floración, las letras B, C y D indican 4, 8 y 12 semanas después de la floración. Adaptado de Sancho (1999). Informaciones Agronómicas 36: 11-13. ....	84
<b>Figura 33.</b> Comportamiento estacional de la absorción de K, en función de su crecimiento, en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> , cv. Curraré Hartón alto) provenientes de cormos. La letra A indica la floración, las letras B, C y D indican 4, 8 y 12 semanas después de la floración. Adaptado de Sancho. 1999. Informaciones Agronómicas 36:11-13. ....	85
<b>Figura 34.</b> Deficiencias inducidas de: A- nitrógeno, B- fósforo, C- potasio, D- calcio, E- magnesio, F- hierro, G- zinc, H- manganeso, I- boro. Fuente: Vargas y Solís, P. 1998. CORBANA 23(50): 145-166. ....	91
<b>Figura 35.</b> Deficiencias simultáneas de: A- Ca y Mg, Ca y K, Ca, Mg y K; B- Mg y K. Fuente: Vargas y Solís. 1998. CORBANA 23 (50): 145-166. ....	92
<b>Figura 36.</b> Corrugamiento en hojas de plátano ( <i>Musa AAB</i> cv. Curraré Enano) causado por el Virus del Mosaico del Pepino (CMV) y exposición de la flor masculina o “chira” órgano de muestreo utilizado para estas determinaciones. ....	93
<b>Figura 37.</b> Levantamiento de cepa en plátanos del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón alto): A- planta renovada, B- unidad sucesoria originada de un hijo de espada y c- unidad sucesoria conformada por un brote hermano. Fuente: Vargas 2000. CORBANA 46(66): 81-96. ....	95
<b>Figura 38.</b> Secuencia de renovación total de plantación en plátanos del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> ): A- extracción del hijo (espada en este caso en siembra directa), B- colocación del hijo (sin poda o eliminación de raíces) en el hoyo de siembra del entresurco, C- llenado parcial del hoyo y listo para la aplicación de nematocida, D- hijo con poda parcial de hojas y aspersión de protector solar, E- llenado total de hoyo luego de la aplicación de nematocida, F- Entresurco renovado. ....	100
<b>Figura 39.</b> Ejemplo de plantaciones de plátano ( <i>Musa AAB</i> ) recientemente renovadas. ....	100
<b>Figura 40.</b> Plantación de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa AAB</i> , cv. Hartón de porte bajo) conformada en bloque de producción y proveniente de la siembra directa de hijos de espada sin poda de raíces. ....	101
<b>Figura 41.</b> Ejemplo de cronograma de siembras, cosechas y renovaciones en una hectárea de plátano bajo un sistema de bloques de producción, alta densidad de población y renovación total de la plantación luego de cada ciclo de cultivo. En color verde las siembras iniciales, la cosecha de los racimos en color rojo y la disponibilidad de semilla producida en color café. La renovación de cada una de ellas en color amarillo. ....	101
<b>Figura 43.</b> Estabilidad física de mezclas fungicidas para el combate de la Sigatoka negra: probetas izquierda y derecha con una estabilidad física pobre, donde los componentes se separan en capas. Probeta central con una estabilidad física adecuada donde los componentes se encuentran homogéneamente mezclados. ....	105
<b>Figura 44.</b> Planta afectada y síntomas de pudrición interna del pseudotallo causados por <i>Erwinia</i> spp. en plátanos del tipo Falso cuerno ( <i>Musa AAB</i> ). Nótese la necrosis de las hojas, el colapso del pseudotallo producto de la pudrición acuosa que debilita su parte central. ....	113
<b>Figura 45.</b> Expresión en plantas de banano ( <i>Musa AAA</i> ) del subgrupo Gros Michel de síntomas asociados con la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> Raza 1 en Costa Rica: A- Colapso del peciolo y agobiamiento, amarillamiento de las hojas basales (de mayor edad) a las hojas apicales (de menor edad). B- necrosis del sistema vascular y decoloración del rizoma. ....	116

<b>Figura 46.</b> Nematodos fitoparásitos: A- Hembra de <i>Radopholus similis</i> con estilete corto, vulva localizada a un 50-55 % y cola puntiaguda. B- Hembra de <i>Pratylenchus</i> spp. con estilete corto, vulva localizada a un 80-85 % y cola redondeada. C- Hembra de <i>Helicotylenchus</i> spp. en su típica forma de espiral, con estilete largo, vulva localizada a un 70-80 % y cola curvada. D- Hembra de <i>Meloidogyne</i> spp. con estilete delgado, cola puntiaguda (vulva no se observa). La flecha en cada nematodo, excepto para <i>Meloidogyne</i> spp., indica la posición de la vulva. ....	118
<b>Figura 47.</b> 1- Raíces de plantas de plátano ( <i>Musa</i> AAB) parasitadas por nematodos (A y B) y con daños por humedad (C) 1- Nótese en A y B el color pardo-rojizo y necrosis típico del daño causado por <i>R. similis</i> y <i>Pratylenchus</i> spp. 2- Raíces de <i>Musa</i> parasitadas con 70.000 <i>R. similis</i> en un área, seis meses después de una aplicación de nematicida. 3- Cormo de plátano parasitado por <i>R. similis</i> . Fotos: Randall Vargas. ....	118
<b>Figura 48.</b> Aplicación de nematicida a los “hombros” de un hijo de espada de plátano ( <i>Musa</i> AAB) en siembra directa.....	121
<b>Figura 49.</b> Secuencia de aplicación de nematicida en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB) con renovación frecuente de plantación: A- llenado parcial de hoyo con suelo, B- aplicación del nematicida granulada, C- llenado final de hoyo y D- compactamiento ligero del sitio de siembra para evitar depresiones en los que se deposite exceso de agua. ....	122
<b>Figura 50.</b> Rebrotos provenientes de “hijos de agua” de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB cv. Hartón de porte alto) sembrados en la bolsa sin tratamiento nematicida (inmersión) y a los cuales se asperjó con una solución de nematicida dos semanas después de la siembra. ....	123
<b>Figura 51.</b> Número de <i>Radopholus similis</i> en rebrotos de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB, cv. Hartón de porte alto) de vivero y aplicados con diferentes dosis (0, 1,5; 3,0 y 4,5 %) de <i>Vidate</i> Azul 24SL y diferente método de aplicación: A - aspersión al follaje, B - inmersión del cormo y C - aspersión al suelo.....	124
<b>Figura 52.</b> Plántulas de plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB, cv. Hartón de porte alto) sin aplicación (testigo) y con aplicación al suelo de la bolsa luego de su siembra como rebrote de una solución de <i>Vydate</i> <sup>®</sup> Azul 24 SL. (3,0 y 4,5%) al suelo de la bolsa, luego de su siembra como rebrote con una solución Nótese en las plantas aplicadas una mancha “aceitosa” en la vena central y la necrosis marginal en las hojas presentes de la planta, así como la ausencia de dichos síntomas en la nueva hoja emitida. ....	125
<b>Figura 53.</b> <i>Cosmopolitas sordidus</i> : A- larva, B- adulto y C- daño en el cormo. Fuente: C. Guillén. ....	126
<b>Figura 54.</b> A, B y C- Secuencia de la instalación de una trampa del tipo ‘cuña’ en conjunto con la aplicación del hongo <i>Bauveria bassiana</i> para el combate de <i>C. sordidus</i> , D- trampa tipo ‘galleta’, E-trampa tipo ‘cepa’ y F-trampa de pseudotallo. Fuente: C. Guillén. Com. pers. ....	128
<b>Figura 55.</b> Diferente tipo de trampas con feromonas de agregación ( <i>Cosmolure</i> <sup>®</sup> ) para el monitoreo del picudo negro en plátano del tipo Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB). Fuente: D. Cubillo. ....	129
<b>Figura 56.</b> Diagramas de dispositivos de captura: A- Trampa de anillo de acero flexible y vara erecta. B- Vista lateral de la instalación dentro del túnel. C- Trampa tipo ‘taltucera’ instalada dentro del túnel. Fuente: Vargas 2000. CORBANA S.A. Diagramas: Ing. Eduardo Soto.....	132
<b>Figura 57.</b> Diferentes modalidades de transporte del racimo cosechado de plátano desde el campo de cultivo hasta la empacadora. ....	136
<b>Figura 58.</b> Detalle (Izquierda) de una empacadora sencilla de procesamiento de plátano para exportación como fruta fresca y (centro y derecha) procesadoras de plátano (“pelado”) para uso industrial (sin cáscara)....	134
<b>Figura 59.</b> Desde de racimos de plátano en depósitos de agua como medio amortiguador para evitar daños mecánicos (importante para frutos destinados para la exportación como fruta fresca e inclusive proceso agroindustrial).....	137
<b>Figura 60.</b> Sección de empaque de una planta procesadora y producto terminado destinado como fruta fresca para exportación .....	138
<b>Figura 61.</b> Sección de empaque en bolsas plásticas para el empaque y de frutos sin cáscara (“pelados”) para proceso de industria y acopio de producto sin pelar (“verde”) en cestas plásticas también para uso industrial. .	137
<b>Figura 62.</b> SEstiba y tipo de transporte de producto en: A- cajas corrugadas (paletizadas) y B- bolsas plásticas en contenedores refrigerados.....	139
<b>Figura 63. A y B.</b> Comportamiento de la temperatura de transporte del fruto de banano de la finca al muelle de acuerdo con la unidad de almacenamiento y transporte en la zona Atlántica de Costa Rica. ....	142
<b>Figura 64.</b> Comportamiento de la temperatura de transporte del fruto de banano de la finca al puerto de destino mediante el uso de termosensores con frutos provenientes de la la zona Sur del país. ....	142

# ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Variables agroclimáticas para zonificación del cultivo del plátano (Musa AAB). 19  
Adaptado de Smith y Velázquez (2004)
- Cuadro 2.** A- Variables de producción de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno de porte bajo (cv. CEMSA) provenientes de plantas in vitro. B-Evaluación de nueve materiales de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno de porte alto y de porte bajo (varios) cultivados a partir de rebrotes sembrados en bolsas de vivero. 1/ Adaptado de Noceda et al. 2012. Scientia Horticulturae 146:65-75, 2/ Vargas et al. 2005 CORBANA 31(58):1-13 21
- Cuadro 3.** Fraccionamiento del número de hojas emitidas en plantas de plátano de segunda generación de porte alto y de porte bajo (segunda generación). Adaptado de Vargas et al. 2015. Agronomía Mesoamericana 26(1): 1-10. 24
- Cuadro 4.** Etapas fenológicas relacionadas con la diferenciación floral del meristemo (vegetativa, transición, reproductiva) y floración en plantas de primer ciclo de cultivo de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón) de porte alto. 1/ Hojas emitidas (emisión foliar) al momento de la disección. n: número total de plantas disectadas para cada emisión foliar. 2/ número total de plantas disectadas. nef: número individual de plantas para cada etapa fenológica. Fuente: Vargas et al. 2015. Agronomía Mesoamericana 26(1):1-10. 25
- Cuadro 5.** Relación entre la emisión foliar y la diferenciación floral en plantas de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno (cvs. Hartón de porte alto y de porte bajo). Fuente: Fuente: Vargas et al. 2015. Agronomía Mesoamericana 26(1): 1-10.26
- Cuadro 6.** Emisión foliar de nueve cultivares de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB) de porte alto y de porte bajo (generación sucesoria). Fuente: Vargas et al. (2015). Agronomía Mesoamericana 26(1): 119-128 28
- Cuadro 7.** Hojas a floración, a cosecha y días a la floración de siete cultivares de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno de porte alto y de porte bajo. Adaptado de Vargas 2005. CORBANA 31(58): 1-13. 29
- Cuadro 8.** Peso del racimo, número de manos y de frutos en siete cultivares de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno. Adaptado de Vargas 2005. CORBANA 31(58): 1-13. 30
- Cuadro 9.** Variables de crecimiento en fenotipos de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno. Fuente Vargas 2015. Cultivos Tropicales 36(2): 76-82 32
- Cuadro 10.** Variables de producción en fenotipos de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno. Fuente: Vargas 2015. Cultivos Tropicales 36(2): 76-82. 33
- Cuadro 11.** Variables de crecimiento a la floración en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar. 34
- Cuadro 12.** Variables de crecimiento a la floración en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar. 35
- Cuadro 13.** Dimensiones del fruto en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB). Adaptado de: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar. 35
- Cuadro 14.** Escala hedónica lineal, no estructurada (de 0: “me disgusta mucho” hasta 100: “me gusta mucho”) para la evaluación sensorial de productos a partir de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar. 37
- Cuadro 15.** Número de hojas, altura y grosor del pseudotallo y número de días a la floración en diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. Cultivos Tropicales 36(2): 76-82. 40
- Cuadro 16.** Número de hojas a la cosecha, peso del racimo y número de manos y frutos de diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. Cultivos Tropicales 36(2): 76-82. 40
- Cuadro 17.** Grosor (treintadosavos de pulgada) del fruto central de la fila externa (manos 1 a 6) en diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Adaptado de Vargas 2015. Cultivos Tropicales 36(2): 76-82. 41
- Cuadro 18.** Largo (cm de pulpa a punta) del fruto central de la fila externa manos 1 a 6 en diferen-

tes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82. 41

**Cuadro 19.** Peso del racimo, número de manos, número de frutos en la segunda mano y grosor y longitud del fruto central de la fila externa de la segunda mano en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón alto) de primera generación con remoción total o retención de uno o de todos sus hijos a la floración. Fuente: Vargas et al. 2005. *Scientia Horticulturae* 107: 70-75 46

**Cuadro 20.** Plantas caídas y con doblamiento del pseudotallo (%) causado por *Erwinia* spp. en plantas madre de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón alto) de primera generación con remoción total o retención de ninguno, de uno o de todos sus hijos a la floración. Fuente: Vargas et al. 2005. *Scientia Horticulturae* 107: 70-75 46

**Cuadro 21.** Relación del tipo de semilla de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) y el número y tipo de brotes emitidos, así como con la duración (días) del primero de ellos en alcanzar 0,80 m de altura. Fuente: Vargas 2018. *CORBANA* 44(64):61-70.

**Cuadro 22.** Crecimiento y peso del racimo de hijos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón alto) originados de hermanos e hijos espada (ambos sucesores) provenientes de una plantación de 2.500 plantas por ha. Adaptado de Vargas et al. 1999a. *CORBANA* 25 (52): 165-172. 50

**Cuadro 23.** Efectividad (%) de diferentes instrumentos usados para la eliminación de brotes hermanos en plantas de plátano (Musa AAAB, cv. FHIA-21) de primer ciclo de cultivo. Fuente: A. Vargas Datos no publicados 52

**Cuadro 24.** Comportamiento productivo de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB cvs. Hartón o Curraré Alto y Enano) de acuerdo con el tamaño del racimo y la intensidad de desmane (ID). Adaptado de Vargas et al. 1999b. *CORBANA* 25(52):129-142. 55

**Cuadro 26.** Variables de producción de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB cvs. Hartón o Curraré Alto) de acuerdo con el tamaño del racimo en plantas con y sin la retención de la inflorescencia masculina o chira y de la mano falsa. Adaptado de Vargas et al. 1999b. *CORBANA* 25(52): 57

**Cuadro 27.** Variables de producción de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón Enano) embolsados con fundas de polietileno de diferente color y densidad. Adaptado de Vargas et al. 2010. *Agronomía Costarricense* 34 (2): 269-285. 60

**Cuadro 28.** Crecimiento, productividad y consideraciones económicas en plátano de primer ciclo (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) sembrado en un arreglo tradicional de plantación en comparación con un manejo en alta densidad. Adaptado de Vargas 1994. *CORBANA* 19(42): 17-24. 65

**Cuadro 29.** Variables de crecimiento a la floración de dos fenotipos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cvs. Dominic Hartón y Hartón o Curraré) en baja (1.600 planta/ ha) y alta (2.500 plantas/ ha) densidad de población (primera generación). Fuente: Vargas 2020. *CORBANA* 46(66): 81-96. 67

**Cuadro 30.** Variables de producción a cosecha de dos fenotipos de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cvs. Dominic Hartón y Hartón o Curraré) en baja (1.600 plantas ha/) y alta (2.500 plantas/ha) densidad de población (primera generación). Fuente: Vargas 2020. *CORBANA* 46(66): 81-96. 68

**Cuadro 31.** Grosor<sup>1</sup> (treintaidosavos de pulgada) del fruto central de la fila externa en manos seleccionadas de dos cultivares de plátano (Musa AAB) sembrados en dos densidades de población. Fuente: Vargas. 2020. *CORBANA* 46(66): 81-96. 69

**Cuadro 32.** Largo<sup>1</sup> (cm de pulpa a pulpa) del fruto central de la fila externa en manos seleccionadas de dos cultivares de plátano (Musa AAB) sembrados en dos densidades de población. Fuente: Vargas 2020. *CORBANA* 46(66): 81-96. 69

**Cuadro 33.** Altas densidades de población y arreglos espaciales utilizados con éxito por diferentes productores de plátano (Musa AAA, cv. Curraré alto) en Costa Rica. Fuente: A. Vargas, A. Datos no publicados. 70

**Cuadro 34.** Talud de los canales de tierra según el tipo de suelo. Adaptado de Aguirre (1974). 76

**Cuadro 35.** Condición de desbalance catiónico (Ca, Mg, K) y requerimientos estimados por planta de N y K<sub>2</sub>O en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico. 86

**Cuadro 36.** pH, acidez, fosforo, micronutrientes y materia orgánica en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico. 86

- Cuadro 37.** Contenido de cationes cambiables (Ca, Mg y K) y sus equilibrios en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica. 87
- Cuadro 38.** Ejemplo de nutrición mineral (primera generación) en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico. 87
- Cuadro 39.** Ejemplo de nutrición mineral (sucesión) en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico. 88
- Cuadro 40.** Variables a la floración de crecimiento en unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos (generaciones) de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96. 96
- Cuadro 41.** Variables de producción de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96. 97
- Cuadro 42.** Número de frutos, grosor<sup>3</sup> y largo<sup>4</sup> en manos superiores seleccionadas de unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96. 97
- Cuadro 43.** Grosor<sup>3</sup> y largo<sup>4</sup> de manos inferiores seleccionadas de unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96. 97
- Cuadro 44.** Intervalos de tiempo (días) entre floraciones durante el desarrollo del cultivo en unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Vargas, A. 2000. CORBANA 44(66):81-96. 98
- Cuadro 45.** Distribución porcentual de fincas productoras de banano (Musa AAA) por zona de cultivo (Vertiente Atlántica y Pacífico Sur de Costa Rica) con relación al pH del agua de aplicación de agroquímicos basado en los rangos descritos por Voight (2014). Adaptado de Vargas et al. 2001. CORBANA 27(54):105-118. 105
- Cuadro 46.** Distribución porcentual de fincas productoras de banano (Musa AAA) por zona de cultivo (Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica) con relación a la dureza del agua de aplicación de agroquímicos basado en los rangos descritos por McDougal (2012). Adaptado de Vargas et al. 2001. CORBANA 27(54):105-118. 106
- Cuadro 47.** Fungicidas aprobados de uso más común contra la Sigatoka negra en el cultivo del banano<sup>1</sup>. Fuente: R. Villalta, M. Guzmán y G. Murillo, CORBANA. 107
- Cuadro 48.** Ejemplo de programa tentativo para el combate de la Sigatoka negra en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB) con orientación de su producción a la agroindustria. Fuente: I. Martínez, R. Villalta, A. Vargas y G. Murillo. CORBANA, S.A. 110
- Cuadro 49.** Ejemplo de programa tentativo para el combate de la Sigatoka negra en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB) con orientación de su producción a la exportación como fruta fresca. Fuente: I. Martínez, R. Villalta, A. Vargas y G. Murillo. CORBANA, S.A. 110
- Cuadro 50.** Productos comerciales usados para la fertilización foliar. Fuente: Secciones de Suelo y Fitopatología. CORBANA, S. A. 111
- Cuadro 51.** Desinfectantes y dosis recomendadas como seguras para desinfección de herramientas y pediluvios en la prevención de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical (Foc R4T). Fuente: Guzmán et al. 2018. CORBANA 44(64):1-8, 116
- Cuadro 52.** Características de nematicidas aprobados (excepto oxamyl) para uso en banano y plátano en Costa Rica. 119
- Cuadro 53.** Edad (semanas fisiológicas) y calibración o grosor de cosecha de plátano (treintaidosavos de pulgada) de acuerdo con el destino de la fruta. 134
- Cuadro 54.** Mezclas de fungicidas y las dosis según los días en tránsito de la fruta al puerto de destino (Villalta et al. 2021). 141

# INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano (*Musa AAB*) en Costa Rica está basado en el cultivar de porte alto del tipo Falso Cuerno denominado Curraré, conocido también en otros países como Hartón, Macho o Barraganete, propagado en la mayoría de los casos por cormos y, por cultivares de porte bajo también del tipo Falso Cuerno (Enano, Planta Baja II y CEMSA) originados por lo general a partir de plantas provenientes de cultivo *in vitro*. A estos cultivares mencionados pertenecen alrededor de un tercio de los plátanos y bananos de cocción (*Musa AAB*) sembrados en el trópico húmedo. Se estima que el país produce alrededor de 90.000 toneladas métricas de fruta correspondientes a un área de siembra de 9.500 hectáreas para un rendimiento anual promedio de 9.476 kg por ha. En Costa Rica la producción se distribuye tanto para el procesamiento industrial (45-55%), el consumo local (35-45%) y a la exportación como fruta fresca (5-10%). De acuerdo con PROCOMER (2024) el principal producto exportado de plátano a nivel nacional corresponde a las tajadas fritas (“chips”) con un 73% del total en el 2024. Otros productos incluyen las preparaciones de plátano frito (“patacones” y otras) con un 13% y el plátano fresco con un 8%.

La principal región productora es la Huetar Atlántica que representa más del 70% del área de cultivo del país. Le siguen la región Huetar Norte y la región Brunca con un 20% y las restantes regiones del país con un 10%. De la actividad, dependen más de 5.000 familias de pequeños y medianos agricultores y genera más de 15.000 empleos directos. Se estima un consumo por persona de 10 kg por año.

El clima de la vertiente Atlántica (Amador *et al.* 2013) no muestra a nivel mensual ningún período seco. Los meses con menor precipitación presentan de 50 a 100 mm, en casi todas las estaciones, lo que indica una región con buena capacidad hídrica. La precipitación acumulada disminuye, en términos generales, de noroeste a sureste a lo largo de la costa con los valores máximos de radiación solar durante los períodos de mínima precipitación. El ciclo de temperatura anual a nivel regional es consistente con el comportamiento de la precipitación y de la radiación.

De manera general (Vargas y Blanco 2004; Serrano *et al.* 2008) en la vertiente del Atlántico es posible definir cuatro períodos climáticos durante el año: 1- lluvioso y frío (noviembre, diciembre y enero) con una temperatura promedio de 24 °C y una precipitación acumulada de 830 mm, 2- seco y caliente (febrero, marzo y abril) con una temperatura promedio de 25,1 °C y una precipitación acumulada de 609 mm, 3- Lluvioso y caliente (mayo, junio y julio) con una temperatura promedio de 26,0 °C y una precipitación acumulada de 1.029 mm y 4- seco y fresco (agosto, setiembre y octubre) con una temperatura promedio de 25,8 °C y una precipitación acumulada de 690 mm. Los dos primeros períodos se consideran, al igual que para el banano (*Musa AAA*),

adversos para el crecimiento de la planta y el desarrollo del racimo, por lo que en adelante se identificarán como época climática adversa, mientras que los dos últimos, con mejores condiciones climáticas, se definirán como épocas favorables.

La región Sur muestra una distribución de lluvias muy diferente a la de las otras zonas plataneras, con un periodo seco de diciembre a abril, lo que en muchos casos hace necesaria la aplicación de riego para obtener una producción adecuada. En adición, el brillo solar es mayor que en el Atlántico, factor ventajoso en el incremento de la productividad.

Los suelos de la Vertiente Atlántica del país donde se desarrolla la mayoría del área de plátano presentan diferentes características fisiográficas y edáficas. Estas diferencias han conducido a la distinción de dos zonas conocidas como zona Oeste (suelos de origen volcánico) y zona Este (suelos de origen sedimentario). La separación natural de ambas la constituye el río Reventazón y el nombre de cada una se origina de la ubicación de éstas con respecto a este río (Jiménez 1972, Lara 1970). Los suelos sedimentarios del Sur del país se han formado de materiales muy similares a los de la zona Este Atlántica por provenir de las mismas formaciones geológicas de la cordillera de Talamanca y solo son diferentes con relación al clima (Fig. 1).



**Figura 1.** Principales zonas de producción de plátano (*Musa AAB*) en Costa Rica

Las nuevas tecnologías de producción en plátano, basadas en el uso de altas densidades de población y menos ciclos sucesorios de producción, han hecho posible para sus usuarios el logro de importantes incrementos de productividad y rentabilidad. En un mercado cada vez más exigente, ello representa la oportunidad de mejorar la competitividad del producto, con relación al

ofrecido por otros países de costos generalmente menores (Belalcázar 1991, Pérez 1994, Vargas 1994,1995).

La densidad de población es uno de los aspectos de mayor influencia sobre los rendimientos y la calidad de la producción, al igual que sobre la secuencia de las cosechas y la vida útil de las plantaciones. El aumento en la cantidad de plantas hace posible, sin menoscabo importante de las características de la planta (ciclo de vida) y del racimo (peso, manos y dimensiones del fruto) un considerable aumento de productividad con respecto al uso de bajas densidades, aspecto ya ampliamente investigado y validado en diferentes plantaciones plataneras de Costa Rica y el mundo.

La renovación de plantaciones está básicamente planteada en virtud del declinamiento productivo natural propio de la planta de plátano, cuya magnitud aumenta conforme aumentan los ciclos de cultivo en la misma unidad de producción y/o aspectos adversos de clima, así como deficiencias en el manejo agronómico. Además, en la plantación en sí, existe otro declinamiento productivo, provocado por un aumento de la cantidad de plantas atrasadas, caídas, débiles, así como la incidencia de plagas conforme aumenta el número de generaciones o ciclos sucesorios.

Los beneficios alcanzados por la disminución del costo y por el aumento en el ingreso por área, pueden ser fácilmente determinados, en aquellos agricultores y zonas donde el conjunto de estas estrategias de manejo ha sido incorporado. Por ello, el presente documento pretende poner al alcance del mayor número de interesados la base tecnológica de respaldo con que se han generado las diferentes modalidades o alternativas de producción para altos rendimientos en el cultivo del plátano.

Independientemente de todas estas consideraciones, es importante recalcar la gran diferencia que, en función del manejo agronómico de plantaciones existe entre el cultivo de plátano (*Musa AAB*) y el de banano (*Musa AAA*), así como el traslado arbitrario y muchas veces sin respaldo alguno, de tecnologías de producción generadas en función de este último. Estas diferencias estarían dadas básicamente por la pérdida de productividad natural de un ciclo sucesorio a otro que se da en la planta de plátano, aspecto que no ocurre en la planta de banano. De esa forma, mientras en plátano la primera cosecha es la mejor para luego declinar de manera natural con las sucesiones siguientes, en banano es todo lo contrario, con un aumento productivo natural y posterior estabilización en las sucesiones siguientes.

Es así como, en muchas plantaciones de plátano del país se aplican tecnologías basadas en aspectos de manejo bananero, básicamente por la consideración equivocada de que ambos cultivos se comportan de manera similar. También como consecuencia de la falta de conceptos de manejo generados específicamente para el plátano, así como al amplio respaldo tecnológico con que cuenta el cultivo del banano y que lo hace, erróneamente en muchos casos, referente para el cultivo del plátano. Esta influencia dada por dicho cultivo se proyecta en aquel personal que se traslada a laborar de una actividad a otra.

Estas consideraciones, cuyo respaldo y desarrollo se describen en este Manual pretenden fundamentalmente, ofrecer opciones y no “recetas” de manejo agronómico con las que guiar al productor en las nuevas tecnologías de producción de plátano para altos y sostenibles rendimientos en el tiempo.

# I-CONSIDERACIONES MORFOLÓGICAS Y AGROFISIOLÓGICAS

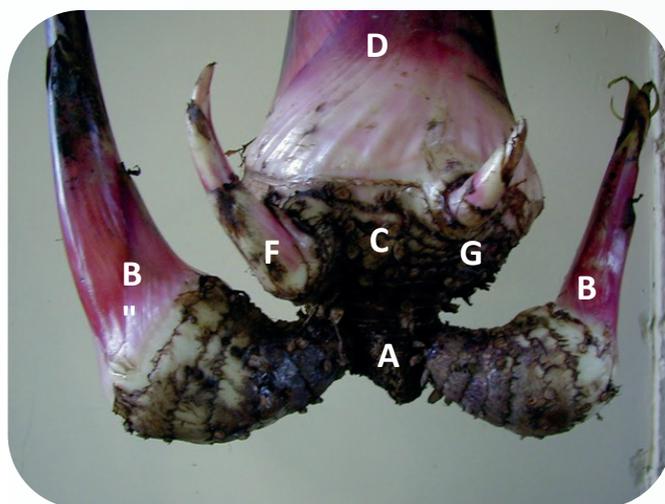
La planta de plátano (*Musa AAB*) está constituida por un tallo verdadero o cormo del cual emergen un sistema radicular superficial, yemas laterales con capacidad de producción de brotes y una yema apical o ápice, quién en su fase vegetativa origina a las hojas y en su fase reproductiva la inflorescencia. Adicionalmente desarrolla un tallo falso aéreo o pseudotallo formado por la unión de las vainas de las hojas y cuya función consiste en proporcionarle a la planta apoyo y conferirle la capacidad de almacenar reservas amiláceas e hídricas (Fig. 2). Asimismo, por su cavidad central emergen las hojas y la inflorescencia cuyo desarrollo dará origen al racimo.



**Figura 2.** Plantas de plátano (*Musa AAB*) con sus racimos embolsados y mostrando todos sus diferentes componentes anatómicos externos.

El cormo es la sección de la planta desde donde se emiten los brotes que darán origen por selección (deshija) a una planta sucesora. De la semilla sembrada inicialmente (primer cormo), se formará un segundo cormo joven y vigoroso. El primero de ellos emitirá brotes denominados como “hermanos” mientras que del segundo se desarrollaran hijos en niveles inferiores e intermedios conocidos como “espada” y en la sección superior conocidos como “corona”.

La configuración que se muestra en la Figura 3 ocurre solamente en plantas de primera generación, ya que, en las sucesiones posteriores, los brotes que ocurren son emitidos a partir de una planta con un cormo ya formado y por consiguiente no desarrollan brotes hermanos.

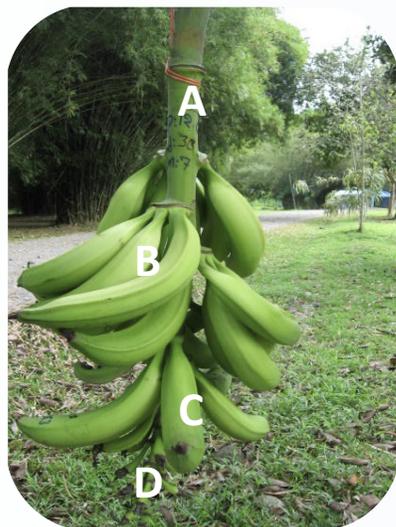


**Figura 3.** Planta excavada de Musa AAA de primera generación donde se aprecia: A- Cormo originalmente sembrado o primer cormo de donde se originan los brotes hermanos (B). Segundo cormo (C) y planta (D) formados a partir del cormo inicialmente sembrado (primer cormo) de donde emergen los hijos espada (F) y los hijos corona (G). Esta configuración es similar a la que presenta una planta de plátano (Musa AAB) de esa misma generación.

El inicio de la formación de las estructuras florales que darán origen al racimo, determinado por el cambio de la yema de vegetativa a floral se inicia en plátanos del tipo Falso Cuerno o Curraré cuando las platas han emitido de 23 a 27 hojas verdaderas (primera generación). Considerando arbitrariamente bajo condiciones tropicales húmedas una emisión foliar de aproximadamente una hoja por semana, el proceso de diferenciación floral se produciría en promedio de seis a siete meses posteriores a la siembra. En plantas de sucesión (segunda y más generaciones) ya a partir de la hoja verdadera 20, el 10% y el 60% de plantas del Curraré alto y Curraré Enano respectivamente, se encuentran en la fase de transición o diferenciación floral con el 100% de ellas en la hoja verdadera 24. Esto explica la mayor precocidad natural del cultivar enano sobre el cultivar alto (Vargas *et al.* 2015).

Problemas relacionados con un manejo inadecuado de la planta o con fenómenos climatológicos adversos, repercuten desfavorablemente en la calidad del racimo si su ocurrencia se efectúa antes o durante esta fase.

La emisión de hojas por la planta continúa hasta la producción de entre 38 a 40 hojas. En esta etapa, la planta sufre una serie de cambios fisiológicos internos que implican el cese en la producción de hojas y raíces. Una vez que aparece la inflorescencia por el boquete floral, las brácteas comienzan a abrirse exponiendo los frutos, que inicialmente apuntan hacia abajo y que posteriormente toman una posición inversa hacia arriba. Los frutos aparecen en hileras llamadas manos. El racimo presenta su conformación definitiva a las dos o tres semanas después que la emisión de la inflorescencia (Fig. 4).



**Figura 4.** Racimo pendular de plátano (*Musa* AAB, tipo Falso Cuerno) del Fenotipo Hartón y sus componentes: A- Tallo floral o pedúnculo, B- Frutos verdaderos en hileras dobles de manos superiores (generalmente de la mano 1 a la mano 3). C- Frutos verdaderos en hileras sencillas de manos inferiores (mano 4 y siguientes en orcen descendente). D- Eje de inserción de los residuos bracteales (raquis) con flores neutras o hermafroditas.

El plátano es una planta adaptada a regiones tropicales que poseen un clima húmedo y cálido. Se puede sembrar en zonas agroecológicas localizadas entre 30° de latitud norte y 30° de latitud sur. Su desarrollo se ve beneficiado en regiones que van desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altitud. En el Cuadro 1 se presentan las variables agroecológicas utilizadas en la zonificación de plátano.

**Cuadro 1.** Variables agroclimáticas para zonificación del cultivo del plátano (*Musa* AAB). Adaptado de Smith y Velázquez (2004)

Factor	Apto	Moderado	No apto
Altitud (msnm)	0-400	400-800	+ de 800
Temperatura (°C)	20-30	30-35	- de 20 y + de 35
Precipitación (mm anuales)	1.800-3600	1.200-1.800 3.600-4.600	-de 1.200 y + de 4.600
Viento (km/hora)	- de 15	15-30	+ de 30
Brillo solar (horas/día)	4-6	3-4	- de 3
Humedad (%)	70-80	80-90	+ de 90
Época seca (semanas consecutivas) <sup>1</sup>	0-4	4-8	+ de 8

1/ No considera irrigación

## II-DECADENCIA DEL PLATANAL

La reducción de la productividad que ocurre con el transcurso de las generaciones sucesorias de cultivo, después de la primera cosecha en la planta de plátano, es un aspecto ampliamente mencionado y discutido en múltiples documentos por diferentes autores (Swennen *et al.* 1984, Pérez 1994, Pantoja *et al.* 1995, Perea 2003, Vargas *et al.* 2005a) y básicamente referido en función de los cultivares del tipo Falso Cuerno o Curraré. Tiene un origen propio de la planta de plátano (natural) y otro inducido ocasionado por el manejo agronómico sucesorio en conjunto con la presencia de enfermedades y plagas a través del tiempo.

Dicha condición, de acuerdo con Aba *et al.* (2011) estaría relacionada con bajos niveles en el suelo de materia orgánica y con un incremento de la susceptibilidad al estrés biótico. También se ha sugerido, según Perea (2003), la probable relación de la decadencia productiva con la presencia del virus del mosaico del pepino (CMV), con el ataque de nemátodos e insectos barrenadores o con desbalances fisiológicos provocados por condiciones de estrés. También se ha relacionado su expresión con la distancia de siembra, en combinación con factores ambientales, así como la frecuencia y la dosis de insecticidas y fertilizantes (Pantoja *et al.* 1995) o por el envejecimiento paulatino de la plantación, debido a la mayor incidencia de plagas y enfermedades y a la exposición de las plantas a factores climáticos detrimentales (Pérez 1994).

Al respecto, Vargas *et al.* (2005, Cuadro 2) con material de siembra sano y desinfectado, sembrado en un suelo de alta fertilidad natural, conformado en domos y no cultivado antes con musáceas, bajo condiciones climáticas favorables durante todo el desarrollo de la plantación, así como con un adecuado manejo de la Sigatoka negra, nutrición mineral, con poblaciones promedio de nemátodos muy por debajo del umbral de daño, determinó que la decadencia productiva se manifestó básicamente como una reducción en el peso del racimo, así como en las dimensiones de los frutos. Esto, sin embargo, no fue vinculante con el número de manos, variable que al igual que el porte de la planta, por lo general aumentaron de la primera generación a la segunda.

Esta última particularidad podrá ser la causante del sesgo en que incurren algunos agricultores al afirmar erróneamente, basados en la determinación visual desde el suelo, donde aquellas plantas de segunda generación sucesoria más altas y con racimos de más manos, parecieran ser productivamente superiores sobre aquellas de primera generación.

Es así como el declinamiento productivo podría deberse a un comportamiento específico del genotipo o especie, ocasionado por la menor capacidad de formación de raíces en generaciones sucesivas, con respecto a la de bananos de postre, tal y como lo observaron Swennen *et al.* (1986) en cultivo hidropónico.

Bajo esta consideración la decadencia productiva se expresaría en la planta como una reducción paulatina en el peso del racimo, y en el número (manos) y dimensiones de sus frutos (decadencia productiva natural), mientras que en la plantación ocurriría un aumento acumulado en el tiempo, de la proporción de plantas muertas, débiles, enfermas o caídas, cuya magnitud estará en función del sitio de cultivo, de aspectos climáticos o de manejo agronómico (decadencia productiva inducida).

Debido a que esta condición aumenta en el Trópico conforme aumentan las generaciones sucesorias y a que probablemente, entre más marginales sean las condiciones de cultivo, mayor será su impacto sobre la producción, las estrategias de cultivo basadas en la renovación frecuente de la plantación en conjunto con el uso de altas densidades serían las opciones de manejo correctas para combatir el declinamiento productivo del platanal y a la vez mantener una alta productividad del área de siembra.

**Cuadro 2.** A- Variables de producción de plátano (*Musa* AAB) del tipo Falso Cuerno de porte bajo (cv. CEMSA) provenientes de plantas *in vitro*. B-Evaluación de nueve materiales de plátano (*Musa* AAB) del tipo Falso Cuerno de porte alto y de porte bajo (varios) cultivados a partir de rebrotes sembrados en bolsas de vivero. 1/ Adaptado de Noceda et al. 2012. *Scientia Horticulturae* 146:65-75, 2/ Vargas et al. 2005 *CORBANA* 31(58):1-13

Porte de la planta	Cultivares	Generaciones sucesorias de cultivo	Peso(kg) del racimo	Número de manos	Número de frutos	Fruto central de la segunda mano	
						Grosor (mm)	Longitud (cm)
Porte bajo <sup>1</sup>	CEMSA ¾ <sup>a</sup>	1	12,1	8,0	40,4	41,7	27,2
		2	9,9	7,4	35,8	41,9	25,0
Porte alto <sup>2</sup>	Varios <sup>b</sup>	1	18,7	6,8	40,5	47,6	28,1
		2	15,1	8,2	46,6	43,9	26,7
Porte bajo <sup>2</sup>	Varios <sup>b</sup>	1	16,8	8,0	46,9	44,7	26,4
		2	12,4	8,8	42,0	42,8	25,8

### III-DIFERENCIACIÓN FLORAL

La diferenciación floral es el proceso mediante el cual el meristemo vegetativo (Fig. 5) se transforma en reproductivo con el cese de la emisión de hojas y el inicio de la formación de las partes florales (racimo), fase o intervalo denominado también como de transición. Es importante que la planta cuente con las mejores condiciones de clima y manejo antes y durante esta etapa para garantizar una óptima expresión productiva.



**Figura 5.** Meristemo vegetativo en el proceso de emisión foliar mostrando su ubicación en la base de la planta con una hoja emitida desarrollándose a través del pseudotallo. En ese mismo sitio basal ocurre la transición del meristemo foliar a reproductivo (floral)

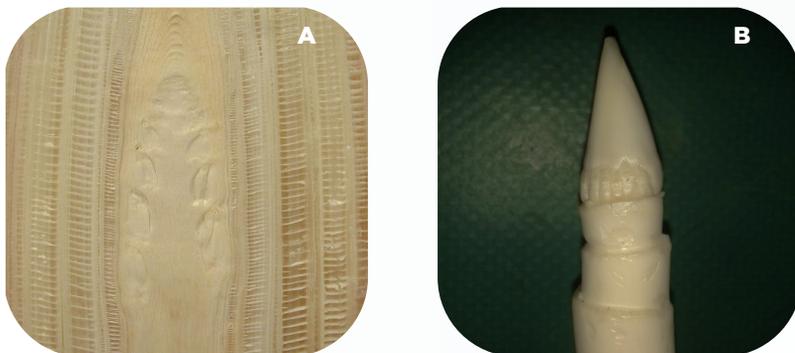
La consideración del proceso de diferenciación en virtud de los sistemas de producción intensivos de plátano basados alta densidades de población y renovaciones frecuentes de la plantación tiene alta importancia pues proveería una herramienta para lograr, dada la alta homogeneidad de plantación buscada, un manejo agronómico más eficiente y racional.

Para efectos de este documento y dado que las mediciones en tiempo están dadas en base a la emisión foliar (hojas emitidas), aspecto que brinda la real expresión fisiológica del comportamiento de la planta, sería posible extrapolar estas mediciones en hojas a tiempo (semanas) considerando de manera arbitraria la emisión semanal de 1,0 y de 1,5 hojas por semana en épocas adversa y favorable, respectivamente.

No se ha establecido de manera visual (Hernández *et al.* 2010, Vargas *et al.* 2015) cuando ocurre la transición floral dado que planta no manifiesta cambio

morfológico alguno en el exterior de la planta.

Con la diferenciación floral se inicia el crecimiento del tallo verdadero en cuyo ápice se encuentra la inflorescencia, la cual se traslada por el centro del pseudotallo hasta la parte superior de la planta (Figura 6) emergiendo como inflorescencia y posterior racimo.



**Figura 6.** A- Corte longitudinal de un pseudotallo mostrando una Inflorescencia desplazándose a través de este. B- Inflorescencia disectada del pseudotallo mostrando las mismas partes

Dada la importancia de este proceso de esta fase de transición o diferenciación se efectuaron diferentes estudios (Vargas *et al.* 2015) con el propósito de identificar en plátanos del tipo Curraré o Falso Cuerno (*Musa AAB*) la fase de transición del meristemo y su relación con la emisión foliar (definido con base a la emisión de solo hojas verdaderas) o con el posible cambio morfológico de los semilimbos o lóbulos de la hoja ya mencionado por Belalcázar (1991).

Los estudios se efectuaron tanto plantas de primera generación (solo emisión de hojas verdaderas durante su ciclo de vida) así como en plantas sucesorias (emisión de hojas filiformes y de hojas verdaderas durante su ciclo de vida), definiendo para el segundo ciclo como hojas verdaderas aquellas cuyo ancho en la parte central fue mayor de 10 cm (F10) y filiformes con un ancho menor al indicado.

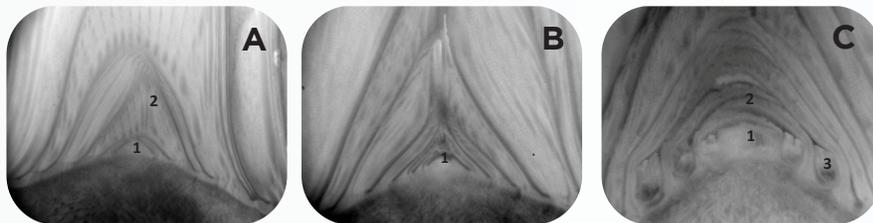
Este fraccionamiento de las hojas emitidas en plantas sucesorias (segundo ciclo de cultivo) indica de manera general un número de 10 a 11 hojas filiformes y de 28 hojas verdaderas para un total de 39 a 40 hojas totales, número similar tanto en plantas de porte alto (alto) como de porte bajo (enanos). Esta cantidad total de hojas emitidas por la planta, en contraste con la tasa ritmo de emisión, no sería afectada por las condiciones agroclimáticas ni por la altitud.

**Cuadro 3.** Fraccionamiento del número de hojas emitidas en plantas de plátano de segunda generación de porte alto y de porte bajo (segunda generación). Adaptado de Vargas et al. 2015. *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 1-10.

Porte de la planta	Hojas filiformes	Hojas verdaderas	Hojas Totales
Alto	10,5	28,4	38,9
Bajo	10,8	28,3	39,1

En un primer estudio con plantas de primer ciclo productivo y su posterior disección observación al microscopio, permitió identificar los cambios durante la fase de transición del meristemo y su evolución posterior.

El meristemo vegetativo se observó en la parte central del cormo de la planta, protegido por los primordios foliares envolventes en posición helicoidal (Fig. 7A). El meristemo vegetativo se observó por debajo o al mismo nivel que la base de los primordios foliares más próximos mientras que en la fase de transición comenzó a subir y tomar una posición superior a los primordios. En las plantas disectadas entre las hojas 23 a 27 se observó una elevación del punto central formando un cono o triángulo (Fig. 7B). En la fase reproductiva (hojas 28 y 29), el ápice floral se ubica en una posición central y superior sobre un cilindro de tejido de reserva del cormo, el cual se proyecta desde la base hacia el ápice (en forma acrópeta). A partir de ahí, el meristemo floral desarrolla de forma helicoidal las estructuras de la inflorescencia, caracterizadas por primordios de brácteas florales con flores en sus axilas (Fig. 7C).



**Figura 7.** Zona apical de plantas de primer ciclo de cultivo de plátano (*Musa* AAB) del tipo Falso Cuerno: A- Meristemo apical vegetativo (1) cubierto por los primordios foliares (2). B- Meristemo apical en fase de transición (1) mostrando una posición ascendente. C- Meristemo apical reproductivo (1) con primordios de brácteas florales laterales (2) y primordios de frutos (3) en las axilas. Fuente: Vargas et al. 2015. *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 1-10.

El meristemo en fase vegetativa se observó en el 100% de las plantas hasta la hoja 21 inclusive. A partir de esta hoja hubo en cada grupo de plantas una reducción de este porcentaje y un aumento paulatino en el porcentaje de aquellas donde se observó la fase de transición. El porcentaje predominante de plantas cuyo meristemo estuvo en fase vegetativa al momento de la disección a partir de la hoja 20 (100, 100, 85 y 60%) ocurrió hasta la hoja 23, respectivamente mientras que el mayor porcentaje de plantas cuyo meristemo

se observó en la fase de transición (40, 55, 60, 72 y 60%) ocurrió en las plantas disectadas a las 23, 24, 25, 26 y 27 hojas verdaderas, respectivamente.

Cuando ocurrió el cambio del meristemo de vegetativo a reproductivo, el desarrollo de la inflorescencia dentro del pseudotallo se observó en la mayoría de las plantas disectadas a las 28 y 29 hojas (72 y 90%, respectivamente). A partir de la emisión de la hoja 30 y hasta la hoja 33 esta condición de porcentual decreció con cada hoja emitida (de 95 a 55%). En las hojas 33 y 34 también se observaron las últimas inflorescencias en desarrollo, pero ya en una proporción menor (36 y 18%, respectivamente) del total del grupo de plantas extraídas. La emergencia de la inflorescencia por el boquete foliar se observó a partir de la emisión de la hoja 30 (5%) pero el porcentaje predominante se determinó a la emisión de las hojas 34, 35 y 36 (64, 82 y 100%, respectivamente), esta última correspondió en promedio (36,2 hojas  $\pm$  1,7) con la última hoja emitida (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Etapas fenológicas relacionadas con la diferenciación floral del meristemo (vegetativa, transición, reproductiva) y floración en plantas de primer ciclo de cultivo de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón) de porte alto. 1/ Hojas emitidas (emisión foliar) al momento de la disección. n: número total de plantas disectadas para cada emisión foliar. 2/ número total de plantas disectadas. nef: número individual de plantas para cada etapa fenológica. Fuente: Vargas et al. 2015. *Agronomía Mesoamericana* 26(1):1-10.

HE <sup>1</sup>	n <sup>2</sup>	Etapas fenológicas							
		Vegetativa (% de plantas)	nef <sup>3</sup>	Transición (% de plantas)	nef	Reproductiva (% de plantas)	nef	Floración (% de plantas)	nef
20	20	100	20						
21	13	100	13						
22	20	85	17	15	3				
23	10	60	6	40	4				
24	20	40	8	55	11	5	1		
25	20	35	7	60	12	5	1		
26	25	16	4	72	18	12	3		
27	20	10	2	60	12	30	6		
28	25	4	1	24	6	72	18		
29	20			10	2	90	18		
30	20					95	19	5	1
31	25					92	23	8	2
32	20					85	17	15	3
33	20					55	11	45	9
34	36					36	13	64	23
35	39					18	7	82	32
36	53							100	53



También, en plantas provenientes de hijos de sucesión (tercera generación) de los cultivares de Falso Cuerno o Curraré de porte alto y de porte bajo, se procedió a relacionar la emisión foliar con la diferenciación floral. El meristemo ya diferenciado se determinó a la emisión de la hoja 20 en un 10% en plantas del cv. de porte alto y en un 60% en las de porte bajo, con un 100% en ambos casos y con diferente magnitud de la fase reproductiva a partir de la hoja 24 (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Relación entre la emisión foliar y la diferenciación floral en plantas de plátano (*Musa AAB*) del tipo Falso Cuerno (cvs. Hartón de porte alto y de porte bajo). Fuente: Vargas et al. 2015. *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 1-10.

Etapa de disección (hojas emitidas)	n	Plantas en fase de transición o reproductiva (%)
<b>Hartón de porte alto</b>		
20	14	10
22	14	80
24	13	100
26	14	100
28	11	100
<b>Hartón de porte bajo</b>		
20	10	60
22	12	66
24	16	100
26	16	100

n= número de observaciones.

El inicio de la fase de transición en la hoja 20 con un mayor porcentaje de ocurrencia en el cultivar de porte bajo se podría relacionar con el mayor o menor ciclo de vida que muestran los diferentes cultivares de plátano y con la mayor precocidad del cultivar de porte bajo con respecto al de porte alto, aspecto ya señalado por Vargas y Guzmán (2001).

Considerando el número de hojas verdaderas que se determinaron en promedio a la floración en el Estudio I, tanto para los cultivares de porte alto como para los de porte bajo (28,3 hojas) en las plantas disectadas a 20 hojas, restarían 8,3 hojas para la emisión de la inflorescencia por el boquete foliar en el 90% de las plantas del cultivar alto y en el 40% del cultivar de porte bajo.

Este proceso de transición continuó en un porcentaje importante de plantas en la hoja 22 y en muchas de ellas se apreció como el meristemo floral había iniciado, en diferente magnitud, su recorrido a través del pseudotallo.

La relación de los cambios morfológicos en la base de los semilimbos de la hoja con la diferenciación floral, desde totalmente aguzados hasta totalmente redondeados ocurrió siempre con el meristemo, de acuerdo con la disección,

en fase vegetativa (Fig. 8). Este cambio inició en un 3,0% de las plantas en la hoja verdadera 4 y aún, a la emisión de la hoja verdadera 14, había todavía plantas (9,3%) iniciando el cambio morfológico del lóbulo. De acuerdo con este estudio y con otros similares (Hernández et al. 2010), la planta de plátano no manifiesta expresión visual externa alguna con respecto a la transición floral.



**Figura 8.** Variación morfológica en la etapa vegetativa de la base de los semilimbos (lóbulos) desde la última hoja emitida con ambos lóbulos aguzados (primera a la izquierda) hasta la primera hoja emitida con ambos lóbulos redondeados (última a la derecha).

## IV-CULTIVARES

En las zonas productoras de Costa Rica, el plátano (*Musa AAB*) es cultivado mediante el uso de materiales del tipo Falso Cuerno de porte alto conocidos como Curraré en el país o Hartón, Macho, Barraganete en otros países o de porte bajo denominadas como Enano o Planta Baja II en el exterior. Se utiliza indistintamente para el consumo local, la exportación de fruta fresca o el proceso industrial. La siembra de cultivares de porte bajo en especial cobra cada vez mayor importancia, en virtud de su uso también como fruta fresca exportable requerida por diferentes comercializadoras, principalmente transnacionales, o como materia prima para la industria de exportación o mercado local.

Además, están presentes introducciones de plátanos del tipo Falso Cuerno de porte alto (Dominico Hartón, Tallo Rojo, Tallo Verde y Maricongo), así como de porte bajo (Planta Baja II, CEMSA 3/4, CEMSA selección Doña María y Paredes). Estos en conjunto con los cultivares ya establecidos del tipo Falso Cuerno (Curraré alto y Curraré Enano) representan una valiosa fuente de germoplasma.

La emisión foliar en estos cultivares del tipo Falso Cuerno de porte alto y de porte bajo es similar, donde indistintamente de la variedad, el número total de hojas emitidas promedio durante la primera generación es de 39 a 40 hojas (todas verdaderas) mientras que en las siguientes generaciones sucesorias dicha cantidad se fracciona en 11 filiformes y 28 verdaderas (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Emisión foliar de nueve cultivares de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) de porte alto y de porte bajo (generación sucesoria). Fuente: Vargas et al. (2015). *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 119-128

Cultivar	Hojas filiformes	Hojas verdaderas	Hojas totales
		Porte alto	
Cóbano	10,6	28,4	39,0
Dominico Hartón	10,1	28,2	38,2
Hartón o Curraré	10,7	28,9	39,6
Tallo Rojo	11,0	28,8	39,8
Tallo Verde	10,1	28,1	38,2
Promedio	10,5	28,5	39,0
		Porte bajo	
Enano	10,7	28,5	39,2
Planta Baja II	10,9	28,0	38,9
Promedio	10,8	28,3	39,1

El crecimiento y la productividad de diferentes cultivares de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) tanto locales como introducidos ha sido estudiada para condiciones del país. En ellos, el número de hojas a floración y a la cosecha no varió entre los cultivares de porte alto con diferencias solamente en el número de días de la siembra a la floración (primer ciclo) donde los materiales Hartón y Tallo Rojo fueron los más tardíos. Los cultivares de porte bajo fueron similares entre sí (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Hojas a floración, a cosecha y días a la floración de siete cultivares de plátano (*Musa AAB*) del tipo Falso Cuerno de porte alto y de porte bajo. Adaptado de Vargas 2005. CORBANA 31(58): 1-13.

Cultivar	Porte de la planta	Número de hojas		Días a la floración
		Floración	Cosecha	
Primer ciclo de cultivo				
Cóbano		14,7	8,5	248
Dominico Hartón		14,4	8,4	238
Hartón		14,3	8,3	251
Tallo Rojo	Alto	14,1	7,8	256
Tallo Verde		14,8	8,0	240
Promedio		14,5	8,2	247
Enano	Bajo	14,5	8,7	245
Planta Baja II		14,5	8,3	253
Promedio		14,5	8,5	249
Sucesión				
Cóbano		13,6	7,3	222
Dominico Hartón		13,3	7,5	230
Hartón		13,7	7,3	231
Tallo Rojo	Alto	13,7	6,6	231
Tallo Verde		13,5	7,3	228
Promedio		13,6	7,2	228
Enano	Bajo	14,3	8,1	253
Planta Baja II		14,3	8,3	238
Promedio		14,3	8,2	246

El mayor peso del racimo y el mayor número de manos y frutos en los cultivares altos fueron producidos por los cvs. Cóbano, Dominico Hartón y Tallo Rojo mientras que el menor en la selección de Curraré Tallo Verde. No obstante, con excepción del Dominico Hartón, los frutos de éste primer grupo de cultivares fueron de menores dimensiones. Los cultivares de porte bajo no se diferenciaron entre sí para las variables de producción antes mencionadas ni para las dimensiones del fruto (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** *Peso del racimo, número de manos y de frutos en siete cultivares de plátano (Musa AAB) del tipo Falso Cuerno. Adaptado de Vargas 2005. CORBANA 31(58): 1-13.*

Cultivar	Porte de la planta	Peso (kg) del racimo	Número de manos	Número de frutos	Fruto central de la segunda mano	
					Grosor <sup>1</sup>	Longitud <sup>2</sup>
Primer ciclo de cultivo						
Cóbano		20,0	7,0	46,6	57,1	27,5
Dominico Hartón	Alto	20,3	7,1	43,3	61,2	27,9
Hartón		18,3	6,6	36,9	61,7	29,1
Tallo Rojo		20,9	7,5	55,2	54,7	26,4
Tallo Verde		18,4	6,8	35,8	61,6	29,0
Promedio		19,6	7,0	43,6	59,3	28,0
Enano	Bajo	17,4	7,9	47,6	56,9	26,0
Planta Baja II		16,1	8,1	46,1	55,7	26,7
Promedio		16,8	8,0	46,9	56,3	26,4
Sucesión						
Cóbano		17,5	8,9	59,8	53,0	25,1
Dominico Hartón	Alto	15,4	8,2	48,6	54,7	26,4
Hartón		14,6	7,9	40,6	57,3	28,1
Tallo Rojo		15,1	8,2	59,2	50,9	23,6
Tallo Verde		15,1	8,3	39,4	57,7	28,3
Promedio		15,5	8,3	49,5	54,7	26,3
Enano	Bajo	11,5	8,6	41,0	53,5	25,0
Planta Baja II		13,3	9,0	42,9	54,2	26,6
Promedio		12,4	8,8	42,0	54,0	25,8

1/ Mediciones realizadas en mm y presentadas en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 2/ cm de pulpa a pulpa.

De acuerdo con los valores del cuadro anterior, fue posible agrupar dichos cultivares en función de las características del racimo y de sus frutos. Bajo esta consideración fue posible identificar y evaluar dos grupos.

El primero de ellos se conformó por plantas de racimos de menor peso, con menos manos y frutos, pero estos últimos de mayores dimensiones y que se denominó fenotipo Hartón. El segundo grupo con racimos de mayor peso, más manos y frutos, pero éstos últimos de menores dimensiones se denominó fenotipo Dominico Hartón.

Adicional e independientemente de la condición productiva de ambos fenotipos, la diferente longitud del eje de inserción de los residuos bracteales deciduos propios del tipo Falso Cuerno, permitió una identificación certera entre racimos de plantas de los fenotipos Hartón (insertos en un eje de menor longitud) y Dominico Hartón (insertos en un eje de mayor longitud). Asimismo, los materiales del fenotipo Hartón presentaron frutos más curvos y colgantes con relación al raquis mientras que aquellos del fenotipo Dominico Hartón fueron más rectos y perpendiculares a dicho eje (Fig. 9).



**Figura 9.** Racimos de plátano (*Musa AAB*) representativos de los fenotipos Hartón (izquierda) y Dominico Hartón (derecha) mostrando para cada uno de ellos (indicado dentro de la elipse) el eje de inserción de los residuos bracteales.

Una vez conformados e identificados los fenotipos se procedió a desarrollar una evaluación de sus diferentes características, tanto de crecimiento como de producción. De acuerdo con ello el número de hojas a la floración y a cosecha fue similar dentro de cada fenotipo y entre fenotipo. En el fenotipo Hartón las selecciones Hartón 1 y 2 fueron las más precoces y el Tallo Verde 2 las más tardía. En el fenotipo Dominico Hartón, el cv. Dominico Hartón fue el más precoz y el Cóbano el más tardío (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Variables de crecimiento en fenotipos de plátano (*Musa AAB*) del tipo Falso Cuerno.  
Fuente Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82

Fenotipo y cultivares	Número de hojas		Días a la floración
	Floración	Cosecha	
<b>Primer ciclo de cultivo (1)</b>			
<b>Fenotipo Hartón (H)</b>			
Hartón 1	10,9	4,4	264
Hartón 2	10,6	4,3	274
Tallo Verde 1	11,3	4,3	266
Tallo Verde 2	10,8	4,5	278
Promedio	11,0	4,4	271
<b>Fenotipo Dominico Hartón (DH)</b>			
Dominico Hartón	11,0	4,3	267
Cóbano	10,8	4,1	280
Maricongo	10,6	4,3	282
Promedio	10,8	4,2	276
<b>Sucesión (2)</b>			
<b>Fenotipo Hartón (H)</b>			
Hartón 1	12,0	4,8	277
Hartón 2	12,0	4,8	282
Tallo Verde 1	12,4	4,9	292
Tallo Verde 2	12,3	4,7	298
Promedio	12,2	4,8	287
<b>Fenotipo Dominico Hartón (DH)</b>			
Dominico Hartón	12,4	4,5	304
Cóbano	12,3	4,6	286
Maricongo	12,1	4,7	293
Promedio	12,3	4,6	294
<b>Diferencias Ciclo 1 vs. Sucesión</b>			
Fenotipo Hartón (H)	+1,2	+0,4	+16
Fenotipo Dominico Hartón (DH)	+1,5	+0,4	+18

La comparación productiva de ambos fenotipos corroboró las diferencias existentes entre ellos tanto en el peso del racimo como en el número de manos, frutos y en las dimensiones de estos. Los materiales del fenotipo Hartón presentaron entre sí un similar peso de racimo, y dimensiones del fruto, pero difirieron en el número de manos y de frutos donde sobresalieron la selección Tallo Verde 1 y Hartón 1 (número de manos) y Hartón 1 (número de frutos). Por su parte, los cultivares del fenotipo Dominico Hartón variaron entre sí en el peso del racimo y en el número de manos y frutos, donde el cv. Dominico Hartón fue superior en todas ellas, sin diferir con los demás cultivares del fenotipo en las dimensiones del fruto (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Variables de producción en fenotipos de plátano (*Musa AAB*) del tipo Falso Cuerno.Fuente: Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82.

Fenotipo y cultivares	Peso(kg) del racimo	Número de manos	Número de frutos	Fruto central de la segunda mano	
				Grosor <sup>1</sup>	Longitud <sup>2</sup>
Primer ciclo de cultivo (1)					
Fenotipo Hartón (H)					
Hartón 1	12,3	6,6	29,6	58,9	28,8
Hartón 2	11,2	6,6	26,7	58,3	27,8
Tallo Verde 1	12,4	7,1	30,3	61,5	29,4
Tallo Verde 2	11,7	6,6	26,9	59,4	29,0
Promedio	12,0	6,7	28,4	59,5	28,8
Fenotipo Dominic Hartón (DH)					
Dominico Harón	13,8	7,1	46,0	55,4	24,7
Cóbano	14,7	6,9	47,2	56,2	24,6
Maricongo	13,1	7,2	43,4	54,5	24,3
Promedio	13,9	7,1	45,5	55,4	24,5
Sucesión (2)					
Fenotipo Hartón (H)					
Hartón 1	12,7	6,9	33,7	55,3	25,5
Hartón 2	11,9	6,2	28,4	56,2	26,5
Tallo Verde 1	12,0	6,6	29,0	56,7	26,2
Tallo Verde 2	11,7	6,5	27,0	56,4	26,6
Promedio	12,1	6,6	29,5	56,2	26,2
Fenotipo Dominic Hartón (DH)					
Dominico Hartón	14,4b	7,1	46,2	53,3	24,3
Cóbano	16,0a	7,4	52,2	51,8	24,3
Maricongo	13,8b	6,9	42,0	52,6	24,9
Promedio	14,7	7,1	46,8	52,6	24,5
Diferencia Ciclo 1 vs. Sucesión					
Fenotipo Hartón (H)	+0,1	-0,1	+1,1	-3,3	-2,6
Fenotipo Dominic Hartón DH)	+0,8	0	+1,3	-2,8	0

1/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 2/ cm de pulpa a pulpa.

Adicionalmente, se desarrolló una comparación (Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos por publicar) que incluyó a los dos de los cultivares de porte alto con mejor desempeño correspondientes a los fenotipos Hartón (Tallo Verde 1) y Dominic Hartón (Cóbano) así como a una selección promisoriosa de porte bajo del cv. CEMSA 3/4 denominada Doña María (Cuadro 11).

En el primer ciclo de cultivo, los cultivares de porte alto presentaron a la floración, en comparación con el de porte bajo, plantas con un menor número de hojas. Esto también ocurrió en el segundo ciclo productivo para la altura y el número de hojas más no para el grosor del pseudotallo, donde Doña María y

Tallo Verde 1 fueron similares y menores al Cóbano. La altura del pseudotallo no presentó diferencias entre ciclos, pero tanto el grosor del pseudotallo como el número de hojas a la floración aumentaron en cada cultivar con la sucesión. El número de días de la siembra a la floración fue mayor en Cóbano en comparación a Doña María y Tallo Verde 1. El período de días entre la primera y segunda floración fue más corto en Doña María y mayor en los dos cultivares de porte alto (Tallo Verde 1 y Cóbano).

No hubo levantamiento del cormo sobre la superficie del suelo en ninguno de los cultivares durante el primer ciclo productivo, pero ocurrió en la totalidad de estos para el segundo ciclo sucesorio. Doña María presentó el menor levantamiento y Tallo Verde 1 y Cóbano el mayor.

**Cuadro 11.** Variables de crecimiento a la floración en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar.

Cultivar	Pseudotallo		Número de hojas	Días <sup>1</sup>	Altura de cormo
	Altura (m)	Grosor (cm)			
Primer ciclo de cultivo (1)					
1- Doña María	2,3	21,5	12,4	265	0
2- Tallo Verde 1	3,5	22,5	11,9	264	0
3- Cóbano	3,5	23,2	11,6	276	0
Promedio	3,1	22,4	12,0	268	0
Sucesión (2)					
1- Doña María	2,5	23,7	12,8	326	7,2
2- Tallo Verde 1	3,5	23,7	12,3	345	9,1
3- Cóbano	3,5	24,5	12,0	356	9,4
Promedio	3,2	24,0	12,4	342	8,6
Diferencia Ciclo 1 vs. Sucesión					
	+0,1	+1,6	+0,4	+74	+8,6

1/De la siembra a la floración (Primer ciclo). De la floración de éste a la de la sucesión respectiva

El número de hojas a cosecha fue similar entre cultivares para el primer ciclo, pero en el segundo de ellos (sucesión), Doña María alcanzó la cosecha con más hojas que Tallo Verde 1 y Cóbano. Hubo una reducción de las hojas del primer ciclo a la sucesión respectiva (Cuadro 12).

El peso del racimo presentó diferencias entre cultivares en el primer ciclo donde Cóbano presentó el mayor valor seguido de Doña María y de Tallo Verde 1. Hubo una reducción en el peso del racimo del primer ciclo a la sucesión respectiva (Cuadro 12).

El número de manos fue mayor en el cultivar de porte bajo con respecto a los de porte alto tanto en el primer ciclo como en la sucesión respectiva. En ambos ciclos Tallo Verde 1 fue inferior a Cóbano. No hubo diferencias del primer ciclo

a la sucesión respectiva. El número de frutos difirió entre cultivares en el primer ciclo donde su cantidad fue menor en Tallo Verde, intermedia en Doña María y mayor en Cóbano mientras que en la sucesión tanto Doña María como Cóbano fueron similares entre sí pero mayores con respecto a Tallo Verde 1. Hubo una reducción en el número de frutos del primero ciclo a la sucesión respectiva (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Variables de crecimiento a la floración en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar.

Cultivar	Número de hojas	Peso (kg) del racimo	Número de manos	Número de frutos
Primer ciclo de cultivo (1)				
1- Doña María	4,6	12,9	7,5	37,8
2- Tallo Verde 1	4,5	12,2	6,4	29,9
3- Cóbano	4,4	14,5	6,8	45,6
Promedio	4,5	13,2	6,9	36,8
Sucesión (2)				
1- Doña María	4,0	12,2	7,4	36,6
2- Tallo Verde 1	3,5	12,3	6,5	30,7
3- Cóbano	3,5	12,6	6,9	38,9
Promedio	3,7	12,4	6,9	35,4
Diferencia Ciclo 1 vs. Sucesión				
Diferencia Ciclo 1 vs. Sucesión	-0,8	-0,8	0	-1,4

El grosor y largo del fruto (Cuadro 13) de las manos medidas (segunda, cuarta y sexta) fueron mayores en Tallo Verde 1 con respecto a Doña María y Cóbano tanto en el primer ciclo como en la sucesión. Considerando estos dos últimos cultivares las dimensiones del fruto fueron generalmente mayores en Doña María con respecto a Cóbano. En general, se observó una disminución en las dimensiones del fruto al pasar del primer ciclo a la sucesión.

**Cuadro 13.** Dimensiones del fruto en cultivares superiores de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*). Adaptado de: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar.

Cultivar	Grosor (1/32) <sup>1</sup>			Largo (cm de pulpa a pulpa)		
	Segunda	Cuarta	Sexta	Segunda	Cuarta	Sexta
Primer ciclo de cultivo (1)						
1- Doña María	54,5	53,0	53,1	24,3	23,6	21,8
2- Tallo Verde 1	56,3	56,2	55,0	25,5	24,7	23,0
3- Cóbano	54,0	53,7	52,5	23,8	22,8	21,6
Promedio	54,9	54,2	53,5	24,5	23,7	22,1
Sucesión (2)						
1- Doña María	54,4	53,8	52,0	24,1	22,9	21,2
2- Tallo Verde 1	55,2	54,8	53,1	25,3	24,4	23,0
3- Cóbano	53,3	52,9	51,1	23,5	22,5	20,7
Promedio	54,2	53,8	52,1	24,3	23,3	21,6
Diferencia Ciclo 1 vs Sucesión						
	- 0,7	-0,5	-1,4	-0,2	-0,4	-0,5

1/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm).

2/ cm de pulpa a pulpa.

En todos los casos el color de la pulpa de los cultivares, basada en la tabla de color contenida en el del documento “Descriptores para el cultivo del banano” (IPGRI, INIBAP, CIRAD 1996) fue de una tonalidad definida como marfil (Figura. 10), color requerido para los diferentes procesos industriales.



**Figura 10.** Corte transversal de frutos de plátano de los cultivares (de izquierda a derecha): Cóbano, Tallo Verde 1 y Doña María mostrando el color de la pulpa. Fuente: Vargas y Flores. Datos sin publicar.

Los cultivares Doña María y Tallo Verde (Vargas y Flores 2014) presentaron un rendimiento industrial, respectivamente de 36,5 y 33,6 % en tajadas fritas (chips), de 50,0 y 46,8 en patacones o tostones y de 62,0 y 63,5 en trozos maduros fritos, respectivamente.

El alto nivel de agrado (Cuadro 14) en cada uno de los descriptores, tanto para “chips” como para “patacones” entre los cultivares evaluados, indica la factibilidad para uso industrial de éstos, independientemente de su porte u orientación sugerida de mercado.

**Cuadro 14.** Escala hedónica lineal, no estructurada (de 0: “me disgusta mucho” hasta 100: “me gusta mucho”) para la evaluación sensorial de productos a partir de plátanos del tipo Falso Cuerno (Musa AAB). Fuente: Vargas y Flores 2014; Vargas y Flores. Datos sin publicar.

Descriptor	Cultivares		
	Doña María	Tallo Verde	Cóbano
	Tajadas fritas (“chips”)		
Agrado general	79	83	87
Agrado de color	86	86	87
Agrado de sabor	78	80	82
Agrado de textura	81	83	90
	Rodajas fritas aplanadas (“patacones”)		
Agrado general	74	72	74
Agrado de color	77	76	77
Agrado de sabor	67	69	70
Agrado de textura	67	71	70

Medias dentro de la misma fila con distinta letra difieren significativamente ( $P \leq 0,05$  según prueba DMS)

En términos generales y bajo las condiciones actuales de comercialización, tanto los cultivares del fenotipo Hartón de porte alto, como los del Dominico Hartón y aquellos de porte bajo no presentan inconvenientes ya sea para la exportación como fruta fresca o para uso industrial. En el primer caso, dicha forma de comercialización se basó hasta hace pocos años de manera preferente, por las mayores dimensiones del fruto (exportación como fruta fresca empacada) en los cultivares del primer fenotipo antes indicado (Fenotipo Hartón). En la actualidad, las plantaciones que se dedican a esta modalidad lo hacen basados en cultivares de porte bajo, con el auspicio y aprobación de compañías transnacionales que comercializan dicha fruta.

De estos cultivares de porte bajo se efectuó una comparación bajo manejo orgánico de plantación (Murillo 2023) entre los cvs. Enano (tradicional) y Paredes (recientemente introducido al país) donde se encontró un mejor desempeño vegetativo y productivo de este último. No obstante, el porcentaje de materia seca de la pulpa fue mayor en el cv. Enano (22,22 vs 20,26%, respetivamente). Dado que la cantidad de materia seca es un factor importante en el procesamiento de alimentos y que, a menor cantidad de agua, menor cantidad de aceite se requerirá para el procesamiento industrial, el autor sugiere una mejor oportunidad del cv. Paredes para exportación como fruta fresca empacada y del cv. Enano para uso industrial.

El área cultivada tradicionalmente para la exportación se orientó en los últimos años casi en su totalidad hacia la producción de materia prima para la industria, merced a mayores facilidades, así como a menores riesgos y costos de producción.

## V-MATERIALES DE SIEMBRA

El material de siembra para plátano se puede conformar a partir de cormos, de hijos de agua (eventualmente con poda parcial de hojas y ligera de raíces), de plantas de cultivo *in vitro*, por hijos espada con dos a tres hojas verdaderas y por hijos de espada con solamente hojas filiformes. En estos dos últimos materiales también con poda ligera de raíces (Fig. 11). También pueden usarse (no incluidos en la Figura 3) plantas de rebrotes sembrados en bolsas de vivero y preparados mediante la poda total de raíces y parcial de pseudotallo o por plantas originadas por reproducción rápida (Fig. 12).



**Figura 11.** Materiales de siembra en plátano (*Musa* AAB, cv. Hartón alto) del tipo Falso Cuerno evaluados (de izquierda a derecha): cormos, brotes de hijos de agua, plantas *in vitro*, hijos de espada con dos hojas verdaderas e hijos de espada con solo hojas filiformes.



**Figura 12.** Otros materiales de siembra en plátano (*Musa* AAB, cv. Hartón alto) del tipo Falso Cuerno (de izquierda a derecha): rebrotes de hijos de agua con eliminación total de hojas y raíces y parcial del pseudotallo en etapas iniciales de brotación y ejemplo de propagación mediante "reproducción rápida" artesanal.

Como alternativa al material vegetativo convencional, la reproducción *in vitro* ha permitido la producción masiva de plantas sanas, más precoces, uniformes y productivas, libres de hongos, nematodos y bacterias, así como la multiplicación rápida de genotipos y la conservación de colecciones e intercambio internacional de germoplasma.

Por estos atributos, las plantas *in vitro* se utilizan en la siembra y renovación de plantaciones de banano para la exportación de fruta fresca, cuyas plantaciones se renuevan por lo general en bloques de siembra extensos, cada 5 a 10 años con densidades de población que no sobrepasan por lo general las 1.800 plantas ha<sup>-1</sup>, condiciones donde el cultivo a partir de plantas *in vitro* sería la opción más apropiada.

Sin embargo, esta no es la situación de muchos pequeños agricultores que utilizan el banano o el plátano como fuente de alimentación y que por lo general no tienen acceso a material *in vitro*. Esto reviste una particular importancia en aquellas áreas cultivadas en alta densidad de población cuya demanda de material de siembra es muy alta y cuya estrategia de producción, como en plátano es cada vez de mayor interés.

En este contexto de producción intensiva, también sería ideal la siembra de plantas *in vitro* para el inicio de las plantaciones. No obstante, debido a la demanda de una muy alta cantidad de material para las frecuentes renovaciones posteriores requeridas, el uso de materiales de siembra convencionales originados en la misma plantación sería un importante factor de reducción en el costo anual de operación. Lo anterior, siempre y cuando presenten una excelente sanidad.

El uso de materiales convencionales de siembra en el cultivo del plátano ha sido estudiado por diferentes autores. Rojas y Vargas (2005) determinaron en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón) que el peso del racimo de plantas provenientes de hijos de agua sin poda de raíces ni hojas y sembrados directamente en el campo fue similar al obtenido con plantas originadas de cormos.

La productividad de plantas *Musa* AAB, cvs. Maricongo y Enano (Rodríguez e Irizarry, 1979) desarrolladas a partir de hijos espada fue superior a la que mostraron aquellas originadas de hijos de “agua”. En concordancia Sweenen (1990) indica que el mejor material convencional de siembra (cormo) es aquel que proviene de hijos espada. Plantas originadas (*Musa* AAB, cv. Dominico Hartón; Grisales y Lescot (1999) a partir de cultivo *in vitro* y de hijos espada fueron igualmente productivas pero superiores a aquellas originadas de rebrotes sembrados en bolsa de vivero con poda del pseudotallo y las raíces.

Un estudio comparativo de los principales materiales convencionales con el material *in vitro* se desarrolló bajo condiciones de alta densidad de plantación (Vargas 2015) con una población de 2.500 plantas/ha) se detalla en los cuadros 9, 10, 11 y 12).

Los diferentes materiales de siembra evaluados mostraron un similar número de hojas a la floración, así como altura y el grosor del pseudotallo. No obstante, el hijo de espada con dos hojas verdaderas redujo el número de días de la siembra a la floración en 51, 24, 36 y 19 días con respecto al cormo, rebrote entero, planta reproducidas *in vitro* e hijo de espada con solo hojas filiformes, respectivamente (Cuadro 15).

El rebrote entero presentó la mayor cantidad de hojas a cosecha mientras el cormo y la planta *in vitro* la menor. Los racimos provenientes de cultivo *in vitro* y de hijos espada fueron en promedio 1,4 kg más pesados que aquellos provenientes de cormos o de plantas de rebrote entero (Cuadro 16). El grosor y el largo del fruto central de la fila externa de las manos medidas no presentaron diferencias entre los diferentes materiales de siembra evaluados (Cuadros 17 y 18)

**Cuadro 15.** Número de hojas, altura y grosor del pseudotallo y número de días a la floración en diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82.

Tipo de material	Número de hojas	Pseudotallo		Días a la floración
		Altura (m)	Grosor (cm)	
Cormo <sup>1</sup>	11,7	3,3	21,7	296
Rebrote entero <sup>2</sup>	11,8	3,6	22,1	269
Plantas <i>in vitro</i> <sup>3</sup>	11,7	3,7	22,7	281
Hijo espada con dos hojas verdaderas <sup>4</sup>	11,6	3,5	22,0	245
Hijo espada con solo hojas filiformes <sup>5</sup>	11,7	3,6	21,8	264

1/ 1 a 2 kg de peso. 2/ Brotes de hijos de agua trasplantados directamente al campo sin poda de raíz y con poda parcial de hojas. 3/ A partir de cultivo *in vitro* de yemas. 4 y 5/ Brotes de hijos espada trasplantados directamente al campo sin poda de hojas ni raíces

**Cuadro 16.** Número de hojas a la cosecha, peso del racimo y número de manos y frutos de diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82.

Tipo de material	Número de hojas	Peso del racimo (kg)	Número de manos	Número de frutos
Cormo <sup>1</sup>	4,3	13,0	6,5	26,6
Rebrote entero <sup>2</sup>	5,0	12,6	6,3	25,8
<i>In vitro</i> <sup>3</sup>	4,3	14,5	6,6	26,7
Hijo espada con dos hojas filiformes <sup>4</sup>	4,7	13,9	6,3	29,5
Hijo espada con solo hojas filiformes <sup>5</sup>	4,8	14,2	6,5	28,6

1/ 1 a 2 kg de peso. 2/ brotes de hijos de agua trasplantados directamente al campo sin poda de raíz y con poda parcial de hoja. 3/ A partir de cultivo *in vitro* de yemas. 4 y 5/ Brotes de hijos espada trasplantados directamente al campo sin poda de hojas ni de raíces.

**Cuadro 17.** Grosor (treintaidosavos de pulgada) del fruto central de la fila externa (manos 1 a 6) en diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Adaptado de Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82.

	Posición de la mano en el racimo					
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>a</sup>
Cormo <sup>2</sup>	60,7	60,2	61,8	60,3	59,9	59,6
Rebrote entero <sup>3</sup>	60,1	59,6	60,1	58,3	59,2	57,9
<i>In vitro</i> <sup>4</sup>	61,3	60,2	61,7	61,5	59,9	59,7
Hijo espada con dos hojas verdaderas <sup>5</sup>	60,8	60,1	60,4	58,2	57,7	58,6
Hijo espada con solo hojas filiformes <sup>6</sup>	61,6	61,6	61,1	59,9	59,4	59,7

1/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 2/ De 1 a 2 kg de peso. 3/ brotes de hijos de agua trasplantados directamente al campo sin poda de raíz y con poda parcial de hoja. 4/ A partir de cultivo *in vitro* de yemas. 5 y 6/Brotes de hijos espada trasplantados directamente al campo sin poda de hojas ni de raíces

**Cuadro 18.** Largo (cm de pulpa a punta) del fruto central de la fila externa manos 1 a 6 en diferentes materiales de siembra de plátano del subgrupo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón). Fuente: Vargas 2015. *Cultivos Tropicales* 36(2): 76-82.

Material de siembra	Largo del fruto central (cm de pulpa a punta)					
	Posición de la mano en el racimo					
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>a</sup>
Cormo <sup>1</sup>	27,6	27,9	28,2	26,2	25,7	24,1
Rebrote entero <sup>2</sup>	27,8	27,2	28,1	26,5	26,1	24,5
<i>In vitro</i> <sup>3</sup>	28,1	27,8	28,5	27,2	26,5	24,6
Hijo espada con dos hojas verdaderas <sup>4</sup>	27,0	26,4	26,9	25,6	25,1	24,3
Hijo espada con solo hojas filiformes <sup>5</sup>	27,8	28,0	27,8	26,5	26,4	24,4

1/ De 1 a 2 kg de peso. 2/ brotes de hijos de agua trasplantados directamente al campo sin poda de raíz y con poda parcial de hoja. 3/ A partir de cultivo *in vitro* de yemas. 4 y 5/ Brotes de hijos espada trasplantados directamente.

Dadas las estrategias de producción basadas en un alto número de plantas por ha y en la renovación frecuente de la plantación, es necesario contar con una también alta cantidad de semilla uniforme y sana. Bajo este concepto, la producción de material de siembra vegetativo convencional originado en la misma plantación sería la opción más atractiva, toda vez que las plántulas de cultivo *in vitro* son poco usadas en plátano, principalmente debido a su costo y la disponibilidad. Además, la multiplicación sucesiva *in vitro* de ápices aumenta (Dallot y Acuña 2001), dada su inserción en el genoma de la planta, la expresión del virus del estriado del banano (BSV) y de acuerdo con Robinson y Galán Saucó (2010) un mayor porcentaje de variación somaclonal con respecto a los materiales convencionales.

Grisales (1999) señala que el efecto de la productividad del material *in vitro* en comparación con los materiales convencionales o tradicionales es

contradictorio y presentaría poca importancia en la expresión del potencial productivo y calidad del fruto en plátano del tipo Falso cuerno (cv. Dominico Hartón). Asimismo, Vargas (2018) encontró que plantas *in vitro* de primer ciclo de cultivo también del tipo Falso Cuerno (cv. Hartón alto, un similar número de brotes hermanos en comparación con las provenientes de cormos e hijos espada sin poda de tallo, hojas ni raíces (4,9, 5,9 y 5,6 hermanos, respectivamente). Asimismo, estas plantas *in vitro* presentaron un menor número de brotes totales (11, 4 brotes) que incluye tanto espada (basales e intermedios) como de brotes corona en comparación al mayor número de brotes totales provenientes de las plantas de cormos (17,3 brotes) y de hijos de espada sin poda de tallo, hojas ni raíces (17,9).

Esta particularidad, que en el caso del plátano podría estar relacionada con el vigor de la planta, sería uno de los factores que influenciarían, en este caso, el similar comportamiento productivo y de dimensiones del fruto del material *in vitro* en comparación con los materiales convencionales señalado por Grisales (1999).

En la actualidad el material tradicional de siembra más usado es el cormo, que, sin embargo, no es la mejor alternativa en épocas lluviosas, por su deterioro y descomposición. La posterior resiembra del sitio afectado con material del mismo origen causa una plantación desuniforme. Además, el cormo, junto a las plantas *in vitro*, fue el material menos precoz. A pesar de ello su uso, básicamente por ser el material más conocido y trabajado por los agricultores, estaría restringido de épocas de menor precipitación o a períodos secos, pero con humedad en el suelo.

Por el contrario, en épocas de mayor precipitación, tanto el hijo de espada con dos hojas verdaderas como el hijo de espada con solo hojas filiformes, que presentaron un excelente comportamiento productivo con la mayor precocidad serían una excelente opción y junto con las plantas *in vitro*, la mejor productividad. El similar incremento en altura de los materiales trasplantados con respecto al cormo y a la planta de reproducción *in vitro* indica que el estrés, luego del trasplante de los hijos espada, fue exitosamente superado y que no hubo detrimento en el posterior crecimiento. Al no tener un órgano de reserva y tener que desarrollarlo hace que las plantas de cultivo *in vitro* sean en su etapa inicial de desarrollo más susceptibles a problemas de clima y de manejo. No obstante, todo inicio de plantación, especialmente aquellas de gran tamaño, deben ser iniciadas con base a material *in vitro* provenientes de laboratorios reconocidos y con garantías de calidad que ofrece básicamente sanidad y uniformidad.

Bajo condiciones de alta densidad de población, la sombra que genera la plantación reduce la expresión y el desarrollo de los brotes en la unidad de producción, condición que hace difícil encontrar en la unidad de producción al momento de la renovación, hijos de espada con dos hojas verdaderas, situación que sin embargo no sucede en el caso de los hijos espada con solo hojas filiformes, cuya presencia ocurre en mayor cantidad.

De esa manera ambos hijos, en especial el que tiene solo hojas filiformes con alta sanidad, sembrado en forma directa en el campo (con poda ligera de raíces), podría ser una alternativa productiva no solo en épocas lluviosas, sino dentro de las estrategias intensivas de producción de plátano, donde la renovación se haría con material más uniforme y de fácil obtención. Además, la manipulación sería mínima, así como el costo ya que bastaría con su traslado desde el surco de plantas en cosecha o cosechadas al entresurco en renovación.

A pesar de que ambos hijos de espada tuvieron un mejor desempeño productivo que el rebrote entero, este otro material (previa poda parcial de hojas y raíces) también representa una alternativa de siembra, máxime que ocurre en una alta cantidad en la cepa por lo que puede originar plantaciones, al igual que los hijos espada, de una alta homogeneidad.

La sanidad de los materiales de siembra es fundamental para el desarrollo de una plantación altamente productiva. A continuación, se definen una serie de estrategias para su implementación:

### I- CORMOS

A- Mondado ligero de las partes dañadas y total de raíces. B- Inmersión por diez minutos en una solución de oxamyl (0,5 litros de producto comercial por 100 litros de agua (medio estañón) o en su defecto la siguiente opción: C- Aplicación de nematicida granular (10 g de producto comercial por punto de siembra incorporado dentro del hoyo al nivel de los “hombros” de cormos sin tratar de excelente calidad sanitaria.

### II- HIJOS DE AGUA EN BOLSA DE VIVERO

Deben provenir de hijos de agua con un tamaño de cormo tal que puedan ser sembrados en una bolsa de vivero de 20 x 20cm. Si el proceso de desinfección no pudiera realizarse inmediatamente se debe asperjar al grupo de rebrotes con una solución de creolina al 3% o cualquier otro repelente para evitar la llegada de picudos. Es importante retener una porción de pseudotallo extra para enfrentar el proceso de transporte, manipulación y tratamiento químico de sanidad, que será removido al momento de la siembra. Cuando se sospeche la presencia de *Erwinia* sp. en el lugar de donde provino la semilla, es conveniente adicionar a la mezcla de inmersión o aplicación algún bactericida como Agrymicin® 100 O 500 (0,5 a 1,0 g por L de agua).

A- Mondado ligero de partes dañadas y total de raíces del cormo y corte a bisel de la porción del pseudotallo que deberá sobresalir del cuello de la bolsa. B- Inmersión por diez minutos en una solución de oxamyl (0,5 litros de producto comercial por 100 litros de agua) (medio estañón) o en su defecto la siguiente opción: C- Aplicación a los rebrotes de excelente calidad sanitaria y sin tratar por inmersión, a las dos y siete semanas después de la siembra en bolsa, cada

una con 50 ml por planta provenientes de una solución de 0,012 ml de oxamyl por litro de agua.

### III- BROTES HERMANOS, HIJOS DE AGUA O HIJOS DE ESPADA EN SIEMBRA DIRECTA O TRASPLANTE

Aplicación de nematicida granular en una dosis de 10 g de producto comercial por hoyo (15G) o 15 g de producto comercial (10G) y al nivel de los “hombros” por punto de siembra de cormos sin tratar de excelente calidad sanitaria. Eliminación de un 50% de la lámina foliar de cada una de las hojas verdaderas presentes y ligera de raíces.

En estos materiales el uso de protectores solares a base de arcillas como la caolinita brindaría una mejor protección del material contra los efectos de la radiación solar y permitiría una recuperación más rápida del mismo al estrés postrasplante, particularidad que también haría posible el trasplante de hijos espada y de agua en épocas más secas, siempre y cuando haya humedad en el suelo (Figura 13). En el mercado están disponibles diferentes productos que cumplen esta función formulados ya sea en forma de polvo mojable (WP) basados en caolín (95% y 99%) o dióxido de silicio (35%) y en formulación líquida (SL) basados en dióxido de silicio (5%) con diferentes nombres comerciales como Surround® y SUNSCREEN®, PROTECSOL®, PROTECSOL® MV1 y PROTECSOL® 5; respectivamente.



**Figura 13.** Siembras de plátano (*Musa AAB*) con plantas recién trasplantadas provenientes de: hijos de agua (izquierda) y de hijos espada (derecha) asperjadas con un protector solar.

## VI-MANEJO DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

En los sistemas de producción de plátano de alto rendimiento, basados en el uso de altas densidades de población y la renovación frecuente de la plantación; la regulación de hijos en la unidad de producción bajo el concepto tradicional de banano, con la definición de un hijo de sucesión basado en el criterio de posición y vigor, han dejado de ser conceptos básicos de manejo.

No obstante, es importante determinar la función que podrían desempeñar estos hijos en la nutrición de la planta madre durante el primer ciclo de cultivo, especialmente durante la etapa de crecimiento del racimo. La información disponible al respecto está restringida al cultivo del banano (*Musa* AAA), en donde la regulación de hijos en las unidades de producción, así como la definición del hijo de sucesión son conceptos fundamentales para un manejo perenne de plantación.

Diferentes autores (Martín-Prevel 1964, Wamsley y Twyford 1968b, Lahav y Turner 1992, Teisson 1970, Kurien *et al.* 2002), indican que en la planta de banano existe una transferencia de nutrimentos entre la madre el hijo, aspecto importante en la nutrición mineral de la sucesión. Por ello, Wamsley y Twyford (1968a) sugieren que los hijos no deseados se corten en una etapa temprana debido a que adquieren nutrimentos de la planta madre.

Cuando esta remoción no se realiza oportunamente ocurre una disminución en el rendimiento de más del 18% (Anónimo, 1999) y ocurre como consecuencia del traslado continuo de nutrimentos madre-hijo. Dicho proceso cesa en el hijo principal con su independencia de la planta madre, pero continúa en los restantes hijos no eliminados.

Dentro de dicho contexto, Vargas *et al.* (2005b) desarrollaron un estudio en plátano (*Musa* AAB, cv. Hartón alto) con el propósito de determinar el efecto de la remoción o retención total de hijos (espadas) así como de la retención de un hijo de sucesión a la floración sobre el contenido foliar de nutrimentos de la planta madre y su rendimiento. En él, de manera general y solo para el peso del racimo, cuando en la cepa no se retuvo ningún hijo, el peso fue ligeramente superior con respecto, en su orden, cuando se retuvieron uno o todos los hijos en la cepa. Esto corrobora, de manera indirecta, la relación entre la cantidad de hijos y su efecto sobre el rendimiento de la planta madre de plátano (Cuadro 19).

**Cuadro 19.** *Peso del racimo, número de manos, número de frutos en la segunda mano y grosor y longitud del fruto central de la fila externa de la segunda mano en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón alto) de primera generación con remoción total o retención de uno o de todos sus hijos a la floración. Fuente: Vargas et al. 2005. Scientia Horticulturae 107: 70-75*

Tratamiento	Peso del racimo (kg)	Número de manos	Número de frutos	Grosor <sup>1</sup> del fruto	Largo <sup>2</sup>
<b>Experimento 1</b>					
Ningún hijo	13,7	7,3	32,8	59,9	28,8
Un hijo	13,2	7,2	31,6	60,1	28,2
<b>Experimento 2</b>					
Ningún hijo	11,2	6,5	29,4	58,8	26,0
Un hijo	10,6	6,6	28,4	58,1	26,3
Todos los hijos	10,4	6,5	28,4	57,1	25,9
<b>Experimento 3</b>					
Ningún hijo	13,1	6,8	31,3	59,9	27,4
Un hijo	12,9	6,9	31,5	60,1	27,4
Todos los hijos	11,9	6,7	29,8	58,9	26,3

1/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada. 2/ cm de pulpa a pulpa.

A pesar de la ligera reducción antes mencionada, la retención de todos los hijos en la unidad de producción de plátano, podría ser compensada por el mejor sostén que dichos brotes le confieren a la planta madre, aspecto respaldado en este trabajo por el menor número de plantas caídas, así como de plantas afectadas por *Erwinia* spp. (Cuadro 20).

Esto probablemente ocurre por una menor manipulación de la unidad de producción con las herramientas de deshija que propician la dispersión de dicha bacteria, aspectos importantes de considerar especialmente para plantaciones de primer ciclo de cultivo, en las cuales no se acostumbra el apuntalamiento de las plantas luego de florecidas. También es un aspecto para considerar en sucesiones, donde el sistema radical es de menor calidad y se requiere por lo general de apuntalamiento.

**Cuadro 20.** *Plantas caídas y con doblamiento del pseudotallo (%) causado por Erwinia spp. en plantas madre de plátano del tipo Falso Cuerno (Musa AAB, cv. Hartón alto) de primera generación con remoción total o retención de ninguno, de uno o de todos sus hijos a la floración. Fuente: Vargas et al. 2005. Scientia Horticulturae 107: 70-75*

	Experimento 1		Experimento 2			Experimento 3		
	0	1	Hijos retenidos			0	1	Todos
Condición de planta								
Caídas	30	20	45	30	25	8	12	0
Dobladas o agobiadas	0	0	0	0	0	26	20	10

Adicionalmente en sistemas de producción donde se requieren grandes cantidades de material de siembra, se podría garantizar una mayor eficiencia y calidad de la renovación a un menor costo. Investigaciones futuras podrían definir un número máximo de hijos que se podrían retener en una unidad de producción sin afectar el rendimiento de la planta madre, con miras a suplir material de siembra de la planta madre. Al respecto, Añez y Tabira (1999) y Govea (1991) señalan que el peso del racimo de plantas madre de primera generación de plátano no se redujo por la retención de uno, dos o tres hijos y Martínez (1984) indica que la presencia de múltiples hijos no afectó el rendimiento del plátano en la primera generación, pero en la sucesión este empezó a declinar progresivamente cuando el incremento en el número de hijos empezó a competir. Por el contrario, y a modo de información la planta de madre banano expresa un aumento promedio de 1,7 kg (6,3%) en el peso del racimo cuando a ésta se le eliminó a la floración su hijo de sucesión (Araya y Vargas 2002). Este sería una de las diferencias existentes entre los plátanos del tipo Falso Cuerno y los bananos del subgrupo Cavendish.

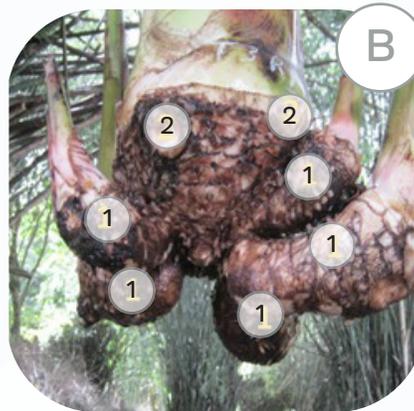
Este comportamiento además sugiere, en concordancia con lo que también ocurre en banano, un traslado de nutrientes de la planta madre a los hijos. Sin embargo, en plátano la magnitud de dicho traslado podría ser menor como consecuencia de la mayor dominancia apical, (Stover y Simmonds, 1987; Swenen et al. 1984; Swenen y Wilson 1983) en conjunto con una alta densidad de población, por la reducción en el crecimiento de los hijos como resultado de la menor penetración de luz a través del dosel.

Las plantas de primera generación de plátanos del tipo Falso Cuerno propagadas por medios vegetativos (cormo, brotes sin poda de hojas ni raíces provenientes de hijos de agua o de espada) emiten a partir de su respectivo primer cormo o cormo original sembrado una serie de brotes denominados hermanos (Sandoval y Pérez 1997). Estos se caracterizan por ser los primeros observados en emerger de manera heterogénea y por presentar en la unión con la semilla original sembrada (madre) una unión de contacto delgada.

De este cormo (primer cormo) sembrado independientemente de los tipos de brotes usados, se origina un nuevo crecimiento adicional de posición superior conocido también como segundo cormo (Belalcázar 1991) cuyas yemas originarán brotes inferiores (hijos espadas basales), intermedios (hijos espada intermedios) y superiores (hijos corona) según sea su ubicación. Esto también fue identificado (Figs. 14A, 14B y 15A) por Vargas (2018), condición que sin embargo no sucede en las plantas de primera generación obtenidas de cultivo *in vitro* (Fig. 15B) dado que a su siembra no presentan un cormo desarrollado, estructura que emiten posteriormente y de cuya parte basal se emiten los hermanos y de la intermedia y superior los hijos espada y corona. En las plantas de este material de siembra no se produce, a diferencia de aquellas provenientes de reproducción vegetativa, un segundo cormo.



**Figura 14.** A: Detalle de una planta de primera generación de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB) con sus hijos seccionados para mostrar el cormo (primer cormo) original sembrado (elipse blanco) y en una posición superior a éste el nuevo cormo emitido o segundo cormo (elipse naranja). B: Detalle de la conformación y posición de los brotes emitidos por la unidad de producción: 1-hermanos (cormo original o primer cormo), 2- espadas y 3- coronas (estos dos últimos del cormo nuevo o segundo cormo).



**Figura 15.** A: Planta un hijo de espada sin poda de hojas ni raíces sembrada directamente en el sitio de siembra que muestra la inserción de los hermanos (1) desde el cormo original (3) y la presencia de brotes espada basales (2) en el nuevo cormo emitido o segundo cormo (4). B: Planta de cultivo *in vitro* donde se observa la inserción de hermanos (1) y de brotes espada (2) emitidos a partir de un cormo único.

La excavación de plantas provenientes de 1- cormos, 2- hijos espada (trasplantados directamente al campo con poda parcial de raíces y de hojas) así como de plantas originadas a partir de 3- cultivo *in vitro* (Vargas 2018), una vez que su primer brote más desarrollado alcanzó una altura de 0,80 m,

permitió conocer las diferentes estructuras (yemas) que se desarrollan a partir del material sembrado inicialmente.

En el cormo original sembrado (primer cormo) los tres materiales de siembra presentaron un similar número de brotes hermanos. En el cormo nuevo (segundo cormo) tanto las plantas provenientes de cormos como de hijos espada, presentaron un mayor número de brotes basales e intermedios que el material originado de cultivo *in vitro*, sin diferir de este último con relación a la cantidad de brotes superiores (Cuadro 21).

Independientemente del tipo de brote, el mayor número de brotes lo expresó el cormo, decreciendo en el hijo espada y en el cultivo *in vitro*. El número de días entre la siembra y la excavación de la planta respectiva, dada en función de la altura predeterminada del hijo más desarrollado fue menor en la planta originada de cormo y mayor en aquella proveniente de cultivo *in vitro* (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Relación del tipo de semilla de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón de porte alto) y el número y tipo de brotes emitidos, así como con la duración (días) del primero de ellos en alcanzar 0,80 m de altura. Fuente: Vargas 2018. CORBANA 44(64):61-70.

Tipo de semilla	Tipo de brote <sup>1</sup>				Días <sup>7</sup>	Total, de hijos
	Hermanos <sup>3</sup>	Espada <sup>4</sup>	Espada <sup>5</sup>	Corona <sup>6</sup>		
1- Cormo	5,9	3,2	3,8	4,4	200	17,3
2- Hijo espada <sup>2</sup>	5,6	4,1	1,6	3,6	235	14,9
3- <i>In vitro</i>	4,9	1,9	1,1	3,5	247	11,4

1/ Incluye tantos brotes emergidos sobre la superficie del suelo (visibles) cormo yemas o brotes bajo el suelo (no visibles). 2/ Trasplantado directamente al campo sin poda de hojas ni de raíces. 3/ Originados del cormo original sembrado. 4/ Ubicados en la sección basal del nuevo cormo. 5/ Ubicados en la sección intermedio del nuevo cormo. 6/ Ubicados en la sección apical del nuevo cormo. 7/ Días desde la siembra hasta la excavación de la planta.

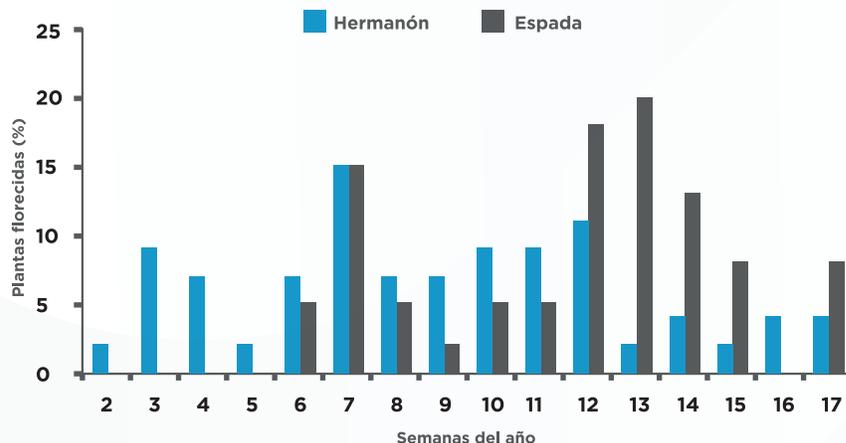
Vargas (1999a) determinó en una sucesión que los hijos espada en comparación con los hermanos, florecieron con 0,4 m menos de altura, fueron 12 días más precoces y presentaron una menor dispersión de la floración. No hubo diferencias entre ambos para el incremento de altura, en el índice de crecimiento diario y en el peso del racimo (Cuadro 22). No obstante, dicho autor indica que, aunque el peso del racimo fue similar en ambos casos el costo unitario de producción sería menor en las cosechas de hijos espada debido una mayor oportunidad de homogeneidad de los hijos de sucesión sujetos a selección (Fig. 16) con una menor dispersión del intervalo de cosecha, condición que permite un uso más racional y eficiente de los insumos de producción de acuerdo el desarrollo fisiológico de la planta.

**Cuadro 22.** Crecimiento y peso del racimo de hijos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. *Hartón alto*) originados de hermanos e hijos espada (ambos sucesores) provenientes de una plantación de 2.500 plantas por ha. Adaptado de Vargas et al. 1999a. *CORBANA 25 (52): 165-172.*

Tipo de hijo	Variables				Cosecha
	Floración				
	Altura (m)	IA <sup>1</sup> (m)	ICD <sup>2</sup> (cm)	ISF <sup>3</sup> (días)	Peso de racimo (kg)
Hermanón	4,3	2,82	1,1	237	12,2
Espada	3,9	2,75	1,2	225	12,3

1/ Incremento en altura: etapa definida desde la selección hasta la floración del hijo. 2/ Índice de crecimiento diario: valor estimado a partir de la división del incremento en altura entre los días a floración.

3/ Intervalo de la siembra hasta la floración.



**Figura 16.** Distribución de la floración en hijos de plátano (*Musa AAB*, cv. *Hartón alto*) originados de hermanos e hijos espada (ambos sucesores) provenientes de una plantación de 2.500 plantas por ha. Fuente: Vargas et al. 1999a. *CORBANA 25 (52): 165-172.*

El manejo de la unidad productiva (proveniente de cormos, rebrotes o hijos espada) de primer ciclo de cultivo, bajo una estrategia de manejo de alta densidad de población y renovación frecuente de la plantación se detalla a continuación.

**Deshernane:** extracción muy temprana (a partir de las primeras 12-16 hojas emitidas por la planta) de al menos 5-6 cinco primeros brotes emergidos. Para esta operación se requiere de un aditamento tipo “macanilla” (descrito más adelante) que permita extraer estos brotes con el mínimo daño a la planta madre y a sus brotes remanentes no emergidos.

**Deshija:** en plantas de primer ciclo no se recomienda. Solamente se eliminan los hijos no deseados (con una altura mayor al promedio de la plantación). Estos se cortan con un machete en su base hasta el inicio del cormo respectivo (parte dura) o se pueden recortar para eliminar el punto de crecimiento con un sacabocados. La retención de hijos espada le confiere a la planta un mejor anclaje y el logro de una mayor uniformidad entre unidades de producción

reduce en la sucesión respectiva, la dispersión del intervalo de floración. En plantas de sucesión, donde no hay emisión de hermanones sino solo de hijos espada, se eliminan solamente aquellos que se desfasan del promedio de la plantación en altura. El resto se conservan en la unidad de producción hasta aproximadamente el 50% de la cosecha, donde se inicia la definición de la sucesión mediante un criterio de uniformidad y no de posición y “vigor” (altura), típico de una plantación bananera perenne, pero no de una plantación platanera de ciclos cortos de producción.

Este manejo de la unidad de producción permite además del mejoramiento del sostén de la planta (muy importante en sucesiones) y de la de la uniformidad de plantación requerida para el cultivo de plátano en altas densidades de población, la disponibilidad de abundante material de siembra para eventuales renovaciones.

Un aspecto importante dentro del manejo de la planta de primer ciclo es una adecuada y eficiente eliminación de hermanos. Por ello, y para evitar su rebrotamiento o el daño mecánico a la planta madre, se deben emplear los instrumentos apropiados. En el Cuadro 23, se presenta una comparación de la efectividad de diferentes tipos de instrumentos utilizados para la eliminación de hermanos (A. Vargas, CORBANA, S.A. Datos no publicados) y en la Figura 17 la profundidad del brote y su punto de crecimiento con respecto al cormo y a la superficie del suelo que sustenta la menor efectividad en la eliminación de brotes hermanos que presentó el machete en función de su menor capacidad de penetración y corte con respecto a otras herramientas como el “ganso” o la “macanilla”. Los diferentes herramientas y su evolución hasta la “macanilla se presentan en la Figura 18. El uso de la macanilla y la secuencia de deshermanado se presentan en la Figura 19.



**Figura 17.** Profundidad del brote hermano y la razón de la poca eficiencia del machete en eliminarlo junto con su punto de crecimiento.

**Cuadro 23.** Efectividad (%) de diferentes instrumentos usados para la eliminación de brotes hermanos en plantas de plátano (*Musa AAAB*, cv. FHIA-21) de primer ciclo de cultivo. Fuente: A. Vargas Datos no publicados

Instrumento	Efectividad (%)
Ganso/Macanilla	100
Canfín inyectado con hijo podado	85
Canfín inyectado con hijo sin podar	82
Sacabocado	81
Lanza	72
Machete	43



**Figura 18.** Herramientas para la eliminación de hermanos: A- Ganso. B- Canfín inyectado en hijo sin podar. C- Sacabocado. D- Lanza. E- Macanilla (ubicación superior) y Ganso (ubicación inferior).



**Figura 19.** Unidad de producción de plantas de plátano (*Musa AAB*) cv. Hartón de porte alto de primera generación con una secuencia de eliminación de brotes hermanos: A- Hermanos (primeros brotes emergidos) y macanilla (versión mejorada del “ganso” de deshermane). B- Inserción de la macanilla, rotura de la unión entre el hermano y el cormo y “apalancamiento” del hermano con el instrumento. C- Extracción manual del hermano.

Es importante indicar que si la estrategia de siembra en plátano es la tradicional (baja densidad de población y cultivo perenne) el criterio de deshija a considerar sería aquel, donde de manera similar al usado en banano, la definición del hijo de sucesión estaría dada en función del vigor y de la posición de éste en la cepa.

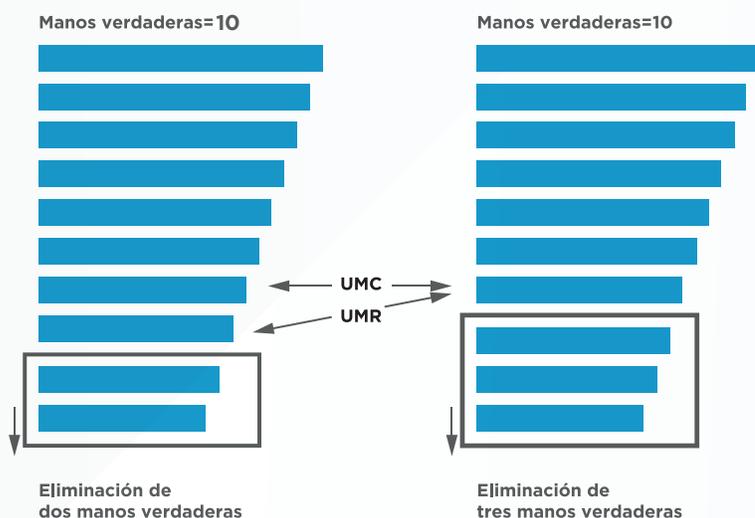
# VII-MANEJO PRECOSECHA DEL RACIMO

## A- DESMANE

La remoción de manos verdaderas inferiores es una labor que se practica comúnmente en plátanos del tipo Falso Cuerno, independientemente de la orientación de la producción, presumiblemente, con la intención de aumentar el grosor y el largo de los frutos, tal y como lo indican Rodríguez et al. (1988) en plátanos del cv. Maricongo (tipo Falso Cuerno). Sin embargo, no es compartida del todo por Barrera *et al.* (2007) quienes indican que no hay efecto en eliminación de manos verdaderas sobre el largo del fruto de racimos del cv. Hartón o Curraré alto, ni por González et al. (2013) quienes encontraron que la práctica de desmane en el mismo cultivar no afectó los rendimientos ni la calidad visual del racimo.

Ante tal perspectiva, Vargas y Blanco (2000) desarrollaron una metodología de evaluación y análisis que consideró la aplicación de las intensidades de desmane o tratamientos en (Fig. 20) : A- racimos con igual número de manos verdaderas a la floración (racimos equivalentes), B- la comparación de variables entre manos de igual posición en el racimo (manos equivalentes) y C- la distribución de los tratamientos en el campo de manera rotativa con cada planta y su respectivo tratamiento como una unidad experimental.

Dicha metodología fue aplicada por Vargas *et al.* (1999b y Vargas (2012) en estudios de desmane con plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cvs. Hartón de porte alto y de porte bajo, así como en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB cv. Planta Baja II).



**Figura 20.** Representación esquemática de tratamientos de desmane (eliminación de dos y tres manos verdaderas) en: A- racimos equivalentes (10 manos verdaderas) y B- la comparación de variables entre manos de igual posición en el racimo hasta la última mano sujeta a comparación (UMC).

En todos los casos el peso del racimo se redujo y la cantidad de frutos disminuyó con el aumento en la intensidad de desmane, sin que en estos cultivares del tipo Falso Cuerno, cosechados de la manera habitual por edad del racimo (cinta), ocurrieran diferencias en el grosor y largo, tanto para exportación (Cuadro 24) como para industria (Cuadro 25).

**Cuadro 24.** Comportamiento productivo de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB cvs. Hartón o Curraré Alto y Enano) de acuerdo con el tamaño del racimo y la intensidad de desmane (ID). Adaptado de Vargas et al. 1999b. *CORBANA* 25(52):129-142.

ME <sup>1</sup>	Peso del racimo (kg)	Frutos por racimo	Segunda mano		Última mano <sup>4</sup> comparable (UMC)	
			Grosor <sup>2</sup>	Largo <sup>3</sup>	Grosor <sup>2</sup>	Largo <sup>3</sup>
<b>Hartón alto, racimos de 8 manos</b>						
0	11,9	28	62,9	29,7	62,6	28,2
1	11,5	27	62,8	29,8	62,2	28,3
2	10,0	24	63,7	30,2	62,5	28,2
<b>Hartón enano, racimos de 9 manos</b>						
0	17,9	43	60,6	28,9	59,1	26,8
2	15,4	37	59,3	29,3	58,1	26,3
3	14,8	35	59,6	28,3	58,1	26,5

1/ Número de manos eliminadas. 2/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 3/ cm de pulpa a pulpa. 4/ UMC= Quinta en ambos tamaños de racimo para los dos cultivares. Los valores de grosor y largo corresponden al fruto central de la fila externa.

**Cuadro 25.** Comportamiento productivo de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno de porte bajo (*Musa* AAB, cv. *Planta Baja II*) de acuerdo con el tamaño del racimo y la intensidad de desmane (ID). Adaptado de: Vargas 2012. *Agronomía* 20(2): 18-24

ME <sup>1</sup>	Peso del racimo (kg)	Frutos por racimo	Segunda mano		Última mano <sup>4</sup> comparable (UMC)	
			Grosor <sup>2</sup>	Largo <sup>3</sup>	Grosor <sup>2</sup>	Largo <sup>3</sup>
<b>Planta Baja II (enano), racimos de 8 manos</b>						
0	15,4	45,6	55,7	26,1	53,9	23,1
2	14,1	40,4	56,3	25,9	54,4	23,3
<b>Planta Baja II (enano), racimos de 9 manos</b>						
0	17,0	50,4	57,0	26,1	54,4	23,6
3	15,3	42,6	57,2	26,8	54,1	23,9

1/ Número de manos eliminadas. 2/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 3/ cm de pulpa a pulpa. 4/ UMC= Sexta en ambos tamaños de racimo. Los valores de grosor y largo corresponden al fruto central de la fila externa.

La remoción de manos causa siempre una reducción en el peso del racimo y en el número de frutos en plátanos del tipo Falso Cuerno (Vargas *et al.* 1999b, Barrera *et al.* 2007, Vargas 2012) aspecto que se debe considerar en función de la mejor productividad de acuerdo con la orientación de mercado.

Los resultados disímiles entre lo indicado por Rodríguez *et al.* (1988) y lo expuesto en los trabajos de Vargas *et al.* 1999b y Vargas (2010 y 2012), fundamentalmente en cuanto a las dimensiones del fruto, son producto de diferencias en la metodología aplicada durante el proceso experimental. De acuerdo con Hernández *et al.* (1998) el control o validez interna de una situación experimental se alcanza teniendo varios grupos de comparación (dos como mínimo) y la equivalencia de los grupos en todo, excepto en la manipulación de la variable independiente o tratamiento experimental.

De éstas, la segunda consideración metodológica (equivalencia) contemplada en los trabajos de Vargas *et al.* (1999b), Vargas y Blanco (2000) y Vargas (2012), no se tomó en cuenta en el experimento de Rodríguez *et al.* (1988) con plátanos del tipo Falso Cuerno del cv. Maricongo. Estos autores no fijaron el número de manos de los racimos evaluados ni constataron el efecto de este factor en el análisis estadístico. Asimismo, compararon los tratamientos midiendo las dimensiones del fruto en manos de diferente posición en el racimo (manos no equivalentes).

Inconsistencias metodológicas relacionadas con la comparación de manos de diferente posición en el racimo, con el agrupamiento en unidades experimentales de racimos con diferente número de manos, o por ambos, se pudieron constatar adicionalmente en los estudios realizados con otros cultivares de plátano (Musa AAB) por Irizarry *et al.* (1991) y por Rivera *et al.* (1996). Ello produjo que los resultados de estos trabajos con los presentados en este documento por Vargas *et al.* (1999b), y Vargas y Blanco (2000) y Vargas (2012) difieran también con relación al efecto del desmane sobre las dimensiones del fruto.

## **B- DESCHIRE**

En plátanos del tipo Falso Cuerno, cuya inflorescencia es decidua, no existe información disponible, y la labor transferida arbitrariamente de banano, se asocia con un mejoramiento en las dimensiones de los frutos. No obstante, Vargas *et al.* (1999b) demostraron que la remoción de la chira y la mano falsa en este tipo de plátano no afectan el peso del racimo ni las dimensiones de los frutos (Cuadro 26).

**Cuadro 26.** Variables de producción de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB* cvs. Hartón o Curraré Alto) de acuerdo con el tamaño del racimo en plantas con y sin la retención de la inflorescencia masculina o chira y de la mano falsa. Adaptado de Vargas et al. 1999b. CORBANA 25(52):

Tratamiento	Peso del racimo (kg)	Segunda mano		Última mano <sup>3</sup> comparable (UMC)	
		Grosor <sup>1</sup>	Largo <sup>2</sup>	Grosor <sup>1</sup>	Largo <sup>2</sup>
<b>Hartón alto, racimos de 7 manos</b>					
Con	11,8	63,9	29,5	64,1	24,6
Sin	11,9	62,8	29,7	64,2	25,0
<b>Hartón enano, racimos de 8 manos</b>					
Con	12,2	61,7	29,0	58,8	22,2
Sin	12,3	62,2	29,7	60,1	23,0

1/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 Los valores de grosor y largo corresponden al fruto central de la fila externa). 2/ cm de pulpa a pulpa. 3/ UMC= sétima en el racimo de seis manos y octava en el racimo de siete manos.

## C- ENCINTE

La labor permite definir y programar (Fig. 21), con base a la orientación de la producción (industria o exportación como fruta fresca), el número de racimos en su etapa fisiológica más adecuada a cosechar en un área determinada (estimado de producción), en función de la distancia al mercado y de la época climática de cosecha. Asimismo, es la base fundamental, en el caso del plátano Falso Cuerno o Curraré, para las estrategias de cosecha que consideran, de manera habitual, la edad del racimo como parámetro.

El encinte se realiza semanalmente y cada semana se utilizan cintas de polietileno de diferente color, con una secuencia ajustada de tonalidades, como semanas deba permanecer el racimo en la planta. La cinta se puede anudar en la parte superior del raquis junto con la bolsa de polietileno protectora del racimo (embolse) si la producción se orientara a la exportación o al mercado local como fruta fresca o en el pseudotallo, si fuera para la industria o mercado nacional.

Semana	Color de cinta	Racimos encintados	Cable	Posición
2	azul	26	42	izquierda
2	azul	35	42	derecha
3	rojo	36	42	derecha
3	rojo	10	42	izquierda
4	negra	26	42	izquierda
4	negra	90	42	derecha
5	amarilla	30	42	izquierda
5	amarilla	72	42	derecha
5	amarilla	2	43	izquierda
6	blanca	60	42	izquierda
6	blanca	156	42	derecha
6	blanca	21	43	izquierda
6	blanca	2	43	derecha
7	verde	54	42	izquierda
7	verde	129	42	derecha
7	verde	66	43	izquierda
7	verde	2	43	derecha
8	azul	57	42	izquierda
8	azul	94	42	derecha
8	azul	78	43	izquierda
8	azul	20	43	derecha
9	rojo	72	42	izquierda
9	rojo	121	42	derecha
9	rojo	122	43	izquierda
9	rojo	42	43	derecha
10	negra	99	42	izquierda
10	negra	139	42	derecha
10	negra	206	43	izquierda
10	negra	90	43	derecha
11	amarilla	74	42	izquierda
11	amarilla	81	42	derecha
11	amarilla	204	43	izquierda
11	amarilla	118	43	derecha
12	blanca	78	42	izquierda
12	blanca	70	42	derecha
12	blanca	125	43	izquierda
12	blanca	143	43	derecha
13	verde	53	42	izquierda
13	verde	52	42	derecha
13	verde	127	43	izquierda
13	verde	117	43	derecha

**Figura 21.** Ejemplo de colocación y rotación de cintas por color (seis colores) y por semana para las estimaciones de cosecha.

## E- EMBOLSE

La mayoría de la información sobre el tema ha sido generada en estudios realizados para el cultivo del banano. No obstante, aunque las experiencias realizadas en cultivo del plátano son escasas o están poco disponibles, aquellas que pudieron ser identificadas, se describen en este texto, así como aquellas que, aunque desarrolladas para banano, puedan también ser vinculantes y de importancia para el racimo de plátano.

La práctica del embolse al racimo se inició en el cultivo del banano en el Caribe de Costa Rica en forma experimental en 1963, con el propósito de combatir mecánicamente las infestaciones del trips de la mancha roja (*Chaetanophotrips orchidi* y *C. signipennis*). Las primeras pruebas durante ese año consistieron en determinar el mejor diseño de la bolsa en relación con sus dimensiones, grosor del polietileno y diámetro de las perforaciones. Estas primeras observaciones mostraron que la práctica era sumamente prometedora (Lara, 1970).

Actualmente, la colocación de fundas protectoras de polietileno al racimo de banano y de plátano es una práctica indispensable en la actividad bananera y platanera de exportación como fruta fresca, e incluso en este último caso, también para mercado local. La labor se considera esencial para el mejoramiento, la protección y la presentación del racimo y de sus frutos.

La funda de polietileno protege al racimo contra bajas temperaturas, plagas y del efecto abrasivo de hojas y productos químicos (Daniells *et al.* 1992, Robinson 1996, Chillet y Jannoyer 1996). Su efecto sobre la reducción del intervalo floración-cosecha, el aumento del largo y diámetro de los frutos y del peso del racimo, con respecto a los racimos sin enfundar (Campbell y Williams 1976, Daniells *et al.* 1987, Lara 1970), pese a que fueron resultados secundarios, crearon mayor expectación e hicieron que el embolse se universalizara en el mundo bananero (Soto *et al.* 1992). La reducción de días a cosecha también fue determinada por Daniells *et al.* (1992) pero el peso de racimo solo se incrementó un 9%, cuando la parte terminal de la funda se anudó.

Daza y Cayón (2004) indican que la selección apropiada del color del polietileno empleado para embolsar los racimos de banano y plátano puede ejercer una influencia determinante sobre el desarrollo y la presentación comercial de los frutos de *Musa*.

En plátanos del tipo Falso Cuerno, Cayón (2007) determinó que los racimos de mayor peso fueron obtenidos con el color verde, azul o blanco y que el primero de ellos (verde), superó en un 15% el valor que presentaron para esta variable las fundas de color rojo, negro o amarillo y sin color.

Tanto en banano como en plátano (Daza y Cayón 2004) mencionan que el peso del racimo, la longitud y grosor del fruto de la segunda y última mano y el peso fresco del fruto de la segunda mano fueron mayores con el uso de fundas de color verde, rojo o azul. De acuerdo con Cayón (2007) los frutos que se

desarrollaron a partir de fundas de color azul, transparente o blanco presentan concentraciones superiores de azúcares totales al momento de la cosecha. Así mismo, Daza y Cayón (2006) mencionan que las fundas de color azul (baja y alta densidad del polietileno) en banano, y las fundas de color amarillo o azul (baja densidad del polietileno) en plátano, aceleraron la madurez fisiológica del fruto.

Actualmente, la cobertura de racimos con fundas de polietileno es una práctica indispensable en la actividad platanera para la exportación de fruta fresca y para mercados locales exigentes ya que mejora la apariencia y presentación del fruto.

Considerando la forma y dimensiones del racimos en plátanos del tipo Falso Cuerno las fundas para su protección deber ser de al menos de 40" de ancho y de 55" de largo.

Con el propósito de evaluar bajo condiciones del Caribe de Costa Rica, se desarrolló un estudio con racimos de plátano que consideró el uso de fundas de diferentes colores: 1- azul, 2-rojo y 3- verde; y densidades del polietileno: 1- baja densidad o "transparentes" y 2- alta densidad o "lechosas" (Vargas *et al.* 2010), en todos los casos excepto el color rojo y baja densidad (10,2 micras), con un grosor de polietileno de 12,7 micras. La labor se realizó similar a la que generalmente se usa de forma comercial (tipo semi prematuro) con el embolsado del racimo de plátano cuando este presenta de 3 a 4 brácteas abiertas. No se encontraron diferencias importantes en las variables de producción medidas, aunque al igual que lo indicado por Cayón (2007) los racimos enfundados con el polietileno verde presentaron, independientemente de la densidad del polietileno, una ligera mejoría en el comportamiento productivo.

Considerando la densidad del polietileno, el mayor porcentaje de racimos sin manchas o lesiones tanto en las fundas de color azul como rojo se obtuvo con la funda de alta densidad o "lechosas" (Cuadro 27). No hubo diferencias relacionadas con el color o a la densidad del polietileno para las variables (L\*a\*b\*) de color de la cáscara.

**Cuadro 27.** Variables de producción de racimos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. *Hartón Enano*) embolsados con fundas de polietileno de diferente color y densidad. Adaptado de Vargas *et al.* 2010. *Agronomía Costarricense* 34 (2): 269-285.

Fundas (color <sup>1</sup> y densidad <sup>2</sup> )	Peso del racimo (kg)	Apariencia <sup>3</sup> (%)	Segunda mano		Sexta mano	
			Grosor <sup>4</sup>	Largo <sup>5</sup>	Grosor <sup>4</sup>	Largo <sup>5</sup>
A y BD	13,6	46	52,6	25,3	52,0	22,7
A y AD	13,0	50	53,9	25,0	51,8	22,0
R y BD	13,3	25	52,8	25,5	52,0	22,5
R y AD	13,2	72	53,4	24,4	51,7	22,4
V y BD	13,8	19	52,4	24,7	51,0	22,0
V y AD	13,9	19	51,9	24,2	51,8	22,4

1/Color del polietileno: A=azul, R= rojo, V= verde. 2/ BD= baja densidad, AD= alta densidad. 3/ Porcentaje de racimos sin manchas o lesiones. 4/ Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 5/ cm de pulpa a pulpa.

La apariencia del racimo de plátano fue afectada especialmente con la funda de baja densidad, cuyas lesiones incluyeron los grados 5 (con muchas manchas o lesiones grandes) y 6 (totalmente cubierto de manchas o lesiones-tejido necrosado). Daza y Cayón (2004) indican que en experimentos con bolsas de diferente color hubo una quema generalizada del raquis de los racimos de plátano por el sol, debido al menor dosel de la planta de plátano que favorece una exposición directa a la luz ultravioleta. Ello, en combinación con el agua que se deposita o condensa sobre la bolsa, dada la particular conformación del racimo, provoca la quemadura del tejido. Ante estas consideraciones es probable que la diferencia de 2,5 micras de más en el grosor del polietileno de la funda de alta densidad de color rojo fuera también factor de influencia sobre la mejor apariencia del racimo de plátano con respecto a la bolsa de baja densidad del mismo color.

El efecto del embolse o enfunde con respecto a plagas y enfermedades ha sido evaluado fundamentalmente para el racimo de banano en función de la impregnación en las fundas de sustancias naturales, insecticidas y aditivos, del material de fabricación, del tipo de confección, del color y densidad del polietileno.

No obstante, este efecto también puede ser vinculante al cultivo de plátano y su racimo, al igual que las restricciones de uso, dadas principalmente en función de la impregnación de insecticidas. De estos, solamente están aprobados para su uso en fundas de banano bifentrina (piretroide) y piriproxifen (derivado de la piridina e inhibidor del crecimiento de insectos). Otros insecticidas de impregnación ampliamente usados como el clorpirifos (organofosforado) y la buprofesina (triazina) no están en la actualidad disponibles para su uso en la actividad bananera por problemas de límites máximos de residuos. En ambos casos, su uso como insecticida de impregnación en la funda estuvo dado en función de su efecto depresor sobre cochinillas (*Pseudococcus* spp.) y escamas (*Diaspis boisduvalli*), donde el segundo insecticida (buprofesina) fue en su momento el reemplazo del primero (clorpirifos). No obstante, la buprofesina también presentó problemas y fue sustituido por el piriproxifen, el cual, junto con la bifentrina, se utiliza actualmente en la actividad bananera, principalmente para el control de cochinillas y escamas. Sin embargo, tanto clorpirifos como buprofesina se mencionan en este texto, dado que al cumplir una función insecticida similar a la de piriproxifen, es posible asociar este último con los resultados obtenidos con los dos primeros en los trabajos de investigación, en los cuales se consideró su presencia, básicamente por su función como testigos o comparadores.

Fundas impregnadas con la mezcla bifentrina+ piriproxifen también forman parte de la oferta y su uso, así como el de estos dos insecticidas por separado, debe ser lo más sensata posible y en la medida de las posibilidades, establecer estrategias de rotación para evitar problemas de resistencia.

La impregnación de fundas con sustancias naturales como chile (*Capsicum* spp.) en mezcla con ajo (*Allium sativum*) fue una de las mezclas consideradas.

En las diferentes ocasiones en que se evaluó esta funda (Corporación Bananera Nacional 2004b) su desempeño estuvo entre los mayores promedios de daño por trips de la flor, de gusano basurero en conjunto con aquella sin insecticida y las impregnadas con clorpirifos. En todos los casos la funda impregnada con bifentrina presentó los menores valores de daño por trips y de gusano basurero. Una situación similar ocurrió en otras evaluaciones (Corporación Bananera Nacional 2005a) donde los racimos con fundas impregnadas con una mezcla de chile y ajo en diferentes concentraciones (15 y 2,5%) presentaron valores promedio altos de trips de la flor en conjunto con aquellas sin insecticida o impregnada con clorpirifos. Al igual que en las otras ocasiones, los frutos de racimos cubiertos con la funda impregnada con bifentrina mostraron valores más bajos de trips de la flor al igual que aquellos cubiertos con la funda de polipropileno. Adicionalmente, trabajos posteriores en los que se incorporó a la mezcla de chile (*Capsicum spp.*) y ajo (*Allium sativum*) y diferentes sustancias naturales en varias concentraciones como el clavo de olor (*Syzygium spp.*) del cual se obtiene el eugenol, la pimienta negra (*Piper nigrum*) y la canela (*Cinnamomum spp.*) así como de elementos como azufre, los frutos protegidos con fundas impregnadas con sustancias naturales no tuvieron un control de plagas comparable al que ejercieron aquellas impregnadas con productos de síntesis química. De estos últimos la bifentrina redujo la presencia y el daño del trips de la flor y del gusano basurero mientras que el clorpirifos controló las cochinillas y el azufre tuvo un efecto positivo en la reducción del daño por speckling.

La adición de eugenol o de clavo de olor a la mezcla de chile y ajo (Cubillo y Laprade 2008b) solo mejoró el control de trips de la flor y de colaspis (*Allocolaspis ostmarki*) con respecto a la funda impregnada con clorpirifos. En todos los casos la mejor alternativa estuvo constituida por la funda impregnada con bifentrina. En ambos casos los frutos de los racimos con fundas impregnadas con productos naturales presentaron un daño por gusano basurero similar a los protegidos con la funda con clorpirifos. La funda impregnada con bifentrina controla lepidópteros y áfidos, pero no las escamas y las cochinillas (Corporación Bananera Nacional 2004b, Corporación Bananera Nacional 2005b, Cubillo y Laprade 2006b, Cubillo y Laprade 2008b). Por el contrario, estos dos últimos presentan una menor incidencia con las fundas impregnadas con clorpirifos (Villalobos 2011). Adicionalmente, para su combate es necesario realizar otras prácticas como la limpieza de vainas secas o “desburille”, la aplicación de detergentes y principalmente favorecer la presencia de sus enemigos naturales.

La búsqueda de nuevas alternativas a la bifentrina, con el objetivo de disponer de opciones adicionales, que permitan además del control de insectos, la prevención del desarrollo de resistencia contempló la evaluación de buprofesin (Cubillo y Laprade 2006a). Este insecticida afecta la viabilidad de los huevos y la formación de quitina en el estado de ninfa de los homópteros. Sin embargo, la funda impregnada con buprofesin no fue superior a la bifentrina en el control del trips de la flor ni del gusano basurero. Tampoco redujo la presencia de áfidos y no fue diferente en el caso de las cochinillas de aquella con solo bifentrina.

Fundas impregnadas con bifentrina con compuestos capaces de iniciar la biodegradación del polietileno mediante la adición del aditivo Oxo biodegradable (d<sub>2</sub>w®), fueron evaluados por Cubillo y Laprade (2008a) en comparación con fundas impregnadas solo con bifentrina o solo con clorpirifos. La funda con el aditivo Oxo biodegradable mostró el mayor daño de colaspis y áfidos que los insecticidas bifentrina y clorpirifos sin aditivo. La mayor presencia de cochinillas se produjo en las fundas con bifentrina en comparación con el clorpirifos y la de cucarachas (*Periplaneta* spp.) con las fundas bifentrina + Oxo y clorpirifos con respecto a la bifentrina sola. A la cosecha del racimo, la funda Oxo biodegradable no había iniciado la biodegradación, situación que se mantuvo por un mes más en las tres condiciones en que se evaluó luego de la cosecha (en el pseudotallo, con restos vegetales y enterrados en el suelo). La impregnación de azufre a la funda como aditivo redujo la severidad de speckling (Cubillo y Laprade 2006a, Villalobos 2011) y el daño causado por trips y cochinillas (Villalobos 2011).

De manera general las fundas que se evaluaron con relación a la incidencia de plagas y enfermedades no afectaron, salvo algunos pocos casos que se mencionarán a continuación (polipropileno y polietileno no perforada), el peso del racimo ni las dimensiones de los frutos (Cubillo y Guzmán 2004, Corporación Bananera Nacional 2004 a y b, Corporación Bananera Nacional 2005c, Villalobos 2011).

Investigaciones con diferentes materiales (Cubillo y Guzmán 2004, Corporación Bananera Nacional 2004 a y b) determinaron que la funda de polipropileno propició menor incidencia y severidad de speckling (principalmente *Colletotrichm* spp. y *Fusarium* spp.), paño (*Chloridium musae*), pudre suave del dedo (*Pectobacterium caratovora*) y lepidópteros (*Pyroderces rileyi*) pero más cantidad de fumagina (*Capnodium* spp.), áfidos (*Pentalonia nigronervosa*) y cochinillas (*Pseudococcus* spp.) que la funda de polietileno. Los anteriores autores indican que debido al costo de la funda de polipropileno (casi el doble de la de polietileno) se debe considerar un manejo especial al momento de la cosecha para evitar el rasgado y deterioro dado que su reutilización es vital y necesaria para reducir el costo.

Las fundas confeccionadas sin perforaciones (Villalobos 2011), a pesar de que en promedio aumentaron el peso del racimo y las dimensiones de los frutos con respecto a las perforadas, presentaron en contraste mayor incidencia y severidad de speckling y de otras enfermedades como paño, pudrición suave del fruto y moquillo (*Ralstonia solanacearum*).

El mismo autor indica que el color de la funda influyó en la incidencia de daño por insectos, donde las fundas de color rojo (baja densidad) y transparente fotosensible presentaron respectivamente menor daño de cochinillas, así como de áfidos de trips (*Frankliniella párvula* y chichera (*Hermetia illucens*; en comparación con aquellas de los colores azul y celeste, respectivamente. En adición (Staver et al. 2024), indicaron que algunos colores se conocen como atractivos para ciertas pestes y deben evitarse. Por ejemplo, el color azul atrae

a los trips de la de la flor. Las fundas azules son las comúnmente usadas, pero experimentos han mostrado que las fundas de color verde presentan 20% menos posturas de huevos de trips de la flor que las fundas azules. Por el contrario, fundas de color amarillo atraen áfidos y moscas blancas. La densidad del polietileno no influyó en la incidencia de plagas y enfermedades.

Bajo las condiciones agroclimáticas propias del Caribe costarricense y de la metodología empleada en el desarrollo de los experimentos, los resultados obtenidos son claros en demostrar que no hubo diferencias importantes del color (excepto para el color verde) ni de la densidad del polietileno sobre la productividad de los racimos de plátano, así como las dimensiones del fruto. La apariencia del racimo de plátano debe ser mejorada en función de la selección adecuada del tamaño de la bolsa, su adecuada colocación, la densidad y color del polietileno usado y los insecticidas impregnados. En zonas con muy alta luminosidad y considerando la problemática de hojas de la planta de plátano a la cosecha, podría considerarse el uso de fundas transparentes con una mayor densidad del polietileno (20,3 micras) con aditivos para filtrar la luz ultravioleta e infrarroja (transparente fotosensible) cuyas características generales fueron descritas para banano por Vargas y Valle (2011).

## VIII-DENSIDAD DE POBLACIÓN Y RESPUESTA DE CULTIVARES

La densidad de población es uno de los aspectos que más influyen sobre los rendimientos y la vida útil de las plantaciones. Estudios comparativos con el cultivar Hartón de porte alto (primer ciclo de cultivo) cultivado en baja o alta densidad de población, indican que el aumento en la cantidad de plantas de 1.600 a 2.857 y 3.333 plantas ha<sup>-1</sup> (Vargas 1994) redujo en promedio el peso del racimo en 1,1 kg (2.857 plantas) y 1,4 kg (3.333 plantas), aumentó en 14 y 25 días de siembra a cosecha, no afectó de manera importante la cantidad de cajas obtenida de un racimo (ratio) e incrementó la productividad en promedio, de 681 cajas en la baja densidad, a 1.007 y 953 cajas de 23,6 kg netos con la altas densidades (389 y 272 cajas más). (Cuadro 28).

**Cuadro 28.** Crecimiento, productividad y consideraciones económicas en plátano de primer ciclo (Musa AAB, cv. Hartón de porte alto) sembrado en un arreglo tradicional de plantación en comparación con un manejo en alta densidad. Adaptado de Vargas 1994. CORBANA 19(42): 17-24.

	Sistema de cultivo		
	Tradicional <sup>1</sup>	Alta densidad <sup>2</sup>	Alta densidad <sup>3</sup>
Plantas por ha	1.600	2.857	3.333
Altura (m) de la planta a la floración	3,9	4,3	4,6
Días a la floración	259	266	276
Días de la floración a la cosecha	77	84	85
Días de la siembra a la cosecha	336	350	361
Número de hojas a la cosecha	6	6	5,6
Peso (kg) del racimo	14,8	13,7	13,4
Número de frutos por racimo	31,7	29,6	29,7
Número de manos por racimo	5,0	4,8	4,6
Número de cajas por racimo ("ratio")	0,52	0,50	0,47
Número de cajas de 23,6 kg netos/ha h	681	1.070	953
Precio FOB (1993) /caja de 23,6 Kg	9,0	9,0	9,0
Costo total/ha (US dólar)	4.768	6.857	6.312
Ingreso neto por hectárea (US dólar)	1.361	2.773	2.265

1/ Tradicional: 2,5m x 2,5m. 2/ Alta densidad: 3,0m entre dobles surcos, 1,0 m entre hileras y 1,75m entre plantas  
3/ Alta densidad: Triángulo 3,0 x 2,0 m (dos plantas por punto de siembra)

Comportamientos similares fueron descritos por Pérez (1994) en el mismo cultivar antes mencionado y por Céspedes y Suárez (2005) para el cultivar del tipo Falso Cuerno Macho x Hembra para incrementos de 1.956 a 2.858 y de 2.000 a 3.500 plantas por ha, respectivamente. Estos últimos autores indican, sin embargo, que conforme aumentó la densidad hubo una reducción de los frutos de primera calidad, dada principalmente por una reducción en el largo. Ante tal perspectiva y con el propósito de determinar la magnitud de la reducción productiva con el aumento en la densidad de población se desarrolló un estudio (Vargas 2020) que consideró dos densidades de siembra por ha, una

baja (1.600 plantas) y otra alta (2.500 plantas) en conjunto con dos cultivares del tipo Falso Cuerno de los fenotipos Hartón (cv. Hartón) y Dominico Hartón (cv. Dominico Hartón) (Fig. 22).



**Figura 22.** Cultivares de plátano (presentados de izquierda a derecha) de los fenotipos Dominico Hartón (Musa AAB, cv. Dominico Hartón) y Hartón o Curraré (Musa AAB, cv. Hartón).

Los valores de las diferencias que se generaron con cada uno de los cultivares en función de la densidad de población para el número de hojas a la floración no fueron de una magnitud importante. De manera general, las plantas de plátano cultivadas en alta densidad de población presentaron un pseudotallo más alto y menos grueso que aquellas en baja densidad, tal y como lo indican Vargas (1994) y Pérez (1994). Este comportamiento sería en la alta densidad, consecuencia de la mayor cantidad de unidades de producción por área que ocasiona una mayor competencia de las plantas por luminosidad. Ambos cultivares presentaron una similar cantidad de días a la floración entre ellos, así como entre densidades de población (Cuadro 29).

**Cuadro 29.** Variables de crecimiento a la floración de dos fenotipos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cvs. *Dominico Hartón* y *Hartón o Curraré*) en baja (1.600 planta/ ha) y alta (2.500 plantas/ ha) densidad de población (primera generación). Fuente: Vargas 2020. CORBANA 46(66): 81-96.

	Plantas ha <sup>-1</sup>	Cultivares			
		Experimento 1		Experimento 2	
		Dom. <sup>1</sup> Hartón	Hartón	Dom. Hartón	Hartón
No. de hojas	1.600	11,7	12,0	13,5	13,3
	2.500	11,4	11,6	13,0	12,8
Altura (m)	1.600	3,2	3,1	2,9	2,9
	2.500	3,3	3,3	2,9	2,8
Grosor cm)	1.600	21,4	20,8	20,1	18,8
	2.500	21,4	20,0	19,2	17,8
Días <sup>1</sup>	1.600	280	276	302	298
	2.500	281	281	304	293

1/ Intervalo de siembra a floración.

Se observó una cantidad similar de hojas a la cosecha tanto entre cultivares como entre las densidades alta y baja de población. Este comportamiento podría deberse a una uniformidad del microclima, asociada a la reducción del dosel luego de la floración, aspecto que habría sido favorecido, en ambas densidades, por el control químico de la enfermedad.

En la mayoría de los casos no se determinaron diferencias de magnitud importante entre densidades de población para el peso del racimo, el número de manos y la cantidad de frutos, pero en todos estos casos hubo una ligera reducción de las variables con la alta densidad, condición que también señalaron Gómez *et al.* (2006). Dichos autores indican que el racimo y sus componentes fueron afectados de manera inversa, al igual que lo señalado por Ulloa (2017), con el aumento de la densidad de población.

Cabe destacar, sin embargo, que en aquellos casos donde se presentaron diferencias, el detrimento de la alta densidad ocurrió sobre el cultivar *Dominico Hartón*, básicamente como consecuencias de un menor número de frutos por racimo. Esta particularidad también es señalada por Céspedes y Suárez (2005), quienes observaron en el cv. *Macho x Hembra* reducción en el peso del racimo y en el número de frutos con el aumento de la densidad de población. Dado que este cultivar, de acuerdo con Belalcázar (1991) correspondería en otros países de América con la denominación de *Dominico Hartón* (Colombia) y *Maricongo* (Puerto Rico), dicha condición sería entonces vinculante para aquellos materiales del fenotipo *Dominico Hartón*, en los cuales, el aumento en la densidad de población, a diferencia del fenotipo *Hartón*, ocasionaría una reducción en cantidad de frutos por racimo y por consiguiente en el peso de este. No obstante, la reducción antes indicada sería ampliamente compensada por la cantidad adicional de racimos (900 racimos) obtenidos con la densidad

más alta por Ulloa (2017).

El menor peso del racimo, de manos y de frutos en el cv. Hartón con respecto al cv. Dominico Hartón es un aspecto productivo congruente con lo indicado por Vargas (2020) entre materiales del tipo Falso Cuerno. Este resultado se obtuvo en todos los casos sin la eliminación de manos inferiores o desmane (Cuadro 30).

**Cuadro 30.** Variables de producción a cosecha de dos fenotipos de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cvs. Dominico Hartón y Hartón o Curraré) en baja (1.600 plantas ha/) y alta (2.500 plantas/ha) densidad de población (primera generación). Fuente: Vargas 2020. CORBANA 46(66): 81-96.

	Plantas ha <sup>-1</sup>	Cultivares			
		Experimento 1		Experimento 2	
		Dom. <sup>1</sup> Hartón	Hartón	Dom. Hartón	Hartón
Hojas	1.600	4,7	5,0	3,7	4,1
	2.500	5,0	5,3	4,0	4,3
Pr <sup>2</sup> (kg)	1.600	16,3	11,7	15,7	11,6
	2.500	16,0	10,9	13,5	11,1
Manos	1.600	6,8	6,2	6,6	6,1
	2.500	6,7	6,1	6,4	5,9
Frutos	1.600	46,7	26,8	48,7	26,5
	2.500	45,2	25,5	43,1	24,7

1/ Dominico Hartón. 2/ Peso del racimo.

El comportamiento de las dimensiones del fruto (Cuadros 31 y 32) decreció del cv. Hartón al cv. Dominico Hartón, aspecto ya señalado entre estos cultivares por Vargas *et al.* (2005). Esta condición es primordial para identificar y direccionar de manera general la orientación de mercado de cada uno de los cultivares. De ese modo, el cv. Hartón (incluido dentro del Fenotipo Hartón) con frutos más gruesos y largos podría cultivarse tanto para la exportación como fruta fresca como para la industria o el mercado local. Los materiales de frutos más delgados y cortos como el Dominico Hartón (incluido dentro del Fenotipo Dominico Hartón) podrían orientarse ya sea a la industria y de forma secundaria a la exportación o al mercado local.

**Cuadro 31.** Grosor<sup>1</sup> (treintaidosavos de pulgada) del fruto central de la fila externa en manos seleccionadas de dos cultivares de plátano (*Musa AAB*) sembrados en dos densidades de población. Fuente: Vargas, 2020. CORBANA 46(66): 81-96.

M <sup>2</sup>	Plantas ha <sup>-1</sup>	Cultivares			
		Experimento 1		Experimento 2	
		Dominico Hartón	Hartón	Dominico Hartón	Hartón
2 <sup>da</sup>	1.600	53,8	57,6	55,7	59,6
	2.500	55,0	56,7	54,5	59,2
4 <sup>ta</sup>	1.600	54,3	56,8	53,9	58,2
	2.500	54,7	56,3	54,0	57,7
6 <sup>ta</sup>	1.600	52,3	54,8	41,8	57,6
	2.500	52,3	54,8	41,1	57,1

1/Medido en mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 2/ Manos posicionales seleccionadas en el racimo.

**Cuadro 32.** Largo<sup>1</sup> (cm de pulpa a pulpa) del fruto central de la fila externa en manos seleccionadas de dos cultivares de plátano (*Musa AAB*) sembrados en dos densidades de población. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 46(66): 81-96.

M <sup>2</sup>	Plantas ha <sup>-1</sup>	Cultivares			
		Experimento 1		Experimento 2	
		Dom. Hartón	Hartón	Dom. Hartón	Hartón
2 <sup>da</sup>	1.600	24,7	27,0	24,7	26,9
	2.500	24,3	26,7	24,3	26,6
4 <sup>ta</sup>	1.600	22,7	25,7	22,5	25,4
	2.500	23,1	25,3	22,3	25,7
6 <sup>ta</sup>	1.600	21,8	23,7	21,2	23,9
	2.500	21,9	23,0	20,8	23,5

1/Medido de pulpa a punta. 2/ Manos posicionales seleccionadas en el racimo

De acuerdo con la experiencia acumulada una población de 2.500 plantas/ha se puede considerar óptima para el inicio de siembras en productores con poca experiencia en el aumento de la densidad de población. Aumentos en ésta, se deben realizar en etapas, con base al conocimiento y la experiencia de manejo adquirida. Bajo este concepto, existen densidades y arreglos que han mostrado a nivel comercial su bondad y que se han considerado como exitosos por diferentes productores (Cuadro 33, Fig. 23).

**Cuadro 33.** Altas densidades de población y arreglos espaciales utilizados con éxito por diferentes productores de plátano (*Musa AAA*, cv. *Curraré alto*) en Costa Rica. Fuente: A. Vargas, A. Datos no publicados.

Distancia de siembra	Arreglo espacial	Plantas / ha
2,0 m x 2,50	Cuadro	2.000
2,0 m x 2,0 m	Cuadro	2.500
3,0 m (EDS) * 1,0 m (EH) x 2,00 m (EP)	Doble surco	2.500
3,0m (EDS) x 1,0 m (EH) x 1,80 m (EP)	Doble surco	2.777
3,0m (EDS) x 1,0m (EH) x 1,75 m (EP)	Doble surco	2.857
2, 0 m x 2,0m	Triángulo	2.875
2,75 m x 1,25 m	Cuadro	2.909
2,50 m x 1,30 m	Cuadro	3.077
3,0m (EDS) x 1,32 m (EH) x 1,50 m (EP)	Doble surco	3.086

EDS: distancia entre dobles surcos, EH: distancia entre hileras de un mismo doble surco, EP: distancia entre plantas



**Figura 23.** Altas Densidades de población usadas en plátanos (*Musa AAB*) del tipo *Falso Cuerno* con éxito por agricultores: A- 2.500, B- 2.777, C- 2.900, D- 2.900, E- 3.077 y F- 3.086 plantas/ ha.

Un área de plátano sembrada con una densidad de población adecuada y plantas vigorosas y uniformes requiere un combate eficiente de maleza durante los primeras 16 a 20 semanas después de la siembra. Luego, la cobertura del dosel y la deposición de los residuos de deshoja y principalmente aquellos de cosecha serán los encargados del control de las malezas. En las etapas del cultivo en que dicha labor sea requerida puede ser realizada mediante chapeas mecánicas con machete o motoguadaña. También es posible el uso de herbicidas aprobados para musáceas como glifosato, diquat, oxiflurofen (preemergencia) y gflufosinato de amonio (Bolaños *et al.* 2017) en todos los casos con el equipo de protección adecuado.

Es importante considerar en las zonas del país (Siquirres, Limón, Matina, Talamanca y la zona Sur) donde la calidad del agua no es la óptima (descripción en Capítulo XII) y que afecta en gran medida la eficiencia del glifosato, la adición a la mezcla de sulfato de amonio (previamente disuelto) y un surfactante e hipotensor como por ejemplo Cosmo-in®. Sin embargo, como se dice comúnmente en el medio platanero (Rosales *et al.* 2008) “una plantación sana y vigorosa de plátano en alta densidad de población es el mejor herbicida”

Una de las causas que más inciden sobre la productividad de una plantación en alta densidad de población es la ocurrencia de plantas atrasadas, donde por el aumento paulatino del dosel dado por las plantas con crecimiento normal, deprime el desarrollo y producción de plantas vecinas con retraso de crecimiento. En la búsqueda de alternativas que pudiesen mitigar el problema, Vargas y Acuña (2002) evaluaron en este tipo de plantas el efecto de la aplicación exógena (asperjada o inyectada) de ácido giberélico ( $AG_3$ ). De acuerdo con los anteriores autores, la aplicación temprana de  $AG_3$  no modificó de manera favorable el comportamiento vegetativo ni la expresión productiva de las plantas de plátano e indican la dificultad que existe para homogenizar plantaciones de plátano provenientes de cormos y con una alta densidad de población mediante la aplicación de este regulador de crecimiento. Añaden que, por ello, la desuniformidad entre plantas debe prevenirse fundamentalmente a la siembra, mediante la utilización de semilla uniforme, sana y con procesos de desinfección y siembra apropiados y en los ciclos sucesorios por una deshija por uniformidad tipo plátano y no por vigor (altura) y posición tipo banano.

## IX-SUELOS, DRENAJES E IRRIGACIÓN

Las principales áreas de producción platanera están ubicadas en la Vertiente Atlántica y en el Pacífico Sur del país (Fig. 24) y presentan diferentes características fisiográficas y edáficas. Estas diferencias han permitido, en la Vertiente Atlántica, la identificación de dos zonas denominadas Oeste y Este, cuya separación natural está constituida por el río Reventazón (Jiménez 1972, Lara 1970). Una tercera zona se ubica al Sur del país, que excepto por diferencias en el clima, comparte con la zona Este, las características de suelo que se mencionan a continuación.



**Figura 24.** Principales zonas de producción de musáceas en el país

Los suelos de la zona Oeste se originaron principalmente por el desbordamiento de los ríos Parismina, Guácimo, Cristina, Bosque, Santa Clara, Tortuguero, Guápiles, Toro Amarillo, Desenredo, Chirripó, Sucio y Puerto Viejo. Se caracterizan por haberse formado principalmente por coladas de lava, rocas piroclásticas, rocas andesíticas, lahares pequeños, basaltos, ignimbritas y cenizas del cuaternario (Dondoli *et al.* 1968). Debido al tipo de material parental se consideran de baja fertilidad (Jiménez 1972). De acuerdo con Holdrige (1964) y Tosi (1969) esta región se encuentra dentro de las zonas de vida definidas como Bosque muy Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Premontano.

Los suelos de la zona Este se originaron a partir de partículas provenientes de depósitos marinos clásticos finos y calizas (Dondoli *et al.* 1968) arrastradas principalmente por los ríos Reventazón, Pacuare, Matina, Madre de dios, Chirripó, Banano, Bananito, Estrella y Sixaola. Presentan una fertilidad natural más alta que aquellos de la zona Oeste (Jiménez 1972). De acuerdo con Holdrige (1964) y Tosi (1969) esta área se ubica dentro de las zonas de vida

definidas como Bosque Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Premontano.

Los suelos de la zona Sur se han formado de materiales muy similares a los de la zona Este, por provenir de las mismas formaciones geológicas de la cordillera de Talamanca. Los ríos Parrita, Naranjo, División, Barú, Sierpe, Grande de Térraba, Esquinas y Coto han sido los más influyente en la formación de estos suelos. Sin embargo, la zona muestra una distribución de lluvias muy diferente a las otras dos, con períodos definidos secos donde se hace necesario la aplicación de agua por medio de irrigación, así como un mayor brillo solar. Adicionalmente algunas áreas presentan contenidos excesivos de Cu que fueron inducidos por un uso intensivo de estrategias de combate de enfermedades foliares en banano.

López y Solís (1991) señalan la presencia de desequilibrios de las relaciones K-Ca-Mg en los suelos de las zonas estudiadas, con una mayor cantidad de K con respecto a los contenidos de Ca y de Mg en la zona Oeste, de Mg en la zona Sur, en contraste con la mayor cantidad de Ca y de Mg con respecto al contenido de K que ocurre en la zona Este.

### **PREPARACIÓN PARA LA SIEMBRA INICIAL**

En cualquier proceso productivo la preparación del suelo es fundamental para obtener los mejores rendimientos. En plátano, para el inicio de la primera siembra el suelo puede prepararse de la manera tradicional (manual) o mecanizada (maquinaria agrícola). Esta labor se realiza únicamente el primer año, ya que una vez establecido el sistema no es necesario repetir el proceso. Debe efectuarse preferiblemente bajo condiciones de clima y suelo secos.

Si el terreno lo permite o es de topografía quebrada y no existe compactación, se puede prescindir de ambos y proceder directamente al hoyado. Si el suelo estuviera compactado (previo estudio o determinación práctica de campo) es necesario considerar el uso de subsoladores ya sea acoplados a tractores o a retroexcavadoras para luego arar, rastreas y considerar la conformación de domos o de camellones en conjunto con la red de drenajes o el sistema de irrigación.

De acuerdo con Bolaños (2011) el domo consiste en la distribución entre canales terciarios consecutivos, del suelo extraído de la construcción de estos y del canal secundario. El objetivo consiste en eliminar los depósitos o “empozamientos” de agua, así como el uso de pequeños canales dentro del área de siembra denominados “gavetas” y mantener el nivel freático a una profundidad conveniente mayor de 120 cm. Se recomienda construir el domo en suelos arcillosos mal estructurados que es donde se presentan problemas serios de drenaje superficial. No se recomienda conformar domos en suelos muy permeables del tipo arenoso o en suelos de “lomas rojas” ya que estos tienen un buen drenaje natural. En suelos con ocurrencia de texturas franco-arenosas y de poca profundidad se pueden también construir camellones, estructura

muy similar a la usada para la siembra de hortalizas. Una vez listo el terreno se procede al trazado y estaquillado del área donde se debe seleccionar el sistema de siembra, ya sea en hilera sencilla o en doble surco.

## TRAZADO DE LA PLANTACIÓN

Con la hilera sencilla, en cada ciclo de renovación las nuevas plantas se trasladan a la entrecalle, donde los residuos de cosecha y deshoja se ha ido acordonando previamente, a través del tiempo, a ambos lados de la calle y manteniendo el área central para la renovación limpia.

Las plantas en este sistema, al estar uniformemente distribuidas entre sí, reducen el agobio durante su crecimiento con una mitigación importante del riesgo por fractura o volcamiento. Sin embargo, cuando después del primer ciclo, se hace necesario el aseguramiento o apuntalamiento con cuerdas de polipropileno (“piola”) en la mayoría de la plantación, hay un alto gasto de material y el riesgo, de que una planta arrastre por caída a su vecina y así sucesivamente, provocando de esta forma un efecto destructivo y generalizado conocido como “efecto dominó” está muy presente.

Con el doble surco o doble hilera, también es posible realizar la renovación, con las mismas recomendaciones de la deposición de residuos, en el entresurco y gracias a su mayor entrecalle se puede acceder más ordenadamente a la plantación y a sus labores (apuntala, embolse, encinte, cosecha, etc.), con un combate de la Sigatoka negra más eficiente. Dado su ordenamiento un gran porcentaje de las inflorescencias son emitidas hacia la entrecalle o “callejón” facilitando las labores precosecha ya mencionadas. Este mismo agobio de la planta hacia el mayor espacio vacío o “callejón”, más “elástico” en los cultivares alto y más “rígido” en aquellos de porte bajo, provoca un alto riesgo de volcamiento, una vez que el racimo gana peso por su desarrollo.

En muchas ocasiones se hace necesario el apuntalamiento desde el primer ciclo, pero con dos ventajas, la primera es que dado que la labor se realiza dentro del mismo doble surco donde el gasto de cuerda o “piola” es mucho menor y además se reduce de manera importante el riesgo del “efecto dominó” o caída simultánea de plantas por el arrastre sucesivo de una sobre la otra. En ambos casos y modificando de antemano las distancias, principalmente entre plantas, se puede mantener al renovar el trazado original ya sea trasladando dentro de la misma hilera sencilla o de la doble hilera, la postura de siembra en medio de las dos plantas cosechadas.

## HOYADO Y SIEMBRA

Esta labor se puede hacer en forma manual mediante un palín o una pala de cabo largo. La dimensión del hueco depende del volumen del cormo o planta designado. Se debe tener presente que el sistema radical del plátano es superficial y lateral por lo que es recomendable aumentar el ancho del hoyo, principalmente en suelos de texturas pesadas y, mantener la profundidad, de

acuerdo las dimensiones del material de siembra. En cormos se acostumbra a depositar la semilla en el hoyo a una profundidad que permita cubrirla con al menos dos a tres pulgadas de tierra. Las plántulas por su parte se colocan procurando que tanto el cormo, las raíces y una pequeña porción del pseudotallo queden tapados por suelo.

Con altas densidades es fundamental la clasificación de los cormos o las plántulas por tamaño. Esta es una práctica esencial que asegura la sincronización del crecimiento en el campo para permitir cosechas en el menor tiempo posible (Rosales *et al.* 2008) y evitar la desuniformidad interna de plantación.

## DRENAJES

Con las obras de drenaje agrícola se pretende evacuar el exceso de agua superficial e interna del suelo y proporcionar de esa manera una condición adecuada para el desarrollo de la planta. Esto es muy relevante para la planta de plátano que es más sensible a los excesos de humedad que la planta de banano. De acuerdo con Rodríguez y Barrigh (1979) las raíces de plátano penetran a una profundidad mayor de 1 metro si el suelo tiene buena aireación. Fluctuaciones en la tabla de agua de hasta 0,6 m causan severos daños al sistema radicular. Con la instalación de drenajes en general se trata de crear el medio adecuado para el normal desarrollo de la planta. De allí que el drenaje principal para plátano debe hacerse a una profundidad de 1,5 metros. En general, las condiciones de mal drenaje tienden a favorecer el desarrollo de enfermedades y plagas, además de limitar la absorción de nutrimentos y agua.

De acuerdo con su distribución en el campo, el sistema de drenajes está formado por canales primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios o “gavetas”. Los drenajes primarios y secundarios se encargan de transportar fuera de la finca el agua extraída por los drenajes terciarios, quienes a su vez se encargan del control del nivel freático. Las “gavetas” por su parte, controlan las aguas superficiales, evitan el encharcamiento y previenen la formación de “costras”, que obstaculizan la infiltración del agua superficial. Sus dimensiones deben de ser las mínimas que permitan un movimiento adecuado de las aguas superficiales.

Las fluctuaciones del nivel freático se relacionan directamente con los eventos de lluvia, los cuales son impredecibles, por lo que es recomendable, previo al diseño y construcción del sistema de drenaje, la instalación de un sistema de pozos de observación. Estos proporcionan información directa de la variación del nivel freático a través del tiempo en relación con el tipo de suelo.

La cantidad de pozos requerida por área depende de la homogeneidad textural y topográfica del terreno. En términos generales, se recomienda un pozo cada 2 a 4 hectáreas. Para su construcción se utiliza tubo PVC (pared delgada) de 31 mm (1 1/4 pulgada) de diámetro con una longitud de 2,0 m y perforado cada 0,10 m con una broca de 6,4 mm (1 1/4 pulgada).

Para su instalación se requiere perforar en el terreno con un barreno tipo

holandés hasta 1,90 m de profundidad; se introduce el tubo plástico perforado, cubierto con material de nylon (sacos usados de fertilizante) para prevenir la obstrucción de las perforaciones. Una vez introducido se recomienda llenar el espacio entre el tubo y la pared del hoyo con arena gruesa o grava fina para facilitar el flujo del agua. Es importante impermeabilizar el área del tubo a nivel del suelo para impedir que el agua de escorrentía cause aumentos en el nivel de medición y provoque lecturas falsas del nivel freático.

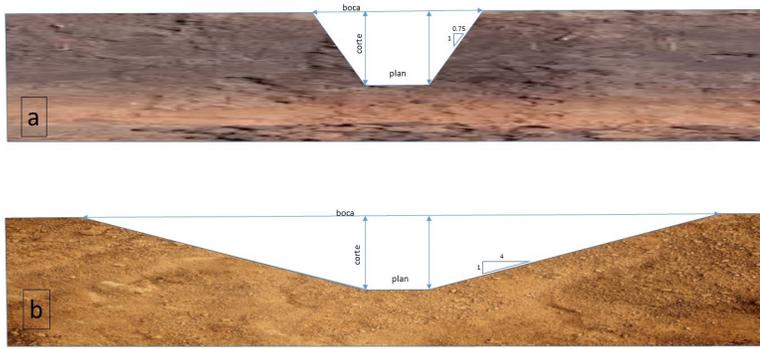
Se deben realizar dos observaciones por semana, con excepción de períodos de transición de la época seca a lluviosa y viceversa, lapsos en los cuales las observaciones deben de realizarse diariamente. Es importante complementar los datos obtenidos de los pozos de observación con las lecturas de precipitación diaria tomadas en la finca o en alguna estación meteorológica cercana. Luego de la construcción del sistema de drenaje, los pozos de observación deben ser reubicados como control para el óptimo funcionamiento del sistema.

Los altos costos de mantenimiento y las pérdidas de áreas por la construcción de canales se asocian directamente con sus dimensiones. Cuando se utilizan dimensiones mayores a las recomendadas (sobrediseño) se pierde una mayor área efectiva para el cultivo y se aumenta el área de mantenimiento de canales. Cuando se emplean dimensiones menores a las recomendadas (subdiseño) ocurre caída de taludes y por ende, aumentan los costos de mantenimiento. El talud o inclinación de las paredes de los canales depende del tipo de suelo. Los datos del Cuadro 34 se presentan como referencia.

**Cuadro 34.** Talud de los canales de tierra según el tipo de suelo. Adaptado de Aguirre (1974).

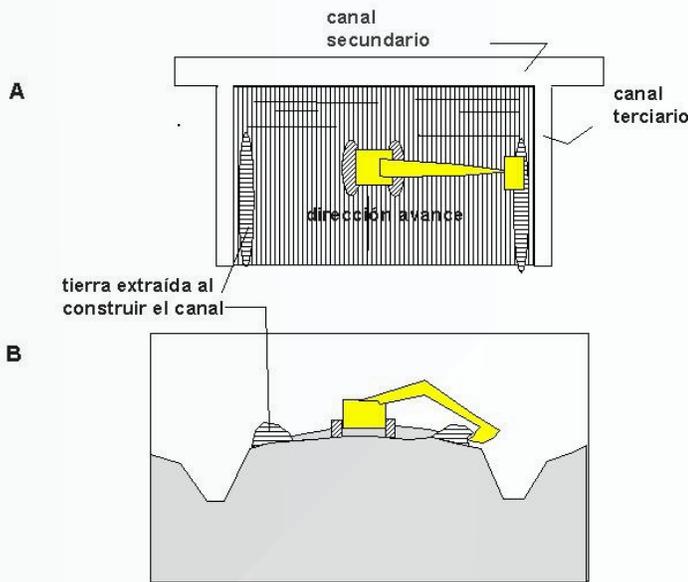
Tipo de suelo	Unidades horizontales por cada unidad de profundidad
Arcilla consistente, francos	0,75 - 2
Arcillo arenosos y arcillo cohesivos	1,5 - 2,5
Arenosos sueltos	2 - 4
Franco arenosos	2 - 3

De acuerdo con el cuadro anterior y a modo de ejemplo, en un suelo arcilloso consistente, por cada metro de profundidad o 'corte', las paredes del zanja a cada lado de la base o 'plan' del canal deberán desplazarse 0,75 m en dirección horizontal para obtener la inclinación adecuada del talud. Por el contrario, en un suelo arenoso suelto, el desplazamiento horizontal por cada metro de profundidad o "corte" deberá ser de 4,00 m para obtener la inclinación adecuada del talud (Fig. 25). Es importante considerar que a los drenajes construidos se les debe dar un mantenimiento periódico basado en combate de malezas, recabas y limpiezas periódicas.



**Figura 25.** Representación esquemática del talud adecuado: (a) suelo arcilloso consistente; (b) suelo arenoso suelto. Diagrama: Eduardo Soto.

Una nueva opción, ya mencionada anteriormente para el manejo del exceso de humedad superficial en suelos con texturas pesadas (arcillosos) y denominada como “domo”, impide la presencia de charcos al favorecer el movimiento del agua superficial hacia dichos canales. En estas condiciones se prescinde de la construcción de gavetas y se reducen por consiguiente los costos de mantenimiento y se optimiza la evacuación del agua superficial e interna (Figura 26).



**Figura 26.** Domos y su construcción: (a) vista en plano; (b) vista transversal. Diagrama: Eduardo Soto.

En algunos casos, especialmente en suelos muy arcillosos, luego de la conformación del suelo en domos, puede ocurrir la aparición de un amarillamiento marginal que avanza del borde de la lámina hacia el interior, condición que se acentúa en las hojas adultas con una posterior necrosis marginal de tonalidad

negra a grisácea del tejido afectado (Fig. 27). Esta sintomatología asocia la expresión visual de los síntomas mencionados con una toxicidad de Mn. Dicha manifestación de exceso no se produjo como consecuencia de altos niveles de acidez en el suelo, sino que fue causada por una alta disponibilidad temporal del nutrimento en el estrato de suelo removido para la conformación del domo. Como consecuencia la concentración de Mn foliar se duplicó de la floración a la cosecha en las plantas de plátano con exceso del nutrimento (Vargas 2001)

Sin embargo, el exceso de Mn no tuvo efectos negativos sobre el crecimiento y la producción de las plantas evaluadas de plátano (*Musa* AAB) del tipo “Falso Cuerno”. Ello podría sugerir que el plátano, al igual que lo señalado para el banano por Lahav e Israeli (2000) y Moreira (2000), las plantas pueden soportar altos niveles de Mn.



**Figura 27.** Plantas de plátano (*Musa* AAB) del tipo Falso Cuerno cultivadas en domos de reciente construcción con los síntomas propios de una toxicidad de Mn. Fuente: Vargas A. 2001. CORBANA 27(54):133-144.

## IRRIGACIÓN

El plátano por lo general tolera períodos de sequía más prolongados (hasta dos meses) que la planta de banano. Períodos más largos pueden dar como resultado pérdidas considerables en productividad con frutos de baja calidad y alargamiento del ciclo de vida.

Sistemas suplementarios de irrigación basados en aspersión subfoliar (riego por goteo o microaspersión) o anegación son los de mayor uso en aquellas regiones del país con períodos secos prolongados para la siembra musáceas, pero no se descarta su uso, también suplementario, dada la problemática

actual de clima, en áreas de zonas tradicionalmente lluviosas y de suelos con texturas livianas (arenosas)

El riego se justifica para cualquier cultivo o zona cuando “el requerimiento de agua del cultivo no es llenado por el suministro hídrico”. En términos generales cuando la evaporación de un lugar es mayor a la precipitación, es necesario irrigar.

De acuerdo con Belalcázar (1991), para la selección del sistema de riego en plátano, no solo se deben considerar por aspectos técnicos, sino también las condiciones sociales y culturales de la zona. A modo de ejemplo, el mencionado autor señala que, en el riego por goteo superficial en algunas zonas, exige un mantenimiento permanente debido a los daños que causan los trabajadores, como parte de las labores normales de campo, y a veces por resentimiento o inconformidad con los empleadores. Entre los diferentes sistemas descritos por dicho autor están:

1. Riego por gravedad o anegamiento: Requiere gran volumen de agua, suelos de buena permeabilidad, diseños especiales de siembra (doble surco), exige más mano de obra y no produce incrementos considerables en la humedad relativa (Figura 28).



**Figura 28.** Sistema de riego por gravedad o anegamiento.

2. Riego por aspersión y microaspersión (subfoliar): mejora la uniformidad de la distribución de agua y el mantenimiento y la reparación son fáciles, más exigentes en el sistema de filtrado, más frágiles y susceptibles a daños. Permite dosificar la lámina. Puede ser automatizado. La microaspersión subfoliar (Fig. 29) es más exigente en el sistema de filtrado y por lo tanto de mayor costo que el de la aspersión subfoliar.



**Figura 29.** Sistema de riego por aspersión subfoliar

3. Riego por goteo (Fig. 30): ha mostrado rendimientos favorables en la productividad, mantiene la capa de la rizosfera con un contenido óptimo de humedad, permite una dosificación exacta de la lámina de riego. Su completa automatización, en lo relacionado con el control de la lámina foliar y aplicación de fertilizantes, insecticidas y fungicidas es una de sus mayores ventajas. Los sistemas más complejos pueden funcionar automáticamente recibiendo señales de temperatura, humedad del suelo, humedad relativa y otros factores.



**Figura 30.** Sistema de riego por goteo.

Los parámetros básicos para el diseño de sistemas de riego, de acuerdo con Belalcázar (1991), se basan en:

1. Textura del suelo: Definida como el porcentaje de arcilla, arena y limo. Su determinación mediante análisis de laboratorio y posterior ubicación en el triángulo de texturas es la estimación más precisa. Otro método alternativo, pero mucho menos utilizado y que exige un alto grado de experiencia consiste en determinar la textura del suelo en el campo mediante la manipulación de la plasticidad de una muestra de suelo con relación a su consistencia, rugosidad y fluidez.
2. Densidad aparente: Definida como la masa (peso) por unidad de volumen de peso seco. Incluye tanto el valor de las partículas sólidas como los espacios porosos y se expresa en  $\text{g/cm}^3$ .
3. Capacidad de retención de agua: De acuerdo con Belalcázar (1991) es quizá el parámetro más importante por considerar en los estudios de riego ya que determina la capacidad del suelo para almacenar agua, así como la disponibilidad de ésta. Debe ser obtenida mediante una curva de retención de humedad en un laboratorio especializado.
4. Infiltración: Determina la velocidad con que el agua penetra en el suelo. Este parámetro condiciona no solo el método de riego sino los equipos a utilizar y el tiempo de riego requerido.
5. Uso consuntivo o demanda de agua: es el valor más importante en el diseño de sistemas de riego, pero a la vez, el más difícil de estimar con precisión porque depende en gran parte de la disponibilidad de información climática con que se cuente. Belalcázar (1991) señala que existen fórmulas que presentan resultados aceptables como las obtenidas por: Christianse-Grassi, García y López, Blaney- Criddle, Papadakis y también con base al Tanque de Evaporación, Jensen-Haise (Método de radiación) y FAO (Variación del método de Blaney- Criddle).
6. Lámina de riego: Con la obtención del uso consuntivo se puede estimar el rango de contenido de humedad para el cual el cultivo en particular representa el desarrollo óptimo. Se define como la cantidad de agua que se debe adicionar a un cultivo para llevarlo desde un valor de humedad previamente escogido hasta capacidad de campo.
7. Frecuencia de riego: se define en función de la lámina de riego y el uso consuntivo.

El siguiente es un ejemplo de un cálculo de requerimiento de riego para un suelo franco en Honduras (Cueva 2008) con datos de clima y suelo. Cuando se elige el sistema de riego lo que varía es la duración de la aplicación para suplir la lámina calculada.

### 1- Lámina de agua (D)

Es el agua aprovechable en el suelo, contenida entre CC (Capacidad de Campo) y PMP (Punto de Marchitez Permanente).

Su cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:  $[(CC - PMP) * da * D / 100]$  donde CC= % de humedad al punto de capacidad de campo, PMP= % humedad

al Punto de Marchitez Permanente,  $d_a$  = densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),  $D$  = profundidad del suelo considerada. Considerando a modo de ejemplo para un suelo franco cuya  $CC = 26\%$ ,  $PMP = 12\%$  y una  $d_a$  de  $1,38\text{g}/\text{cm}^3$  para una lámina de agua que representa la humedad aprovechable o retenida en ese suelo a una profundidad de 50 cm el cálculo para  $d$  será de:  $[(26-12) * 1,38 * 50] / 100 = 9,66 \text{ cm}$

## 2- Lámina de agua fácilmente aprovechable (DF)

A medida que la humedad en el suelo se va agotando como producto de la evapotranspiración, la planta deberá emplear más energía para absorber el agua que demanda. De ese modo toda el agua contenida entre  $CC$  y  $PMP$  no tendrá el mismo grado o facilidad de aprovechamiento. Para tal efecto se considera de manera práctica que solo entre el 40 a 50% de esa agua es “fácilmente aprovechable” por la mayoría de las plantas cultivadas.

Su cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:  $0,5 * d$ . Por lo tanto, el valor de la lámina de agua fácilmente aprovechable o  $d_f$  será de  $0,5 * 9,66 = 4,83 \text{ cm}$  o  $48,3 \text{ mm}$

## 3- Lámina neta (DN)

La estimación de la lámina de agua aprovechable también puede entenderse mediante la relación inversa, en la cual la planta solamente podría utilizar el 50% de la lámina aplicada, por lo que se deberá suplementar agua adicional para completar el déficit hídrico, mediante la relación denominada lámina neta. Conforme la humedad aprovechable es utilizada por el cultivo esta humedad gastada debe ser repuesta. Esta reposición entre una lámina de agua a la siguiente estaría en función del uso consuntivo del cultivo, del caudal disponible para riego y de la capacidad de almacenamiento del suelo en la zona radicular. Por regla general la labor es necesaria cuando la humedad del suelo se aproxima al Punto de Marchitez Permanente ( $PMP$ ) o al nivel deseado en el suelo para el cultivo.

Su cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:  $d/0,50$ . De ese modo el valor de la lámina de la lámina neta o  $d_n$  será de  $9,66/0,50 = 19,32 \text{ cm}$

## 4- Frecuencia de riego (FR)

Es la relación entre el agua aprovechable ( $d_f$ ) en la zona radicular y el uso consuntivo diario de la planta ( $UC$ ). Para efectos de este ejemplo, el uso consuntivo se derivó del balance hídrico con probabilidad del 75% para el riego de donde se obtuvo un valor de  $6.9 \text{ mm}/\text{día}$ .

Su cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:  $d_f/UC$ . De esa manera el intervalo entre riegos o frecuencia de riego ( $Fr$ ) sería:  $48,3/6,9 = 7 \text{ días}$

Considerando la combinación del agua de riego con fuentes de nutrición mineral, es importante extremar las precauciones al momento de implementar dicha labor, dado el riesgo de una sobre formulación del o de los productos aplicados en conjunto con el agua.

Un ejemplo de lo anterior, determinado en banano pero que podría ser vinculante para plátano, describe lesiones que incluyeron necrosis marginal irregular y continua de color café y apariencia seca, la cual se desarrolló a partir de un área clorótica igualmente irregular, que avanzó del margen hacia el interior de la hoja, con la parte central de la lámina foliar de color verde original, se expresó en una plantación comercial de bananos para exportación ubicada en Costa Rica (Fig. 31). El análisis foliar de nutrimentos de los tejidos indicó que la sintomatología fue causada por un suplemento excesivo de B como parte del fertirriego (Vargas *et al.* 2007). Este nutrimento presenta una tenue separación entre cantidades deficientes o tóxicas, con una mayor sensibilidad en este aspecto que otros nutrimentos esenciales (Vargas y Solís 1999). Por ello su manejo como parte del fertirriego debe ser muy cuidadoso, toda vez que los efectos de la toxicidad de B en la planta son irreversibles (López *et al.* 2001).



**Figura 31.** Plantas de banano (*Musa AAA*) de subgrupo Cavendish con los síntomas propios de una toxicidad de B causado por una excesiva cantidad del nutrimento. Fuente: Vargas *et al.* 2007. *Agronomía Costarricense*31(2): 21-29.

# X-NUTRICION MINERAL

Sancho (1999) encontró, mediante una curva de crecimiento, que la absorción de N y K en plantas fertilizadas provenientes de cormos del cv. Hartón alto de primer ciclo de cultivo fue lenta durante las primeras 15-16 semanas, con un aumento progresivo a partir de allí y hasta la floración, para disminuir hasta la cosecha del racimo 11 a 12 semanas después (Figs. 32 y 33). Dicho autor señaló que bajo las condiciones en que se realizó el estudio, dichos períodos correspondieron con la siguiente definición y fenología:

- **Etapa I:** Absorción lenta – Establecimiento (de la siembra a la emisión de la hoja 15-16 [semana]).
- **Etapa II:** Absorción intensa – Prefloración (de la emisión de la hoja 15-16 [semana] a la diferenciación floral, hojas o semanas 23 a 27).
- **Etapa III:** Absorción intensa – Floración (de la diferenciación floral a la emisión de la inflorescencia).
- **Etapa IV:** Ausente – De la emisión de la inflorescencia a la cosecha.



**Figura 32.** Comportamiento estacional de la absorción de N, en función del crecimiento, en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón o Curraré alto) provenientes de cormos. La letra A indica la floración, las letras B, C y D indican 4, 8 y 12 semanas después de la floración. Adaptado de Sancho (1999). *Informaciones Agronómicas* 36: 11-13.



**Figura 33.** Comportamiento estacional de la absorción de K, en función de su crecimiento, en plantas de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. *Curraré Hartón alto*) provenientes de cormos. La letra A indica la floración, las letras B, C y D indican 4, 8 y 12 semanas después de la floración. Adaptado de Sancho. 1999. *Informaciones Agronómicas* 36:11-13.

Con base a este comportamiento, Sancho (1999) sugiere que la nutrición mineral del cultivo se debería fraccionar en función de dichas etapas, donde el 15% del total del fertilizante se debería aplicar durante la etapa I, el 50% durante la etapa II y el restante 35% durante la etapa III.

Dado que el comportamiento de una planta a través de sus diferentes etapas de desarrollo es el resultado de la interacción entre los factores genéticos (internos) y los ambientales (externos), las curvas de crecimiento y distribución de biomasa, en climas tropicales y húmedos, donde el crecimiento tiene lugar a lo largo de todo el año, lo conveniente sería su asocio con la fenología (hojas en este caso) y no a la época del año (semanas en este caso).

Sancho y Vargas (1996) con diferentes niveles de N y  $K_2O$  en suelos aluviales de la Zona Oeste y el cv. Hartón alto, indican que bajo las condiciones de población (2.857 plantas/ ha), de material de siembra (cormo), edáficas (zona Oeste) y de adición de nutrientes (etapas de máximo crecimiento) en las que se desarrolló el trabajo, la dosis sugerida sería de 35g de N y de 26 g de  $K_2O$ / planta /ciclo de cultivo. Al respecto y considerando de manera general la problemática entre los contenidos de Ca y de K, propio de muchos suelos plataneros del país, dichos autores consideraron que duplicar la dosis de  $K_2O$  (42 g planta /ciclo de cultivo) ayudaría a mitigar en muchos casos los antagonismos existentes y/o, independientemente de la condición del suelo, mejorar la absorción de K por la planta.

Con los registros de los análisis químicos provenientes de suelos plataneros de las zonas Oeste, Este y Sur como parte de los trabajos de más de una década realizados por CORBANA S.A., fue posible determinar la magnitud

del antagonismo Ca, Mg y K, y estimar, de menor a mayor magnitud, cinco condiciones de desbalance catiónico y su asocio con contenidos N de K<sup>2</sup>O (Cuadro 35). Esto también consideró el comportamiento del pH, acidez, fósforo, micronutrientes y materia orgánica de acuerdo con cada condición de desbalance (Cuadro 36). Ello se aplicó a los suelos estudiados (Cuadro 37) con lo que se generaron para cada uno de ellos, las respectivas sugerencias de fertilización basada en la emisión foliar y el uso de cormos, tanto para el primer ciclo de cultivo (Cuadro 38) y sucesiones (Cuadro 39).

Estas consideraciones están basadas en fórmulas comerciales de uso común y que se encuentran disponibles en la mayoría de los expendios de agroquímicos. Por ello, el ajuste entre los nutrimentos requeridos y los aplicados tienen ligeras diferencias. Este ajuste se puede lograr mediante la formulación de un material fertilizante específico que pueda ser solicitado a la industria.

Es importante mencionar que, en aquellos suelos con altos contenidos de Cu inducido, tal es el caso de algunas áreas de la zona Sur, podría ser conveniente la sustitución de fórmulas nitrogenadas con azufre (sulfato de amonio) por alguna alternativa que no considere este nutrimento (urea o nitrato de amonio) con el propósito de prevenir la eventual formación de sulfato de cobre.

**Cuadro 35.** Condición de desbalance catiónico (Ca, Mg, K) y requerimientos estimados por planta de N y K<sup>2</sup>O en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico.

Condición	Relaciones catiónicas				Requerimientos (g/ planta)	
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca + Mg/K	N	K <sub>2</sub> O
1	3,8 - 5,2	17 - 28	4 - 7	22 - 35	35	42
2	4,1 - 5,4	34 - 43	8 - 10	42 - 53	35	53
3	3,6 - 4,7	48 - 78	11 - 18	57 - 89	35	63
4	3,4 - 4,0	78 - 100	23 - 30	101 - 130	35	73
5	3,3 - 3,9	102 - 150	31 - 41	133 - 191	35	83

**Cuadro 36.** pH, acidez, fosforo, micronutrientes y materia orgánica en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico.

pH	cmol(+) / L		mg/ L					% MO	Condición
	Acidez	P	Fe	Cu	Zn	Mn	B		
<b>A - Oeste</b>									
5,6	0,47	11,6	216	3,2	1,3	57,6	0,14	1,9	1
6,0	0,28	11,0	246	4,3	1,6	68,0	0,13	1,4	2
5,8	0,70	7,0	221	3,2	1,5	73,0	0,16	1,9	3
<b>B - Este y Sur</b>									
6,6	0,07	32,0	313	11,1	1,7	44,0	0,16	2,1	1
6,3	0,05	15,0	333	12,3	1,6	68,0	0,18	2,9	2
6,6	0,09	24,3	316	11,0	2,3	46,3	0,19	3,1	3
6,8	0,06	16,4	333	10,6	1,5	48,9	0,16	2,1	4
6,9	0,05	11,3	299	11,6	1,6	35,0	0,13	1,5	5

**Cuadro 37.** Contenido de cationes cambiables (Ca, Mg y K) y sus equilibrios en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica.

Cationes cambiables cmol(+)/L			Equilibrios (relaciones)				Condición
Ca	Mg	K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca + Mg/K	
<b>A - Oeste</b>							
7,4	3,5	0,47	2,1	15,4	7,7	23,1	1
7,8	4,4	0,34	1,8	22,9	13,2	36,1	2
7,5	4,5	0,21	1,7	35,8	21,2	57,0	3
<b>B - Este y Sur</b>							
18,8	5,0	0,65	3,7	28,9	7,8	36,7	1
20,6	4,7	0,50	4,4	41,2	9,4	50,6	2
18,7	5,3	0,30	3,5	63,0	17,7	88,8	3
18,8	5,3	0,22	3,6	87,3	24,7	112,0	4
19,7	5,4	0,16	3,6	128,0	35,1	163,1	5

**Cuadro 38.** Ejemplo de nutrición mineral (primera generación) en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico.

<b>A- Oeste Fórmula y número de hoja<sup>2</sup> o semana</b>										
	Suelo 1		Suelo 2		Suelo 3					
Siembra	12-24-12	20	12-24-12	20	12-24-12	20				
3 a 5	S/A	10	S/A	20	S/A	28				
6 a 9	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	25				
10 a 13	Nitramon	25	Nitramon	25	Nitramon	25				
14 a 17	15-3-31	25	KCl	33	KCl	30				
18 a 21	S/A	10	S/A	20	S/A	28				
22 a 25	15-3-31	25	15-3-31	25	KCl	30				
26 a 29	Nitramon	25	Nitramon	25	Nitramon	25				
30 a 33	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	25				
34 a 37	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	25				
<b>Total<sup>1</sup></b>		<b>215</b>		<b>243</b>		<b>261</b>				
<b>B- Este y Sur (Fórmula y número de hoja o semana)</b>										
	Suelo 1		Suelo 2		Suelo 3		Suelo 4		Suelo 5	
Siembra	12-24-12	20	12-24-12	20	12-24-12	20	12-24-12	30	12-24-12	30
3 a 5	S/A	45	S/A	45	S/A	25	S/A	20	S/A	10
6 a 9	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
10 a 13	S/A	45	S/A	45	S/A	25	S/A	20	S/A	10
14 a 17	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
18 a 21	KCl	20	KCl	40	KCl	25	KCl	40	KCl	40
22 a 25	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
26 a 29	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
30 a 33	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
34 a 37	15-3-31	15	15-3-31	15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	30
<b>Total<sup>1</sup></b>		<b>220</b>		<b>240</b>		<b>245</b>		<b>260</b>		<b>270</b>

1/ g por planta por ciclo productivo.

**Cuadro 39.** Ejemplo de nutrición mineral (sucesión) en áreas cultivadas con plátano de tres zonas productoras (Oeste, Este y Sur) de Costa Rica provenientes de diferentes condiciones de desbalance catiónico.

<b>A- Oeste (Fórmula y número de hoja<sup>2</sup> o semana)</b>										
<b>Suelo 1</b>			<b>Suelo 2</b>			<b>Suelo 3</b>				
0-3	S/A	25	S/A	25	S/A	25	S/A	25		
4-7	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30		
8-11	S/A	25	S/A	25	S/A	25	S/A	25		
12-15	KCl	22	KCl	40	KCl	40	KCl	60		
16-19	Nitramon	50	Nitramon	50	Nitramon	50	Nitramon	50		
20-23	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30		
24-27	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30	15-3-31	30		
<b>Total<sup>1</sup></b>		<b>212</b>		<b>230</b>		<b>230</b>		<b>250</b>		

<b>B- Este y Sur (Fórmula y número de hoja<sup>2</sup>o semana)</b>										
<b>Suelo 1</b>		<b>Suelo 2</b>		<b>Suelo 3</b>		<b>Suelo 4</b>		<b>Suelo 5</b>		
0-3	S/A	50	S/A	45	S/A	25	S/A	20	S/A	20
4-7	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	40	15-3-31	45	15-3-31	45
8-11	S/A	50	S/A	50	S/A	25	S/A	20	S/A	20
12-15	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	40	15-3-31	45	15-3-31	45
16-19	KCl	20	KCl	35	KCl	25	KCl	30	KCl	45
20-23	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	40	15-3-31	45	15-3-31	45
24-27	15-3-31	25	15-3-31	25	15-3-31	40	15-3-31	45	15-3-31	45
<b>Total<sup>1</sup></b>		<b>220</b>		<b>230</b>		<b>235</b>		<b>250</b>		<b>265</b>

1/ g por planta por ciclo productivo.

2/ Hojas verdaderas (aquellas de 10 o más cm en la parte más ancha de la lámina)

Este manejo propio del cultivo no debería inducir mayores problemas de acidez. La menor magnitud de ésta en los suelos plataneros de las zonas Este y Sur con respecto a la de la zona Oeste, sería más bien el resultado del material parental que los originó. Ante esta perspectiva, la aplicación de Ca deberá ser, cuando se considere necesaria, básicamente en la zona Oeste, como nutrimento y no como enmienda. Ello con el propósito de no incrementar con esta última opción, el desbalance con el K. No obstante, en aquellos casos específicos en que se requiera la aplicación de calcio como enmienda (cal) se deben considerar tanto la calidad y composición del material a usar, así como la cantidad por área, esto último con el propósito de no incurrir en excesos que puedan provocar un efecto negativo, entre otros, sobre el contenido de potasio.

Adicionalmente, para una estrategia nutricional de manejo orgánico definida para banano (pero vinculante para plátano) pueden utilizarse, entre otras, las siguientes fuentes permitidas de origen mineral (Umaña, 2002): gallinaza (N), roca fosfórica (P y Ca), carbonato de calcio (Ca), razorita, borato de sodio (B), kieserita (Mg), sulfato de potasio (K y S), K-Mg (K, Mg y S) y Dolomita (Ca y Mg). La misma autora indica que adicionalmente son permitidos, entre otros, los siguientes insumos orgánicos: estiércol natural, microorganismos del tipo *Rhizobium* y *Azotobacter*, emulsiones de algas y de pescado y harina de pescado.

Deben considerarse, al igual que para el uso tradicional de fertilizantes de síntesis química, las características de los diferentes suelos ya mencionados, principalmente en cuanto al contenido y a la relación de las bases cambiables (Ca-Mg-K).

## SÍNTOMAS VISUALES DE DEFICIENCIA DE NUTRIMENTOS

Deficiencias nutricionales de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y B, así como las carencias simultáneas de Ca-Mg, Ca-K, Ca-Mg-K y Mg-K, fueron inducidas en condiciones de hidroponía por Vargas y Solís (1998). La descripción de los síntomas visuales para cada uno de ellos se detalla en la Figura 34.

### NITRÓGENO

Se manifestó en forma de una disminución generalizada en el crecimiento y en el vigor de la planta. Así mismo, la tonalidad verde decrece en todos los órganos lo que resalta la presencia de manchas foliares juveniles en la hoja (Fig. 34 A).

### FÓSFORO

Produjo también una reducción en el crecimiento y desarrollo de la planta. Las hojas adultas mostraron inicialmente una clorosis marginal, la cual se transforma posteriormente en una zona necrótica con apariencia dentada que avanza paulatinamente hacia el interior de la lámina foliar en dirección a la nervadura central. El pseudotallo tomó una apariencia senescente y frágil. El sistema radical presenta necrosis en las raíces secundarias y un color café parduzco en las raíces primarias (Fig. 34 B). Análisis del tejido foliar indicaron la ausencia en éste de organismos que se pudieran asociar con estos síntomas (Vargas, E. 1994. Com. personal. Universidad de Costa Rica.)

### POTASIO

Los síntomas de deficiencia se expresan en hojas adultas, donde se hace evidente la presencia, a partir del segundo tercio de la hoja, de una tonalidad marginal amarillo naranja, acompañada de un área necrótica de distribución similar. Esta zona y el tejido muerto asociado avanzan paulatinamente en dirección a la vena central y a la región apical de la lámina foliar (Fig. 34 C).

### CALCIO

Se manifiesta con particular intensidad en la candela, con la presencia de áreas translúcidas o necróticas y deformación de la lámina foliar en proceso de apertura. La hoja más joven abierta muestra una tonalidad parduzca en la sección marginal basal (Fig. 34 D).

## MAGNESIO

Se presenta en las hojas adultas de la planta. En ellas se manifiesta una disminución progresiva en su coloración normal de los bordes hacia el interior. En dicha área decolorada se observa la presencia de lesiones necróticas (Fig. 34 E). En ellas encontró la presencia de los hongos *Fusarium* spp. y *Rizophus* spp., posiblemente como saprófitos secundarios (Calvo, C. 1997. Com. Pers., CORBANA). Es probable que estas ocurrieran por fotosensibilización del tejido debida a la deficiencia de Mg (Vargas, E. 1997. Com. Pers., Universidad de Costa Rica). No se encontró la presencia del hongo *Deighthoniella torulosa*, mencionada en otros estudios (Vargas y Solís, 1995) como asociada a la deficiencia de Mg.

## HIERRO

Se presenta en las hojas más jóvenes de la planta, en forma de una clorosis paralela a la venación secundaria, cuyo desplazamiento en la lámina foliar ocurrió de la base hacia el ápice y del margen hacia el interior (Fig. 34 F).

## ZINC

La expresión de su sintomatología inicial se produce en las hojas más jóvenes de la planta. La lámina foliar de la primera hoja más joven abierta toma una forma más angosta y lanceolada y varía su tonalidad verde a una coloración menos intensa. En la parte basal del envés se desarrolla una coloración rosada o marrón. Adicionalmente, la segunda hoja más joven abierta presentó una serie de estrías, las cuales se ubicaron en la porción basal de la misma (Fig. 34 G).

## MANGANESO

En las hojas jóvenes de la planta se presenta una decoloración marginal que posteriormente origina un área necrótica de forma irregular, delimitada por un halo amarillento y que avanza del borde hacia el interior de la hoja (Fig. 34 H). El análisis del tejido afectado (Vargas, E. 1996. Com. Pers., Universidad de Costa Rica) no indicó la presencia de patógenos en él.

## BORO

Se manifiesta en las hojas jóvenes de la planta. Se desarrollan una serie de lesiones alargadas, perpendiculares a la venación secundaria similares a pequeñas rasgaduras. Estas generalmente se presentan en conjunto con una serie de estrías que se originan a partir de los márgenes de la hoja y avanzan en forma paralela con la venación secundaria hacia el interior de la hoja. Existe un corrugamiento de los bordes de la lámina foliar, y la emisión posterior de hojas deformadas, con secciones de esta desprovistas de tejido (Fig. 34 I).



**Figura 34.** Deficiencias inducidas de: A- nitrógeno, B- fósforo, C- potasio, D- calcio, E- magnesio, F- hierro, G- zinc, H- manganeso, I- boro. Fuente: Vargas y Solís, P. 1998. CORBANA 23(50): 145-166.

## CATIONES DE INTERCAMBIO

La sintomatología obtenida para la carencia simultánea de dos o más de los cationes de intercambio (Ca, Mg, K), mostró que la expresión visual de síntomas está dada en primera instancia por la presencia del Ca y, en ausencia de este por el Mg. No se observó influencia alguna del K en la expresión de síntomas, cuando se indujo su carencia en forma conjunta con el Ca o el Mg. Las ausencias conjuntas de Ca y Mg, de Ca y K y de Ca, Mg y K (Fig. 35 A) presentaron características propias de la deficiencia de Ca. Por su parte, la combinación de la deficiencia de Mg y K (Fig. 35 B), indujo la sintomatología típica de la carencia de Mg, con la presencia de lesiones necróticas por fotosensibilización del tejido.



**Figura 35.** Deficiencias simultáneas de: A- Ca y Mg, Ca y K, Ca, Mg y K; B- Mg y K.  
Fuente: Vargas y Solís. 1998. CORBANA 23 (50): 145-166.

En el plátano, particularmente en los cultivares del tipo Falso Cuerno de porte bajo, se expresan alteraciones morfológicas relacionadas ya sea con la emisión y/o apertura anormal de la hoja más joven emitida (candela) y que se asocia generalmente con una deficiencia de B y la ocurrencia de corrugamientos foliares que se ligan popularmente con una deficiencia de calcio.

No obstante, a pesar de que tal y como lo indica Vargas y Solís (1998), la deficiencia de estos nutrientes afecta fundamentalmente el desarrollo de la hoja candela y las hojas jóvenes, el conjunto de síntomas de estas alteraciones morfológicas más bien sugieren un origen diferente. Este, en el caso de la dificultad de apertura de la hoja candela (observada básicamente en los cultivares de porte bajo) y atribuido a una deficiencia de boro, sería más bien de

origen varietal y ocasionado por una desincronización en la emisión foliar. Bajo este concepto, la hoja candela recién emergida, es precedida inmediatamente por otra similar, la cual se introduce y causa malformaciones y problemas de apertura. Esta consideración está respaldada por la expresión visual de esta anomalía, aún en suelos abundantes en calcio, así como por la ausencia del síntoma inicial típico de la deficiencia de boro, descrita en plátano por Vargas y Solís (1998) constituida por una serie de lesiones alargadas, perpendiculares a la venación secundaria y similares a pequeñas rasgaduras.

Además, Furcal (2016) menciona que la mayor incidencia de la anomalía se presentó en plantas de dos a cuatro meses de edad y disminuyó con el tiempo. Además, sugiere que estos dos nutrimentos (Ca y B) no influyeron en la disminución de los síntomas que se expresaron tanto entre el segundo y cuarto mes de edad, como a partir de los cuatro meses de edad, dado que este comportamiento se produjo con o sin las aplicaciones de estos nutrimentos al cultivo (tanto al suelo como foliar). El anterior autor sugiere que, ante la falta de respuesta a las aplicaciones de ambos nutrimentos, tanto al suelo como foliar, la dificultad de apertura de la hoja candela no correspondería en el caso del plátano a una deficiencia de calcio y/o de boro.

La sintomatología relacionada con el corrugamiento de hojas tendría las mismas consideraciones emitidas por Furcal (2016), donde el síntoma (Fig. 36), observado fundamentalmente en suelos con contenidos apropiados de Ca y sin síntomas visuales de la deficiencia de B, tampoco corresponde al ocasionado por la deficiencia descrita para ambos nutrimentos, y por el contrario, dicha expresión tendría un origen diferente, probablemente relacionada con el virus del Mosaico del pepino (CMV)



**Figura 36.** *Corrugamiento en hojas de plátano (Musa AAB cv. Curraré Enano) causado por el Virus del Mosaico del Pepino (CMV) y exposición de la flor masculina o “chira” órgano de muestreo utilizado para estas determinaciones.*

Las consideraciones emitidas en este capítulo sobre la nutrición mineral del plátano permitirían un manejo más racional del cultivo mediante la aplicación de insumos en concordancias con las propiedades químicas del suelo y con la fisiología de la planta. De esa forma sería posible el uso racional del fertilizante y la mitigación en los costos de producción.

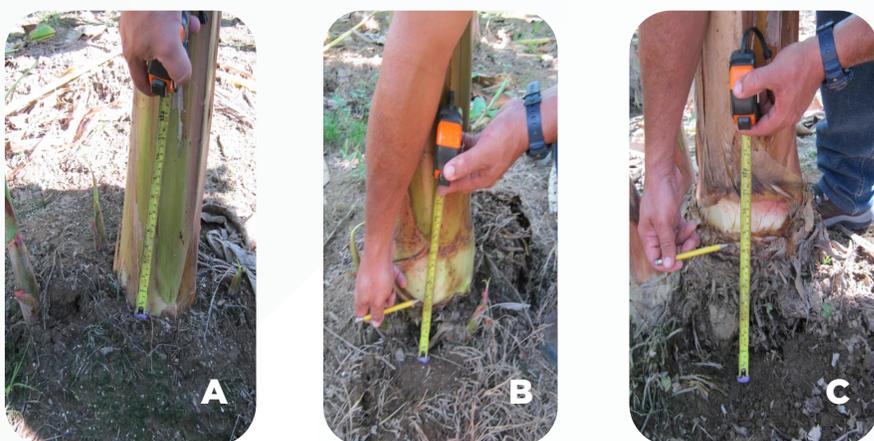
# XI-RENOVACIÓN DE PLANTACIONES Y BLOQUES DE CULTIVO

La renovación de plantaciones está básicamente planteada en virtud del declinamiento productivo natural de la planta de plátano e inducido de la plantación, cuya magnitud aumenta conforme aumentan los ciclos de cultivo en la misma unidad de producción.

Ante tal perspectiva se desarrolló en la Vertiente Atlántica de Costa Rica un estudio comparativo (Vargas 2020) en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón alto) entre la renovación total de la unidad de producción luego de cada ciclo de cultivo y la respectiva sucesión originada de hijos espada o de brote hermanos.

Debido a que el tipo de material de siembra fue similar, al igual que el manejo agronómico en todos los casos, fue de esperar la ausencia de diferencias entre los diferentes tratamientos que se determinó para la primera generación. Estas diferencias se expresaron por consiguiente por el manejo de plantación luego de ese primer ciclo (renovación vs. sucesiones).

Bajo esa consideración las plantas provenientes de renovación alcanzaron la floración (Cuadro 40) con más hojas (0,8 hojas), más altura (0,4 m) y sin la ocurrencia de levantamiento de cepa (Fig. 37), anomalía que si se observó en las unidades sucesoras originadas de hijo espada o brote hermano. Asimismo, las plantas renovadas presentaron a la cosecha (Cuadro 41) más hojas, racimos de mayor peso (4,0 kg), con mayor número de manos (0,4 manos) y de frutos (3,7 frutos). Las dimensiones del fruto en las plantas renovadas (Cuadros 42 y 43) fueron superiores tanto en grosor de la segunda y cuarta mano (1,8 y 1,7 mm, respectivamente; así como en el largo de dichas manos (2,8 y 3,2 cm).



**Figura 37.** Levantamiento de cepa en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón alto): A- planta renovada, B- unidad sucesoria originada de un hijo de espada y c- unidad sucesoria conformada por un brote hermano. Fuente: Vargas 2000. CORBANA 46(66): 81-96.

Entre ciclos de producción, la renovación presentó en comparación con la proveniente de la siembra anterior, un aumento en el número de hojas a la floración (Cuadro 40), en el peso del racimo (1,1 kg;) y número de manos (0,3 manos; Cuadro 41), de frutos (3,4 frutos) así como una reducción (Cuadros 42 y 43) en el grosor de la segunda y cuarta mano (1,8 y 1,5 treintaidosavos de pulgada, respectivamente). En ambos casos (siembra y renovación) las plantas presentaron una similar altura del pseudotallo, número de hojas a la cosecha y largo de la segunda y cuarta mano.

La unidad de producción sucesoria originada de un hijo espada mostró en comparación con su planta madre una reducción en la altura del pseudotallo (Cuadro 40) en el número de hojas a cosecha (1,0 hojas) y en el peso del racimo (1,9 kg; Cuadro 41) así como (Cuadros 42 y 43) en el grosor de las manos segunda y cuarta (3,1 y 3,0 treintaidosavos de pulgada, respectivamente) y largo de dichas manos (1,9 y 4,3 cm; respectivamente). No hubo diferencias en el número de hojas a la floración ni en el número de manos y frutos de la planta madre a la sucesión.

La unidad de producción sucesoria originada de un brote hermano mostró a la floración (Cuadro 40) en comparación con su planta madre una reducción de la altura de la planta (0,4 m). El número de hojas a cosecha (Cuadro 41) disminuyó (0,6 hojas) así como el peso del racimo (2,8 kg) y el número de manos (0,2 manos). También hubo una reducción del número de frutos (1,9 frutos, Cuadro 42), del grosor de la segunda y cuarta mano (2,2 y 2,8 treintaidosavos de pulgada), respectivamente, así como del largo de la segunda (2,2 cm) mano (Cuadros 42 y 43).

De igual manera y el largo de la cuarta mano disminuyeron (0,1 hojas; 0,4 m y 2,8 cm; respectivamente) de planta madre a la sucesión (Cuadro 43).

**Cuadro 40.** Variables a la floración de crecimiento en unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. *Hartón de porte alto*) con uno y dos ciclos (generaciones) de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96.

	Número de hojas		Altura del pseudotallo (m)		Levantamiento de la cepa (cm)	
	1	2	1	2	1	2
	Ciclos de cosecha					
Tipo de manejo	1	2	1	2	1	2
1- Renovación	11,4	12,5	3,4	3,5	-	0,0
2- Sucesorio (E) <sup>1</sup>	11,5	11,8	3,3	3,1	-	8,0
3- Sucesorio (H) <sup>2</sup>	11,5	11,6	3,5	3,1	-	9,5

1/Hijo sucesorio originado a partir de un hijo de espada. 2/Hijo sucesorio originado de un brote hermano.

**Cuadro 41.** Variables de producción de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96.

Tipo de manejo	Número de hojas		Peso (kg) del racimo		Número de manos	
	Ciclos de cosecha					
	1	2	1	2	1	2
1- Renovación	4,5	4,6	12,1	13,2	6,6	6,9
2- Sucesorio (E) <sup>1</sup>	4,6	3,6	11,6	9,7	6,6	6,6
3- Sucesorio (H) <sup>2</sup>	4,5	3,9	11,5	8,7	6,6	6,4

1/Hijo sucesorio originado a partir de un hijo de espada. 2/Hijo sucesorio originado de un brote hermano.

**Cuadro 42.** Número de frutos, grosor<sup>3</sup> y largo<sup>4</sup> en manos superiores seleccionadas de unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96.

Tipo de manejo	Número de frutos		Grosor <sup>3</sup> de la Mano 2		Largo <sup>4</sup> de la mano 2	
	Ciclos de cosecha					
	1	2	1	2	1	2
1- Renovación	27,6	31,0	58,6	56,8	26,6	26,4
2- Sucesorio (E) <sup>1</sup>	28,2	28,9	57,1	54,0	25,5	23,6
3- Sucesorio (H) <sup>2</sup>	27,6	25,7	57,4	55,2	25,8	23,6

1/Hijo sucesorio originado a partir de un hijo de espada. 2/Hijo sucesorio originado de un brote hermano. 3/ Medido mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 4/ cm de pulpa a pulpa.

**Cuadro 43.** Grosor<sup>3</sup> y largo<sup>4</sup> de manos inferiores seleccionadas de unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Fuente: Vargas 2020. CORBANA 44(66):81-96.

Tipo de manejo	Grosor <sup>3</sup> de la mano 4		Largo <sup>4</sup> de la mano 4	
	Ciclos de cosecha			
	1	2	1	2
1- Renovación	57,8	56,3	25,1	24,9
2- Sucesorio (E) <sup>1</sup>	56,7	53,7	26,5	22,2
3- Sucesorio (H) <sup>2</sup>	56,7	54,8	24,3	21,5

1/Hijo sucesorio originado a partir de un hijo de espada. 2/Hijo sucesorio originado de un brote hermano. 3/ Medido mm y presentado en treintaidosavos de pulgada (1 treintaidosavo de pulgada= 0,794 mm). 4/ cm de pulpa a pulpa

Los resultados demuestran claramente que la generación de plantas renovadas (un ciclo de cosecha) presentó un comportamiento productivo superior a las originadas de una sucesión (segundo ciclo o generación productiva) tanto de hijos espada como de brotes hermanos.

A pesar de que entre estos dos últimos (hijos de espada y brotes hermanos) solo hubo diferencias en el peso del racimo a favor del hijo de espada, la

dificultad con el hermanón de lograr por medio de la deshija una uniformidad de plantación similar a la que es posible obtener con el hijo de espada, reafirma la menor oportunidad que dicho material tendría como hijo de sucesión.

No obstante, la retención y uso de hermanos como brote sucesorio, es una práctica habitual en las plantaciones que consideran un segundo ciclo sucesorio, pues es común que el agricultor la considere como la mejor opción productiva, en virtud de su rápido crecimiento inicial y sobre todo, por ser los primeros brotes que emite la unidad de producción. De ahí la importancia de corregir, con el respaldo de las nuevas tecnologías, aspectos que como el anterior, no corresponden con un adecuado manejo de la cepa.

El comportamiento de las plantas entre etapas productivas indica de manera consistente como el desempeño de las variables de las plantas provenientes de renovación tiene pocas variaciones y cuando se presentan, son de poca importancia y posiblemente originadas por factores de clima. Por el contrario, las sucesiones originadas de hijos espada o hermanones presentan declinamiento productivo, aspecto que se acentuó más en el hermanón que en el hijo de espada.

Todas las plantas provenientes de la siembra inicial, independientemente del tipo de manejo programado (renovación o sucesorio), alcanzaron la floración en un similar número de días. El número de días de la primera a la segunda floración (Cuadro 44) se redujo en la unidad de producción sucesoria conformada por un brote hermano en comparación con aquella con hijo espada (38,6 días) y a la proveniente de renovación (53,6 días).

El número de días desde la siembra hasta la segunda floración también se redujo en la unidad de producción sucesoria originada de un hermanón, con respecto a aquella proveniente de un hijo espada (25,7 días) y con la proveniente de renovación (49,1 días), que fue la más tardía.

**Cuadro 44.** Intervalos de tiempo (días) entre floraciones durante el desarrollo del cultivo en unidades de producción de plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón de porte alto) con uno y dos ciclos de cosecha. Vargas, A. 2000. *CORBANA* 44(66):81-96

Tipo de manejo	Días desde la siembra a la primera floración	Días de la primera a la segunda floración	Días desde la siembra a la segunda floración
1- Renovación	288	380,3	671,1
2- Sucesorio (E) <sup>1</sup>	283	365,3	647,7
3- Sucesorio (H) <sup>2</sup>	294	326,7	622,0

1/Hijo sucesorio originado a partir de un hijo de espada. 2/Hijo sucesorio originado de un brote hermano. Fuente:

A pesar de que en este estudio las sucesiones tanto de hijos espada como de brotes hermanos alcanzaron la floración más rápidamente que la renovación, dicha diferencia, en comparación con el beneficio productivo que representa

la cosecha de racimos de área renovadas, no deja dudas de que esta última estrategia es la opción más adecuada para altas productividades. Esto máxime si se considera, como parte de la estrategia, la implementación de bloques de cultivo cuyo traslape hará posible contar con producción durante todo el año.

En las plantas provenientes de renovación no se realizó el aseguramiento de las plantas (apuntalamiento) y hubo un 12% de plantas caídas. En la sucesión originada por un hijo espada se debió apuntalar el 95% de las plantas y, no obstante, el 5% de las mismas cayó antes de realizar dicha labor y el 20% luego de efectuarla. En la sucesión originada por un hermanón se debió apuntalar el 97% de las plantas con un 3% de las mismas caídas antes del aseguramiento y un 5% después del mismo.

Además, las plantaciones sucesorias son más propensas a su caída ya sea por viento o por el efecto de plagas, por lo que generalmente se deben apuntalar con “varillas” de caña brava (*Saccharum robustum*) o cuerdas de polipropileno. Así mismo, bajo condiciones de alta densidad de población y manejo sucesorio de la unidad de producción, dado que la resiembra no es viable en estas circunstancias, la pérdida de unidades de producción aumenta con el tiempo y es un componente importante dentro de la rentabilidad del cultivo. Por el contrario, las plantaciones renovadas son más uniformes que aquellas de brotes sucesorios, presentan por lo consiguiente períodos de floración y por consiguiente de cosecha más agrupados y poseen la ventaja de que las prácticas agrícolas se pueden programar en función de las necesidades de la planta.

El uso de estrategias de producción basadas en la renovación frecuente o luego de cada generación de cultivo de la plantación en conjunto con una alta densidad de población (Fig. 38 y 39) serían las opciones más apropiadas para obtener rendimientos altos y sostenibles en el cultivo del plátano (Belalcázar 1991, Vargas 1994, 1995, 1997, 1998).



**Figura 38.** Secuencia de renovación total de plantación en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*): A- extracción del hijo (espada en este caso en siembra directa), B- colocación del hijo (sin poda o eliminación de raíces) en el hoyo de siembra del entresurco, C- llenado parcial del hoyo y listo para la aplicación de nematicida, D- hijo con poda parcial de hojas y aspersión de protector solar, E- llenado total de hoyo luego de la aplicación de nematicida, F- Entresurco renovado.

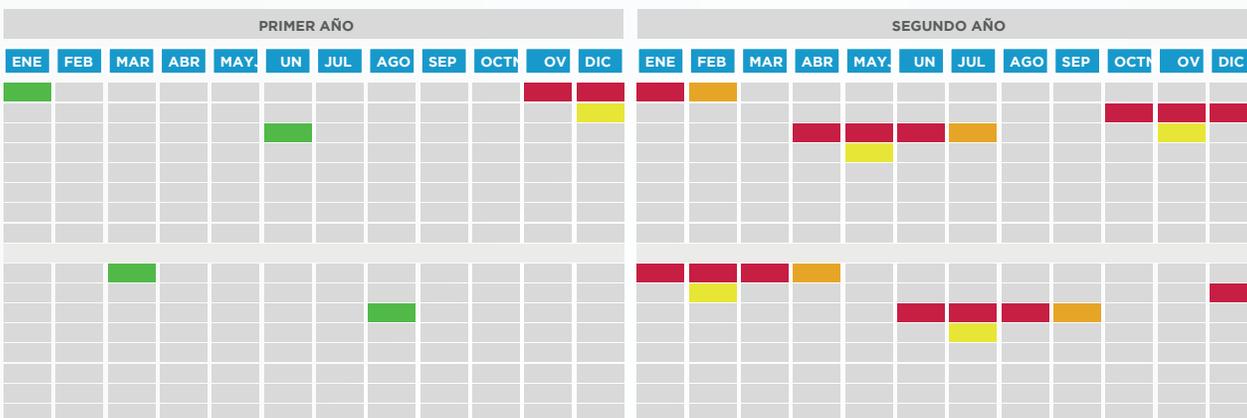


**Figura 39.** Ejemplo de plantaciones de plátano (*Musa AAB*) recientemente renovadas

Para obtener una producción anual sostenida en el tiempo es conveniente fraccionar el área de siembra en bloques de cultivo escalonados (Fig. 40). Como referencia, bajo las condiciones del Caribe de Costa Rica, la dispersión del período de cosecha de una misma área homogénea y sembrada en alta densidad puede variar entre 2 y 3 meses (Fig. 41).



**Figura 40.** Plantación de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*, cv. Hartón de porte bajo) conformada en bloque de producción y proveniente de la siembra directa de hijos de espada sin poda de raíces.



**Figura 41.** Ejemplo de cronograma de siembras, cosechas y renovaciones en una hectárea de plátano bajo un sistema de bloques de producción, alta densidad de población y renovación total de la plantación luego de cada ciclo de cultivo. En color verde las siembras iniciales, la cosecha de los racimos en color rojo y la disponibilidad de semilla producida en color café. La renovación de cada una de ellas en color amarillo.

La renovación frecuente de plantación debe asociarse al uso de altas densidades de población para maximizar el potencial productivo del cultivo. Bajo este modelo productivo, la programación de siembras debe también considerar, además de los aspectos de mercado propios de la comercialización, factores limitantes de clima relacionados con la sequía. En estos casos cuando la renovación se deba hacer bajo estas condiciones extremas de déficit hídrico y no se cuente con algún sistema de riego, es preferible continuar con la sucesión correspondiente y estandarizar dicha población mediante una deshija por uniformidad y no por vigor o posición.

## XII-PRINCIPALES PLAGAS PRESENTES

### 1- SIGATOKA NEGRA (*Pseudocercospora fijiensis*)

La Sigatoka negra es en la actualidad el principal problema fitopatológico del banano y el plátano. Su combate representa un incremento considerable en los costos de producción (Romero y Cubero, 1987) dado que ataca y destruye el área foliar de la planta (Fig. 42). Como consecuencia se reduce el área fotosintéticamente activa y se afecta el crecimiento, la producción, así como las dimensiones y la vida verde del fruto. Uno de los efectos más relevantes es la necesidad de aumentar la intensidad del desmane (manos verdaderas) del racimo, en aquellas áreas o zonas con alta incidencia de la enfermedad, con la consiguiente pérdida de peso con cada mano eliminada.

La enfermedad se identificó en Costa Rica a mediados de 1979, en plantaciones de plátano ubicadas en el cantón de San Carlos, región limítrofe con Nicaragua. Desde entonces, la incidencia y severidad de la enfermedad, afectó sensiblemente el desarrollo del cultivo de plátano en el país y obligó a muchos agricultores a abandonar la actividad. El área sembrada decreció de 11.500 a 3.000 hectáreas entre 1982 y 1989 (Solano, 1995).



**Figura 42.** Planta de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón de porte alto) con tejido foliar afectado por Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*). Foto: R. Villalta.

La mayoría de los cultivares comerciales de plátano (*Musa* AAB), poseen un nivel de susceptibilidad a la Sigatoka negra menor que los cultivares comerciales de banano (*Musa* AAA) del subgrupo Cavendish. Por el contrario, los híbridos tetraploides de plátano (*Musa* AAAB) como los cultivares FHIA 20 y FHIA 21 son más tolerantes a la enfermedad.

Bajo las condiciones climáticas de la Vertiente Atlántica de Costa Rica, es muy complicado producir fruta de calidad para la industria y sobre todo para la exportación como fruto verde con los cultivares del tipo Falso Cuerno, sin un programa integrado de combate de la Sigatoka negra. Ramírez y González (1995) señalan que los materiales de porte bajo ('Enano' y 'Planta Baja II') son más susceptibles que los materiales de porte alto ('Semi gigante', 'venezolano' y 'Macho x Hembra') aspecto que, sin embargo, no pudo ser corroborado por Vargas y Guzmán (2001).

Las dificultades ligadas al combate de la Sigatoka negra son cada vez mayores, debido al desarrollo de resistencia del patógeno a los principales fungicidas sistémicos utilizados (Guzmán y Romero 1996). En el cultivo del banano (*Musa* AAA) se han utilizado estrategias de combate químico de la Sigatoka negra que disminuyen el riesgo de generar resistencia. Dichas estrategias contemplan la alternancia de productos fungicidas de diferente modo de acción y el uso de mezclas de productos sistémicos y protectores (Marín y Romero, 1992), estrategias que también son efectivas para tales propósitos en el cultivo del plátano (Vargas y Guzmán 2001).

Existen aspectos básicos ligados al combate químico a los que con frecuencia no se les presta atención o se carece de información para desarrollar los procedimientos en forma correcta (Martínez y Guzmán 2011). En ese contexto se pueden incluir: a- la apropiada preparación de las mezclas que incluye la calidad del agua, el orden de mezcla y los tiempos de agitación, b- uso correcto de los fungicidas que comprende dosis, mezclas y rotación de los diferentes ingredientes activos, c- Calidad de la aplicación conformada por la calibración de los equipos, volumen y dosis por área, cobertura de la mezcla y condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa, mojadura foliar y viento.

#### **A- APROPIADA PREPARACIÓN DE MEZCLAS**

La preparación de mezclas constituye un aspecto fundamental para asegurar la correcta distribución y estabilidad de los componentes por unidad de volumen. Una mezcla preparada de manera correcta debe permanecer estable (sin separación evidente de capas o estratos) en estado de reposo idealmente por una hora o más (Fig. 43). El otro factor de relevancia es la cantidad de cada componente, que debe estar apegada a la cantidad recomendada por unidad de volumen de mezcla. También, la calidad del agua se debe considerar en caso de preparaciones en agua o en emulsión. Al respecto, Vargas *et al.* (2001) determinaron con base a los valores de pH que en todos los casos las fuentes de agua muestreada (generalmente pozos profundos en plantaciones bananeras de la Vertiente Atlántica y del Pacífico Sur) fueron inadecuados

para la aplicación de agroquímicos (Cuadro 45) mientras que la dureza se clasificó en muchos de los casos como dura (Cuadro 46), lo que exige el uso de correctores de pH y dureza para reducir el riesgo de pérdida de efecto del ingrediente activo y por consiguiente de eficacia biológica.



**Figura 43.** Estabilidad física de mezclas fungicidas para el combate de la Sigatoka negra: probetas izquierda y derecha con una estabilidad física pobre, donde los componentes se separan en capas. Probeta central con una estabilidad física adecuada donde los componentes se encuentran homogéneamente mezclados.

**Cuadro 45.** Distribución porcentual de fincas productoras de banano (*Musa AAA*) por zona de cultivo (Vertiente Atlántica y Pacífico Sur de Costa Rica) con relación al pH del agua de aplicación de agroquímicos basado en los rangos descritos por Voight (2014). Adaptado de Vargas et al. 2001. CORBANA 27(54):105-118.

Zonas	Categorías de pH					
	I		II		III	
	Satisfactorio 3,5 - 6,0		Adecuado 6,1 - 7,0		Inadecuado > 7	
	n	%	n	%	n	%
Oeste	0	0	0	0	22	100
Este septentrional	0	0	0	0	44	100
Este meridional	0	0	0	0	13	100
Pacífico Sur	0	0	0	0	9	100

Categorías de pH: I- Satisfactorio para la mayoría de las aplicaciones y para una permanencia corta de la mezcla de agroquímicos (12 a 24 horas) en el tanque de aplicación. II- Adecuado para la inmediata aplicación de la mayoría de los agroquímicos. La mezcla no debe permanecer más de 1 a 2 horas en el tanque de aplicación. III- Adicionar un amortiguador (buffer) o acidifique el agua de aplicación. Adaptado de Vargas et al. 2001. CORBANA 27(54):105-118.

**Cuadro 46.** Distribución porcentual de fincas productoras de banano (*Musa AAA*) por zona de cultivo (*Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica*) con relación a la dureza del agua de aplicación de agroquímicos basado en los rangos descritos por McDougal (2012). Adaptado de Vargas et al. 2001. *CORBANA 27(54):105-118.*

Zonas	Categorías de dureza (mg de CaCO <sub>3</sub> / L)							
	Blanda < 75,0		Moderada 75,0 - 150,0		Dura 150,1- 300,0		Muy dura > 300,1	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Oeste	10	45	11	50	1	5	0	0
Este septentrional	0	0	14	32	29	66	1	2
Este meridional	0	0	2	15	8	62	3	23
Pacífico Sur	1	11	3	33	5	56	0	0

Algunos ingredientes activos de fungicidas son más susceptibles a ser afectados por la calidad del agua. No obstante, en muchos casos, se carece de información confiable sobre las características que debe tener el agua para que el fungicida funcione apropiadamente.

Dado lo anterior, se recomienda utilizar aguas blandas (con bajos contenidos de Ca y Mg) y regular el pH a valores entre 5 y 7 (preferiblemente con un valor cercano a 6), rango en el cual la gran mayoría de los ingredientes activos de los fungicidas se desempeñan bien.

El orden en que los diferentes componentes se adicionan a la mezcla (orden de mezclado) influye marcadamente en la estabilidad de esta y puede variar en función del tipo de mezcla: en agua (agua + fungicida), en emulsión (aceite mineral + emulsificante + agua + fungicida) o en suspensión (aceite mineral + fungicida). Según Martínez y Guzmán (2011) el orden de preparación de cada mezcla debe ser el siguiente:

#### **A- Mezclas en agua (mancozeb)**

75% del agua + 100% del fungicida (agitación por 5 minutos) + 25% restante de agua (agitación por 5 minutos).

#### **B- Mezclas en emulsión (sistémicos y mancozeb)**

100% del aceite + emulsificante (agitación por 5 minutos) + 50% del agua (agitación por 5 minutos) + 100% del o los fungicidas (agitación por 5 minutos) + 50% restante de agua (agitación por 5 minutos).

#### **C- Mezclas en suspensión (sistémicos y mancozeb)**

100% del aceite + 100% del fungicida (agitación por 5-10 minutos).

## B- USO CORRECTO DE FUNGICIDAS

Es conveniente conocer los nombres comerciales, así como los ingredientes activos y el grupo químico de cada formulación comercial para realizar de manera eficiente rotaciones y mezclas que reduzcan el riesgo de desarrollo de resistencia. También se deben considerar y respetar los lineamientos establecidos por el Comité de Acción contra la Resistencia a Fungicidas o FRAC (por sus siglas en inglés), que establece un máximo de aplicaciones de cada grupo de fungicidas por año calendario. Este Comité se reúne cada dos años, de ahí la importancia de estar al tanto de sus recomendaciones. En el Cuadro 47 se muestra una lista actualizada a la redacción de este documento (2025) de fungicidas utilizados en banano. Aquellos en color verde corresponden a producto poco disponibles o retirados del mercado por aspectos comerciales, en color azul aquellos de reciente introducción, en color negro los de uso frecuente o racional y en color morado aquellos retirados del mercado por aspectos ambientales.

**Cuadro 47.** Fungicidas aprobados de uso más común contra la *Sigatoka negra* en el cultivo del banano<sup>1</sup>. Fuente: R. Villalta, M. Guzmán y G. Murillo, CORBANA.

Nombre comercial	Fabricante	Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de acción	Dosis (g de (i.a. /ha)	Dosis (p.c. /Ha)
Bumper® 25 CE	Makteshin-Agan	propiconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Folicur®25 EW	Bayer	tebuconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Helcore®25 EC	Helm	difenoconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Opal® 7,5 OC	BASF	epoxiconazole	triazol	sistémico	100	1,33 L
Orius® 25 EW	Makteshin-Agan	tebuconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Sico® 25 EC	Syngenta	difenoconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Silvacur® 30EC	Bayer	tebuc. + triad <sup>2</sup>	triazol	sistémico	120	0,4 L
Sopral® 7,5 EC	Makteshin-Agan	epoxiconazole	triazol	sistémico	100	1,33 L
Tilt® 25 CE	Syngenta	propiconazole	triazol	sistémico	100	0,4 L
Benlate® 50 OD	Du-Pont	benomil	benzimidazol	sistémico	140	280 g
Cycosin® 70 WP	BASF	Metil tiofanato	benzimidazol	sistémico	196	280 g
Bananin® 86 OL	Helm	tridemprph	amina	sistémico	430	0,5 L
Impulse® 80 EC	Bayer	spirotetramina	amina	sistémico	320	0,4 L
Volley® 88 OL	BASF	fenpropimorph	amina	sistémico	616	0,7 L
Siganex® 60 SC	Bayer	pirymetaniil	anilino pirimidina	sistémico	300	0,5 L
Bankit® 25 SC	Syngenta	azoxistrobina	estrobirulina	sistémico	100	0,4 L
Regnun® 25 EC	BASF	piraclostrobina	estrobirulina	sistémico	100	0,4 L
Tega® 25 SC	Bayer	trifloxistrobin	estrobirulina	sistémico	75-100	0,3-0,4 L
Cumora® 50 SC	BASF	boscalid	carboxamida	sistémico	400	0,8 L
Lonselor® 30 SC	BASF	fuxapiroxad	carboxamida	sistémico	300	0,4-0,5 L
Kumulus® 80 WG	BASF	Azufre	Inorgánico	protector	1.200-1.600	1,5-2,0
Lanzador® 500 SC	ADAMA	Folpet	Ftalamida	protector	750	1,5 L
OS-60® SC	ADAMA	Azu-Oxi Cu <sup>3</sup>	Inorgánico	protector	900	1,5 L
Banazeb® 43,5 SC	Colono	mancozeb	dictiocarbamato	protector	1.200	2,0 L
Dithane® 60 SC	Dow AgSc	mancozeb	dictiocarbamato	protector	525-1.500	0,87-2,5L
Dithane® 43 SC	Dow AgSc	mancozeb	dictiocarbamato	protector	645-1.505	1,5-3,5L
Manteno® 35 SC	Helm	mancozeb	dictiocarbamato	protector	525-1.400	1,5-4,0L
Manzate® 43 SC	Du West	mancozeb	dictiocarbamato	protector	645-1.505	1,5-3,5L
Ridodur® 35 OF	Laquinsa	mancozeb	dictiocarbamato	protector	525-1.400	1,5-4,0L
Ridodur® 35 SC	Laquinsa	mancozeb	dictiocarbamato	protector	525-1.400	1,5-4,0L
Vondozeb® Plus	Elf Atochem	mancozeb	dictiocarbamato	protector	1.075-1.505	2,5-3,5L
Vondozeb® 35 SC	Elf Atochem	mancozeb	dictiocarbamato	protector	525-1.400	1,5-4,0L
Bravo® 72 SC	Syngenta	clorotalonil	cloronitrilos	protector	720-1.440	1,0-2,0L
Knight® 72 SC	Du West	clorotalonil	cloronitrilos	protector	720-1.440	1,0-2,0L
Kal-Sil® 72 SC	Agriphar	clorotalonil	cloronitrilos	protector	720-1.440	1,0-2,0L
Odeon® 76 SC	Maco	clorotalonil	cloronitrilos	protector	720-1.440	1,0-2,0L
Bionil® 72 SC	Bioquim	clorotalonil	cloronitrilos	protector	720-1.440	1,0-2,0L

1/ La lista no incluye algunos fungicidas de diferentes grupos químicos en proceso de registro. 2/ tebuconazole + triadimenol. 3/azufre + oxiclóruo de cobre.

## C- CALIDAD DE APLICACIÓN

Una vez preparada la mezcla, la siguiente etapa es asegurarse una adecuada aplicación en la plantación, ya que de esto depende en gran medida, el éxito del programa del combate de la enfermedad. El anterior argumento, de acuerdo con Martínez y Guzmán (2011), es válido tanto para aplicaciones aéreas como para equipos terrestres tipo motobomba. En el caso de aplicaciones aéreas se dispone de equipos con alta tecnología para aplicar, controlar y valorar la calidad de la aplicación. No ocurre lo mismo en el caso de las aplicaciones con equipos terrestres (de uso común y mayoritario en plátano), donde es frecuente encontrar equipos mal calibrados o sin calibrar.

En términos generales, para aplicaciones con motobomba se recomienda utilizar un volumen total entre 40 a 50 litros/ha. Sin embargo, esto dependerá principalmente del equipo a utilizar, del patrón y la densidad de siembra, la variedad y la presencia de obstáculos. En estos casos lo recomendable es marcar un área definida de la plantación, colocar un volumen conocido de agua o de la mezcla y graduar el equipo a un paso normal del operador para obtener una cobertura y tamaño de gota satisfactorio sobre las hojas más jóvenes.

Un ejemplo de este procedimiento se detalla para un área de plantación en doble surco donde el operador se desplaza en medio de dos de ellos por la calle ancha o callejón de 3,0 m aplicando, con un movimiento oscilatorio de la boquilla, ambos doble surcos. Si el área marcada comprende 55,0 m lineales y se estima que la aplicación cubre las dos filas de plantas aledañas al callejón de cada doble surco para una distancia planta-callejón-planta de 3,0 m, entonces el área de aplicación marcada será de 165,0 m<sup>2</sup>. Al paso normal del operador y bajo las características propias del área el gasto sería de 742,5 ml por lo que el volumen requerido por ha (10.000 m<sup>2</sup>) sería de 45 litros.

## D- ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN DE ACUERDO CON LA ORIENTACIÓN DE MERCADO

En el país, la industria requiere actualmente una parte muy importante de la producción total (45 a 60%), con un aumento constante en la demanda exportable de producto terminado, esto en detrimento del área dedicada a la exportación como fruta fresca.

Uno de los aspectos con mayor influencia en el cambio de la orientación de mercado está constituido por el impacto de la Sigatoka negra sobre el costo de producción, así como el riesgo de maduración en tránsito. De acuerdo con Bayona (1994) para banano, y quizá extensivo en alguna medida para plátano, el requerimiento mínimo de hojas a la cosecha debe al menos de cuatro a cinco hojas para evitar la maduración prematura de los frutos durante su transporte en frío (14 °C) para América del Norte (7 a 10 días) y para Europa (14 a 21 días). Sin embargo, en el plátano para industria producido en el país, el tiempo de transporte a la procesadora es considerablemente más corto (1 a 2 días)

y permite cosechar la planta con un menor número de hojas. Esto supone un beneficio sobre la exportación como fruta fresca ya que los racimos para industria pueden dejarse más tiempo en la planta, de acuerdo con el tipo de producto, con el consiguiente aumento de peso y dimensiones, siempre en coordinación con los requerimientos de la planta procesadora.

Ante esta perspectiva, el combate de la Sigatoka negra se debe diferenciar de acuerdo con el mercado y básicamente en cuanto al número de ciclos de aplicación. De esa manera y considerando las estrategias de cultivo basadas en alta densidad de población y renovación frecuente de la plantación, se plantean, a modo de ejemplo, las siguientes estrategias tanto para industria (Cuadro 48) como para exportación como fruta fresca (Cuadro 49).

Se debe enfatizar que la información presentada en los cuadros mencionados es solamente un ejemplo y que podría variar de acuerdo con el clima, la eficiencia de las aplicaciones, la apropiada rotación de productos y el estado nutricional de la plantación. En plátano, dada su menor susceptibilidad a la Sigatoka negra que el banano, es posible reducir el número de aplicaciones anuales, ampliar los intervalos de aplicación y aumentar las aplicaciones sucesivas de fungicidas protectores con el consiguiente beneficio tanto económico como de manejo de la enfermedad.

Asimismo, aunque en los ejemplos de programas de aplicación planteados en este documento están basados en aquellos grupos químicos de mayor disponibilidad y más fácil adquisición en el país (triazol, amina, anilino pirimidina y ditiocarbamatos) el uso de otros grupos aquí descritos (benzimidazol, estrobirulina, carboxamida,) puede también ser considerado. En plantaciones con renovación total de la plantación luego de cada ciclo de cultivo cabe la opción de suspender las aplicaciones cuando la mayoría de las plantas estén florecidas siempre y cuando el control de la enfermedad haya sido el adecuado.

Asimismo, debe diferenciarse la metodología de evaluación de la enfermedad, considerando que a diferencia del cultivo del banano (perenne o semi perenne), donde en una misma área coexisten plantas de todas las edades, en un cultivo de plátano en alta densidad de población y renovación de plantación frecuente, la uniformidad de plantación es un requisito indispensable. Por ello las evaluaciones periódicas de la evolución de la enfermedad deben realizarse en las mismas plantas y durante semanas sucesivas desde el crecimiento inicial y hasta 11 semanas después de la floración y considerar lo mismo para el hijo de sucesión (en caso de continuar como opción sucesora) una vez que se determine un porcentaje importante de cosecha (más del 50%). Bajo esta perspectiva debería establecerse parcelas con no menos de cinco plantas por cada 50 ha o fracción.

Las variables de infección a considerar en la boleta de evaluación serían: 1- total de hojas y su estimación visual (grados) del área foliar afectada en cada una de ellas (TH), hoja más joven enferma (HJE), hoja más joven con mancha (HJM), la Suma bruta y la emisión foliar.

**Cuadro 48.** Ejemplo de programa tentativo para el combate de la Sigatoka negra en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) con orientación de su producción a la agroindustria. Fuente: I. Martínez, R. Villalta, A. Vargas y G. Murillo. CORBANA, S.A.

Programa tentativo de aplicación	Semana	No ciclo
	post-siembra	
aceite + ditiocarbamato	12	1
aceite + ditiocarbamato	15	2
aceite + amina + ditiocarbamato	18	3
aceite + ditiocarbamato	21	4
aceite + amina + ditiocarbamato	24	5
aceite + ditiocarbamato	27	6
aceite + triazol + amina + ditiocarbamato	30	7
aceite + ditiocarbamato	33	8
aceite + anilinoimidina + ditiocarbamato	36	9
Floración		
aceite + triazol + amina + ditiocarbamato	39	10
aceite + amina + ditiocarbamato	45	11

Observaciones: 1- Volumen total de mezcla= 50 litros/ ha. 2- Orden de mezcla: 100 % aceite + emulsificante (agitar 5 min.) + 50 % agua (agitar 5 min.) + fungicidas + resto agua (agitar 5 min.) 3- Hacer las aplicaciones preferiblemente entre las 6:00-8:30 am o entre 4-5:30 pm, si las condiciones lo permiten. La dosis del aceite (5 a 10 L/ ha) varía en función del nivel de infección, clima, intervalo de aplicación y edad de la plantación entre otros.

**Cuadro 49.** Ejemplo de programa tentativo para el combate de la Sigatoka negra en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) con orientación de su producción a la exportación como fruta fresca. Fuente: I. Martínez, R. Villalta, A. Vargas y G. Murillo. CORBANA, S.A.

Programa tentativo de aplicación	Semana	No ciclo
	post-siembra	
aceite + ditiocarbamato	12	1
aceite + ditiocarbamato	14	2
aceite + amina + ditiocarbamato	16	3
aceite + triazol + amina + ditiocarbamato	20	4
aceite + amina + ditiocarbamato	24	5
aceite + anilinoimidina + ditiocarbamato	28	6
aceite + ditiocarbamato	30	7
aceite + estrobirulina + ditiocarbamato	32	8
aceite + amina + ditiocarbamato	34	9
aceite + ditiocarbamato	36	10
aceite + triazol + amina + ditiocarbamato	38	11
Floración		
aceite + amilinoimidina + ditiocarbamato	40	12
aceite + triazol + amina + ditiocarbamato	44	13
aceite + amina + ditiocarbamato	48	14

Observaciones: 1- Volumen total de mezcla = 50 litros / hectárea. 2- Orden de mezcla: 100 % aceite + emulsificante (agitar 5 min.) + 50 % agua (agitar 5 min.) + fungicidas + resto agua (agitar 5 min.) 3- Hacer las aplicaciones preferiblemente entre las 6:00-8:30 am o entre 4-5:30 pm, si las condiciones lo permiten. La dosis del aceite (5 a 10 L/ ha) varía en función del nivel de infección, clima, intervalo de aplicación y edad de la plantación entre otros.

La elección de los fungicidas y estrategias de combate está muy relacionada con el clima. Condiciones climáticas menos favorables para la enfermedad permiten reducir el costo del combate ya sea ampliando los ciclos de aplicación, reduciendo la dosis de aceite en la mezcla o usando con mayor intensidad fungicidas protectores.

Es importante mencionar que bajo condiciones de alta infección de la enfermedad (Villalta, R. 2025. Com. Pers.) la aplicación de algunos fungicidas sistémicos con altas dosis de aceite (7 o más litros/ ha) puede acelerar la senescencia de la hoja.

## E- FERTILIZACIÓN FOLIAR

Los fertilizantes foliares solo se deben aplicar en conjunto con las mezclas de fungicidas protectores usados para el combate de la Sigatoka negra y no se deben aplicar en conjunto con fungicidas sistémicos, dado que pueden afectar la estabilidad química y física de la mezcla. En el Cuadro 50 se presentan algunos de los fertilizantes foliares recomendados para su uso en banano (*Musa* AAA), aspecto que, sin embargo, puede también ser vinculante con su aplicación en plátano (*Musa* AAB). No obstante, antes de una aplicación foliar en mezcla con fungicidas es recomendable realizar pruebas de estabilidad física y comportamiento del pH.

**Cuadro 50.** Productos comerciales usados para la fertilización foliar. Fuente: Secciones de Suelo y Fitopatología. CORBANA, S. A.

Producto	Dosis por ha	Contenido de nutrimentos por L o kg de producto comercial
Bayfolán Forte®	1,5 L	N (11%), P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (8%), K <sub>2</sub> O (6%), Fe (0,05%), Mn (0,036%), B (0,036%), Cu (0,04%), Zn (0,08%), Co (0,002%), Mo (0,005%), S (0,23%), Mg (0,025%). Ácido inolacético (39 mg/L), clorhidrato de tiamina (40 mg/L)
Foliveex Polisacáridos® AAA	1,0 kg	N (7%), K <sub>2</sub> O (21 %), S (3%), Zn (5%), AA (5%), Algas (1,5 %), Polisacáridos (21%)
Sifol + Foliveex Zinc® 20% AA	0,5 L + 0,5 kg	Sifol= P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (13%) K <sub>2</sub> O (4%), Ca (5%), Cu (0,05%), Si (9,4%). Foliveex Zinc 20%= Zn (20%), S (11%), AA (7%)
Copocal®	0,5 L	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (14%), Ca (7,5 %), Cu (5%)
Metalosato® NPK 4-17-17	1,0 L	N (4%), P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (17%), K <sub>2</sub> O (17%), Energía (2350 kcal)

Adicionalmente a los productos que se presentan en el cuadro anterior, la Sección de Fitoprotección de CORBANA S. A. evaluó en banano, la aplicación de manera regular de aminoácidos y nutrimentos acompañados con aminoácidos, donde destacan (Azofeifa *et al.* 2010) AA-Ca, AA-Zn y AA-B en la reducción de la severidad de la enfermedad durante el ciclo vegetativo y AA-Zn, AA-Cu y especialmente AA-Mg (Villalta *et al.* 2018) en el aumento del peso del racimo.

Adicionalmente, otra estrategia de manejo desarrollada para el cultivo de banano, también en este caso, vinculante para el plátano, estaría en función de la reducción de la capacidad esporulante de la Sigatoka negra en los residuos de cosecha (hojas). De acuerdo con un estudio generado por Villalta y Guzmán (2005) las aplicaciones semanales de urea al 10 % sobre las lesiones de Sigatoka negra redujeron el porcentaje de esporulación por ambos lados de la hoja, respecto a las que no se les aplicó urea.

Los resultados fueron claros en demostrar que el tejido con lesiones de Sigatoka negra continúa contribuyendo a la producción de inóculo interno después de haberse eliminado y que la aplicación de urea es una alternativa práctica para reducir aún más las posibilidades de multiplicación del patógeno, sobre todo en condiciones de alta presión de inóculo. Además, dichos autores determinaron que la esporulación del hongo fue mayor por el haz que en el envés de la hoja. Por ello, la colocación de la hoja en el suelo con el haz hacia abajo luego de la deshoja podría ser una práctica que ayude a reducir aún más el inóculo dentro de la plantación.

El combate biológico de la Sigatoka negra en el cultivo de plátano ha recibido poca atención. Sin embargo, existen en el mercado productos a base de bacterias secretoras de enzimas líticas (quitinolíticas y glucanolíticas), con capacidad para sobrevivir en el filoplano, como *Bacillus* spp., que han brindado algún grado de control de la enfermedad en condiciones de campo (Guzmán 2012). Los extractos de plantas, que también podrían incluirse dentro del concepto de combate biológico, tienen un amplio potencial. Los formulados comerciales a base de *Melaleuca alternifolia* dominan este campo; no obstante, su eficacia es también limitada. Hasta el momento no existen ejemplos de uso efectivo y eficiente del combate biológico de la Sigatoka negra a gran escala en plantaciones de plátano, pero esto podría ser cuestión de tiempo en tanto se logren formular productos a base de microorganismos o aislamientos con mayor capacidad antagonistas o extractos de plantas con mayor poder fungicida (Guzmán, M. 2025. Com. Pers., Cropland Science).

Finalmente, existen en el mercado fungicidas a base de cobre, azufre y plata, principalmente, que han mostrado ser efectivos contra la Sigatoka negra y con aprobación para uso en agricultura orgánica. Importantes avances se han visto en este campo en los últimos 5 años y se pueden esperar más en los próximos años. No obstante, no se debe perder de vista que el futuro del combate de la Sigatoka negra en la producción orgánica de plátano deberá enmarcarse en el concepto de manejo integrado (Guzmán, M. 2025. Com. Pers., Cropland Science).

## 2- PUDRICIÓN DEL PSEUDOTALLO

Es generalmente causado por una serie de bacterias Gram negativas del grupo *Erwinia*, conformado por los géneros *Erwinia*, *Dikeya* y *Klebsiella* (Villalta *et al.* 2021). La infección puede iniciar por el cormo o por las yaguas o vainas más externas del pseudotallo, se inicia en las yaguas o vainas más externas. En este caso, que es el más frecuente la bacteria profundiza poco a poco causando una lesión acuosa de color café marrón a café rojizo que puede tener un olor a podredumbre.

De acuerdo con Guzmán (2003) un solo pseudotallo puede tener infecciones en varios sitios, con lesiones de diferente tamaño y profundidad. La distribución del daño sugiere que la enfermedad da inicio en la parte superior de la planta, en los cortes de las hojas y desciende por las yaguas más externas hasta llegar inclusive al límite de éstas con el cormo. Producto de las infecciones más profundas los tejidos del pseudotallo pierden consistencia, se debilita su resistencia mecánica y la planta se dobla por efecto del peso del follaje y/o del racimo (Fig. 44). El anterior autor indica que el inoculo del patógeno está muy presente en la zona y es favorecido por las condiciones microclimáticas de alta precipitación y humedad.



**Figura 44.** Planta afectada y síntomas de pudrición interna del pseudotallo causados por *Erwinia* spp. en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB). Nótese la necrosis de las hojas, el colapso del pseudotallo producto de la pudrición acuosa que debilita su parte central.

Debido a que la bacteria se disemina por herramientas, Guzmán (2003) indica que en plantaciones afectadas es conveniente desinfectar planta a planta toda herramienta que se utilice para labores agrícolas de campo como deshija, deshoja, desburilla y cosecha. Las plantas enfermas dobladas se deben cortar y trocear en trozos pequeños (especialmente el pseudotallo) para exponer sus tejidos a la luz solar. Se debe buscar que el tejido se incorpore rápidamente al suelo ya que, por lo general, estas bacterias causantes de infecciones en los tejidos aéreos no tienen una buena capacidad de supervivencia en el suelo. Las plantas enfermas con síntomas iniciales en el pseudotallo se pueden tratar con algún tipo de cirugía de los tejidos enfermos y la aplicación posterior de

un desinfectante como glutaraldehído 2%, cloro al 10 %, Vanodine® al 3 %, Belorán® al 5 %, Kilol® al 5 %, Zero Tolerance® al 5 %, etc.

El desburillado o remoción de yaguas secas, una práctica recomendable pues mantiene los tejidos más expuestos a la luz solar y a la desecación. Además, permite eliminar superficialmente, por cirugía, partes de tejido enfermo antes de que alcancen yaguas más internas. La deshoja se realiza a nivel del pseudotallo, sin dejar remanentes del pseudopecíolo de la hoja, que en caso de su retención serviría como reservorios del inóculo del patógeno.

No obstante, cuando la infección está muy avanzada y severa, es poco lo que se puede hacer. En dichos casos, la erradicación de las plantas enfermas sería la única alternativa. La erradicación se efectúa mediante la inyección de glifosato al 10% (20 ml por pseudotallo dividido en dos puntos de aplicación) y la desinfección *in situ* de herramientas con Vanodine®. También es recomendable aplicar vía foliar alguna fuente de sulfato de cobre (1L/ha) para reducir el inóculo en la plantación, producto que se puede aplicar en conjunto con fungicidas protectantes (mancozeb).

Aunque la planta madre no transmite la enfermedad a los hijos, no se debe extraer semilla del lugar afectado para trasladar a otros destinos, ya sea entre fincas de una misma zona o de zonas diferentes. Sin embargo, se podría utilizar en la misma finca, siempre y cuando para su acondicionamiento, se lleve a cabo un riguroso proceso de desinfección que incluya el uso de algún producto de uso bactericida como Agrimicin® 500 (5g/L), sulfato de cobre (10g/L) o Vanodine (5ml/L). Asimismo, y de manera preventiva se debe considerar una apropiada nutrición mineral, así como un eficiente sistema de drenajes y de combate de arvenses.

### 3- FUSARIUM RAZA 4 TROPICAL (FOC R4T)

En el cultivo del banano (*Musa* AAA) y especialmente en aquellos cultivares del subgrupo Cavendish, el marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical, causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* representa una seria amenaza para su producción sostenible. Está presente en Asia, Oceanía, Oriente Medio y África, mientras que en América Latina y el Caribe ya ocurre de manera reciente en Colombia (año 2019), Perú (año 2021) y Venezuela (años 2021-2023). Aún no hay reportes de su presencia en Costa Rica.

Foc es un patógeno de suelo que infecta las plantas de bananos y algunos plátanos a través de las raíces secundarias. Una vez dentro coloniza y destruye el sistema vascular causando síntomas externos que inician con un amarillamiento y marchitamiento de las hojas de mayor edad (basales) a las más jóvenes (apicales) con una sintomatología interna por una necrosis del sistema vascular y decoloración del rizoma. Plantas infectadas sufren un retraso en su desarrollo y un crecimiento anormal de hojas (Muñoz *et al.* 2024).

Esto sucede para todos los cultivares de banano del subgrupo Cavendish tradicionalmente usados para la exportación como fruta fresca y que son altamente susceptibles a la enfermedad. Sin embargo, en plátanos del tipo Falso Cuerno, un estudio realizado por Zhan *et al.* (2022) al evaluar la reacción de cinco cultivares del Fenotipo Hartón o Currare a *Fusarium* R4T donde cuatro de ellos, incluyendo CEMSA 3/4 y Curraré fueron resistentes en invernadero y altamente resistentes en la primera y segunda generación sucesoria. Los mismos autores encontraron que de tres materiales del Fenotipo Dominico Hartón, dos fueron resistentes en invernadero y todos altamente resistentes en las dos etapas de plantación siguientes. Asimismo, Zuo *et al.* (2017) determinaron que de siete cultivares de plátano (AAB) dos fueron altamente resistentes y cinco resistentes, entre estos últimos el Curraré enano, a la Marchitez por *Fusarium* R4T. Sin embargo, Betancourt *et al.* (2023) indican que los plátanos tradicionales de Colombia (Dominico Hartón y Hartón) se pueden enfermar por Foc R4T en condiciones controladas (invernadero) pero con una menor intensidad o magnitud con respecto al cultivar testigo susceptible de banano (*Musa* AAA, cv. Williams).

Ante la crisis que podría significar para la industria bananera del país la eventual presencia y dispersión de la enfermedad, las recomendaciones son las siguientes (Guzmán *et al.* 2018):

- A- Llevar un registro actualizado de todas las personas que ingresen a la finca.
- B- Restringir la entrada de particulares a la finca, especialmente aquellos con una permanencia en los últimos tres meses en países con presencia de Foc R4T.
- C- Los visitantes deberán ajustarse al protocolo de bioseguridad.
- D- Proteger los linderos más vulnerables y la entrada principal de terceros.
- E- Establecimiento de puestos de desinfección (pediluvios) en los principales

puntos de acceso tanto para personas como para vehículos.

F- Proveer a los visitantes con botas de hule desinfectadas y proporcionadas por la finca.

G- Capacitar al personal de campo en medidas de prevención de la enfermedad.

H- Capacitar al personal de campo sobre la sintomatología de la enfermedad.

I- Lavar y desinfectar los equipos antes y después de su entrada y salida de la finca.

J- Usar para la desinfección de herramientas, maquinaria y equipo productos desinfectantes de reconocida efectividad contra el patógeno (Cuadro 51).

**Cuadro 51.** Desinfectantes y dosis recomendadas como seguras para desinfección de herramientas y pediluvios en la prevención de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical (Foc R4T). Fuente: Guzmán et al. 2018. CORBANA 44(64):1-8,

Tipo de desinfectante	Dosis recomendada (mg/L <sup>-1</sup> ) Efecto residual hasta por siete días	
	Desinfección herramientas	Pediluvios y desinfección equipos agrícolas
Amonio cuaternario	2.000	4.000
Yodóforo	2.000	4.000
Glutaraldehído	1.000	3.000

A pesar de que todos los cultivares de banano (*Musa* AAA) en los que se basa la industria bananera de exportación son susceptibles a FOC RT4 , y dada la importancia que su presencia podría representar al país, la identificación certera de sus síntomas es vital en las estrategias tempranas de combate. Esta sintomatología, ya descrita al inicio para FOC RT4 se muestra en la Figura 45, como resultado de inoculaciones en el país de *Fusarium oxysporum* Raza 1 en bananos del subgrupo Gros Michel, sintomatología idéntica a las plantas de banano del subgrupo Cavendish atacados por FOC (RT4) en aquellos países donde ocurre.



**Figura 45.** Expresión en plantas de banano (*Musa* AAA) del subgrupo Gros Michel de síntomas asociados con la incidencia de *Fusarium oxysporum* Raza 1 en Costa Rica: A- Colapso del peciolo y agobiamiento, amarillamiento de las hojas basales (de mayor edad) a las hojas apicales (de menor edad). B- necrosis del sistema vascular y decoloración del rizoma.

## 4- NEMATODOS

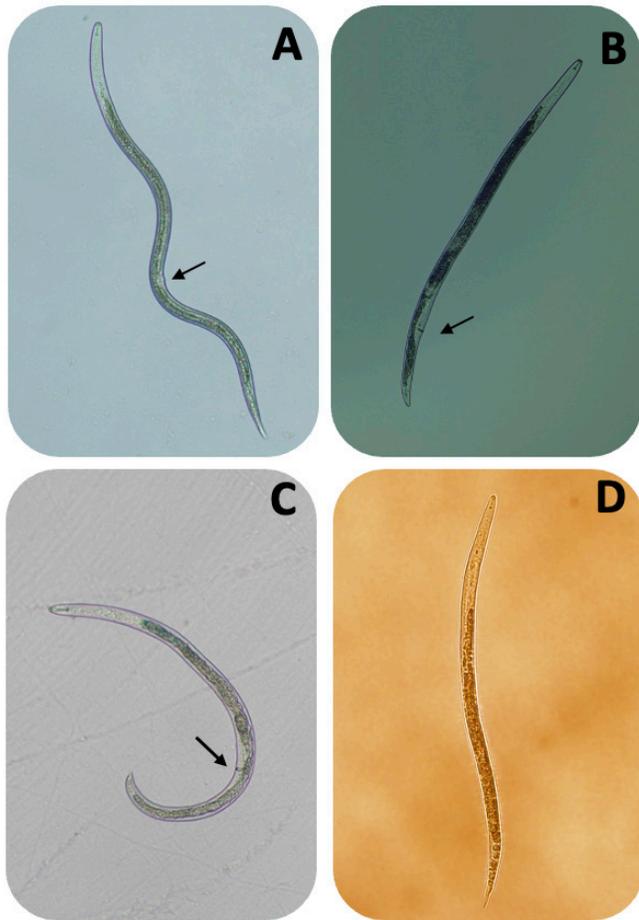
Los nematodos fitoparásitos que se extraen con mayor frecuencia de raíces de plátano en Costa Rica, según López (1980), Jiménez (1991) y Araya y Chévez (1997), son el nematodo barrenador (*Radopholus similis*), el nematodo lesionador (*Pratylenchus* spp.) y el nematodo espiral (*Helicotylenchus* spp.). Además, el Laboratorio de Nematología de CORBANA S.A., también ha determinado la ocurrencia del nematodo agallador (*Meloydogine* spp.). Fotografías de estos cuatro géneros se presentan en la Fig. 46 y su daño en la Fig. 47.

De acuerdo con Araya y Chévez (1997) *R. similis* es el nematodo predominante, seguido por *Pratylenchus* spp. Problemas potenciales en la reducción de la longevidad de la planta y de su producción, en la calidad (dimensiones) del fruto, con escasa respuesta a la fertilización, proliferación de hijos raquíticos y mayor susceptibilidad de la planta a patógenos bajo condiciones adversas, son algunas de las consecuencias de su ataque, especialmente en aquellas áreas de cultivo con más de un ciclo sucesorio.

Bajo este esquema productivo, sería necesario un combate químico más intenso como la única medida rentable de combate, con el consiguiente aumento de los costos y de la problemática ambiental. Bajo estas circunstancias y con el respaldo de investigaciones en banano efectuadas por Araya y Vargas (2018) el umbral a utilizar sería de 10.000 *R. similis* por 100 g de raíces en muestras colectadas del intermedio de la planta madre y el hijo de sucesión y de 8.000 *R. similis* por 100 g de raíces cuando la muestra se colecta al frente del hijo de sucesión. Por lo anterior es recomendable realizar el monitoreo de las poblaciones de nematodos para cuantificar su presencia y efectuar las medidas de combate correspondientes.

Considerando en el cultivo de plátano una modalidad de producción con aplicación de nematicida granulado a la siembra, el primer muestreo de raíces se debería realizar a los dos meses de sembradas las plantas para confirmar el efecto del tratamiento de semilla y la aplicación del nematicida a la siembra (si se hizo). En ese momento la planta debería tener una adecuada cantidad de raíz funcional (raíces sanas) superior al 85% y baja cantidad de nemátodos (inferior a 5.000 *R. similis* por 100 g de raíces). El siguiente monitoreo se sugiere realizarlo cuatro meses después de la siembra (16 hojas verdaderas), justo cuando la planta empieza a emitir sus primeros brotes o hijos.

En plantaciones de más de una cosecha sucesoria el monitoreo de nemátodos se debe efectuar dos meses después de cada aplicación de nematicida.



**Figura 46.** Nematodos fitoparásitos: A- Hembra de *Radopholus similis* con estilete corto, vulva localizada a un 50-55 % y cola puntiaguda. B- Hembra de *Pratylenchus* spp. con estilete corto, vulva localizada a un 80-85 % y cola redondeada. C- Hembra de *Helicotylenchus* spp. en su típica forma de espiral, con estilete largo, vulva localizada a un 70-80 % y cola curvada. D- Hembra de *Meloidogyne* spp. con estilete delgado, cola puntiaguda (vulva no se observa). La flecha en cada nematodo, excepto para *Meloidogyne* spp., indica la posición de la vulva.



**Figura 47.** 1- Raíces de plantas de plátano (*Musa* AAB) parasitadas por nematodos (A y B) y con daños por humedad (C) 1- Nótese en A y B el color pardo-rojizo y necrosis típico del daño causado por *R. similis* y *Pratylenchus* spp. 2- Raíces de *Musa* parasitadas con 70.000 *R. similis* en un área, seis meses después de una aplicación de nematicida. 3- Cormo de plátano parasitado por *R. similis*. Fotos: Randall Vargas.

En plantaciones de más de un ciclo sucesorio de cosecha y donde sea necesario combatir los nematodos, es necesario alternar las moléculas disponibles en el mercado para prevenir su biodegradación. Para la aplicación de estos productos se debe considerar las condiciones climáticas, la solubilidad, movilidad y modo de acción de cada molécula. Los nematicidas disponibles en el mercado son los siguientes: oxamyl-carbamato en formulación líquida- (Vydate® Azul 24SL, Oxate Azul 24SL, Raizate 24SL) carbamato en formulación líquida, así como cuatro organofosforados en formulación granular: terbufos (Counter® 15GR, Biosban®15GR, Forater®15GR), etoprofos (Mocap®15GR), fenamifos (Nemacur®15GR) y cadusafos (Rugby®10GR) y fluopyram (Verango® 50 SC) carboxamida en formulación líquida, cuyas características se presentan en el Cuadro 52. Es importante indicar que, por problemas de tolerancia máxima de residuos, el nematicida oxamyl ha dejado de ser considerado, por el momento, como parte del grupo de nematicidas usados cuando la fruta es destinada para la exportación.

Con excepción del Verango, todos los demás nematicidas tienen efecto insecticida, por lo tanto, ayudan en el combate del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) que es otra plaga importante en plátano. El Verango está definido como de “banda verde” o clase IV (producto que normalmente no ofrece peligro) el cadusafos y etoprofos se definen como “banda amarilla” y terbufos, oxamil y fenamifos como “banda roja”.

**Cuadro 52.** Características de nematicidas aprobados (excepto oxamyl) para uso en banano y plátano en Costa Rica.

Nematicida (Producto comercial)	Ingrediente activo (i.a.)	Dosis <sup>3</sup>	Dosis <sup>4</sup>	Solubilidad <sup>3</sup>	Movilidad <sup>4</sup>	Acción
Vydate <sup>1</sup> Azul® 24 SL	oxamil	2,4	10	28.000	Muy móvil	Sistémico
Counter <sup>2</sup> ®15GR	terbufos	3,0	20	5,5	Inmóvil	Sistémico
Mocap® 15GR	etoprofos	3,0	20	750	Moderada	Sist. local
Nemacur® 15GR	fenamifos	3,0	20	450	Moderada	Sistémico
Rugby® 10GR	cadusafos	2,0	20	248	Poco móvil	Contacto
Verango® 50 SC	fluopyram	0,3	0,6	16	Poco móvil	Sistémico

1/ Genéricos: Oxate Azul® 24SL, Raizate® 24SL. 2/Genéricos: Biosban® 15GR, Forater® 15GR. 3/ g de i. a. por unidad de producción. 4/ g o ml de producto comercial por unidad de producción. 3/ mg L<sup>-1</sup>. 4/ En el suelo.

Cuando las aplicaciones se realicen sobre la superficie del suelo, es conveniente previo a ésta, limpiar el sitio de aplicación de residuos vegetales.

La aplicación de nematicida se debe realizar cuando el suelo esté a capacidad de campo. Lo anterior debido a que el déficit o exceso de humedad en el suelo

afectan la eficacia de estos productos. En épocas de menor precipitación se recomienda aplicar productos más solubles, principalmente oxamyl (no requiere colorante ya que viene incorporado en el producto ni ajuste del pH del agua de aplicación), debido a su alta movilidad y solubilidad. Otra opción sería aplicar etoprofos. En épocas de mayor precipitación se sugiere aplicar nematicidas menos solubles como terbufos, fenamifos, cadusafos o fluopyram. De estos productos, Verango® 50 SC es el de más reciente introducción con aprobación para banano y plátano en el 2014. Este producto de “banda verde” o clase IV (producto que normalmente no ofrece peligro para las personas y el ambiente) y tiene un período de reingreso al área tratada (Vargas, R. 2025. Com. Pers., UPL) de cuatro horas con una eficacia de seis meses.

La dosis indicada de este producto es de 0,6 ml por planta y se debe diluir en una mezcla de agua y agregar colorante. El volumen de mezcla aplicado por planta es de 100 ml, se aplica con una bomba dosificadora de espalda y se sugiere usar colorante para identificar las plantas que han sido tratadas. Algo importante de resaltar es que Verango no tiene efecto insecticida, por lo tanto, no controla picudos.

En la actualidad, el único nematicida que podría ser inyectado en el pseudotallo es el oxamyl (Vargas *et al.* 2015). Sin embargo, en una primera generación se sugiere aplicar sobre la superficie del suelo y luego, en las sucesiones siguientes, podría ser factible el uso de la opción inyectada.

Para la aplicación de estos productos se sugiere usar el equipo de aplicación recomendado por la casa comercial que distribuye cada nematicida. Además de usar el equipo de protección personal y demás cuidados indicados en la etiqueta e instructivo de cada nematicida.

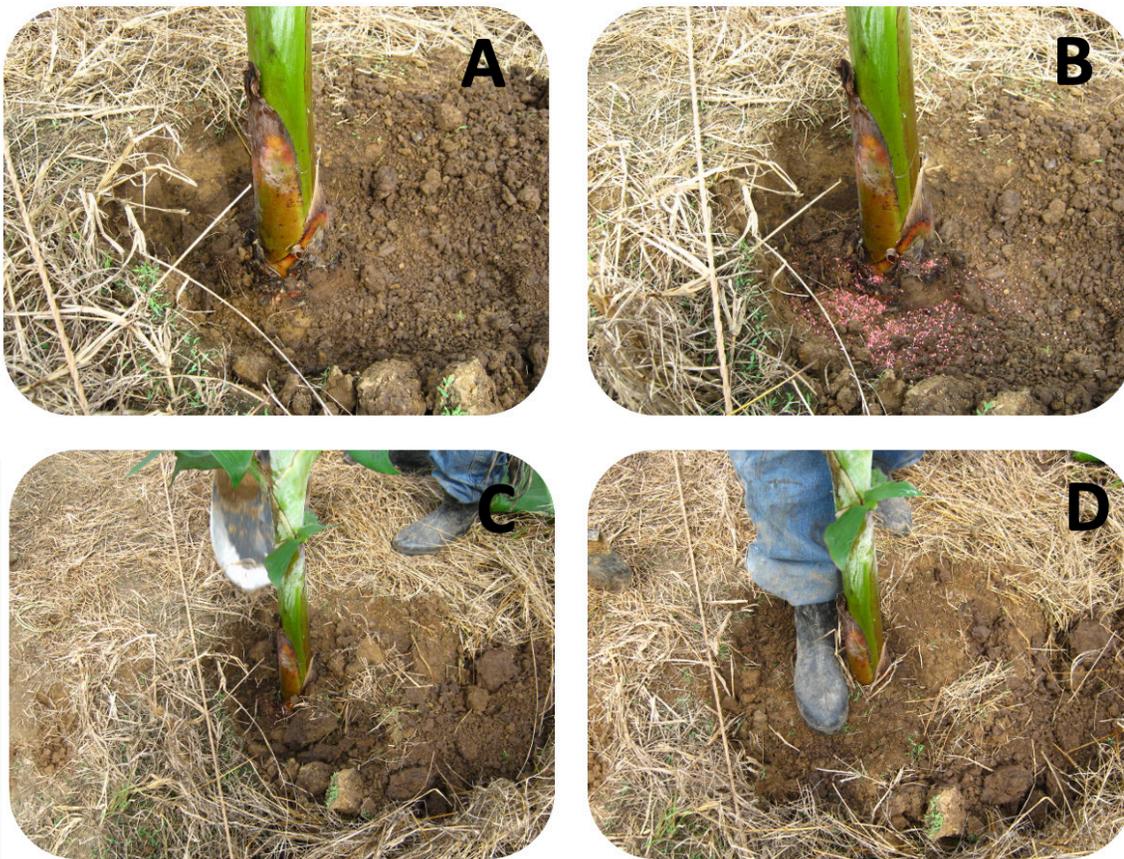
En Costa Rica, existe un reglamento (No. 33507-MTSS) de salud ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos. En dicho reglamento se indica cómo se debe realizar las aplicaciones y los cuidados para la protección de los trabajadores y el ambiente (equipo de protección personal, jornada laboral regulada (a.m.), período de reingreso, de acuerdo con el producto, al área aplicada, protección de fuentes de agua etc.).

Cuando se utiliza una estrategia de renovación frecuente de plantaciones (en conjunto con alta densidad de población de la plantación) es posible reducir el uso de nematicidas químicos. Esto porque se obtienen una mejor calidad de semilla producto de unidades de producción que están en contacto con un lugar determinado de suelo solo durante el trascurso de uno o muy pocos ciclos productivos. Además, estas unidades cambian de sitio por su traslado, mediante la renovación, al entresurco vecino. De esa manera, el material de siembra obtenido, apropiadamente acondicionado y protegido en sus etapas iniciales podrá desarrollar plantas con una sanidad que permita, si no existen limitantes de manejo, la expresión de todo su potencial productivo.

La aplicación de nematicida granulado a la siembra es recomendable hacerla incorporando el producto en la parte media axilar del cormo (“hombros, Fig. 48) (donde emergen las raíces) para luego terminar de llenar con tierra el hoyo (Fig. 49). Dado que el producto químico se encuentra protegido por el suelo es posible reducir, por ejemplo, en un 50 %, (de 3,0 a 1,5 g i.a.), la dosis recomendada para la aplicación superficial del producto granulado en plantaciones perennes. Bajo las condiciones de una plantación en constante renovación la aplicación de nematicida a la siembra sería suficiente. Con esta aplicación en la parte media del cormo, es posible aprovechar el movimiento ascendente y descendente desde el sitio de aplicación de estos nematicidas granulados de alrededor de 10 cm en ambos sentidos.



**Figura 48.** Aplicación de nematicida a los “hombros” de un hijo de espada de plátano (*Musa AAB*) en siembra directa



**Figura 49.** Secuencia de aplicación de nematicida en plantaciones de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*) con renovación frecuente de plantación: A- llenado parcial de hoyo con suelo, B- aplicación del nematicida granulado, C- llenado final de hoyo y D- compactamiento ligero del sitio de siembra para evitar depresiones en los que se deposite exceso de agua.

Asimismo, plántulas de vivero obtenidas a partir de la siembra en bolsas de polietileno de rebrotes mondados, recortados y con poda de raíz (Fig. 50) pueden asperjarse con oxamil en esta etapa de vivero considerando alguna de estas tres modalidades: A- aspersión al follaje de rebrotes embolsados (a las dos hojas emitidas), B- inmersión de rebrotes antes de la siembra o C- aplicación al suelo de la bolsa luego de la siembra del rebrote.

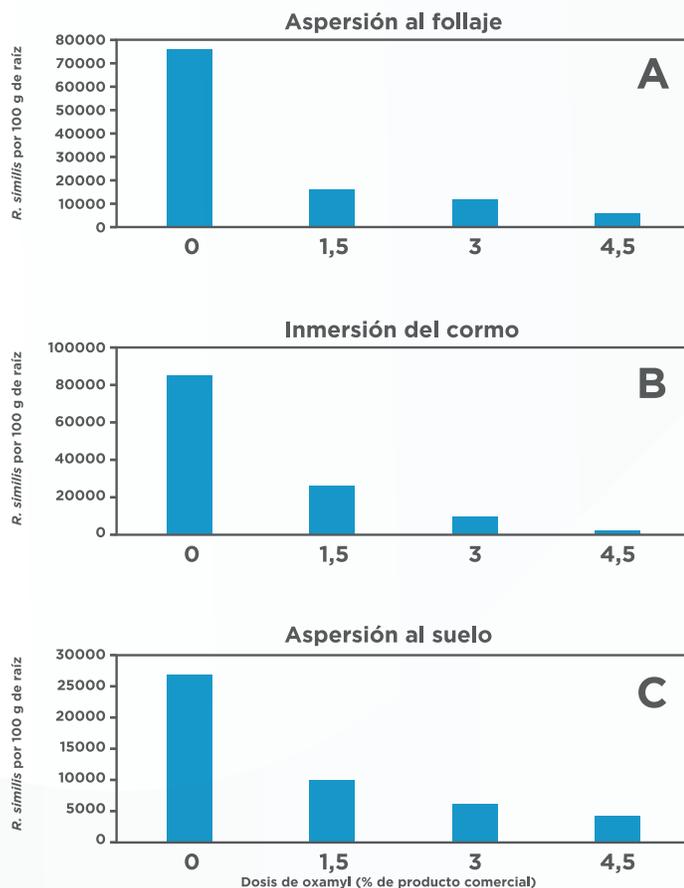


**Figura 50.** Rebrotos provenientes de “hijos de agua” de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB* cv. Hartón de porte alto) sembrados en la bolsa sin tratamiento nematicida (inmersión) y a los cuales se asperjó con una solución de nematicida dos semanas después de la siembra.

Considerando las tres modalidades de aplicación mencionadas (Vargas, datos no publicados) evaluó cuatro dosis de Vydate® 24% (0;1,5; 3,0 y 4,5 % de producto comercial) para cada uno de ellos.

Para la aspersión al follaje, de las dosis de 1,5% (15 ml de producto comercial diluidos en 985 ml de agua) de 3,0% (30 ml de producto comercial diluidos en 970 ml de agua) y de 4,5 % (45 ml de producto comercial diluidos en 955 ml de agua) se asperjaron 25 ml de la solución por planta. Para la inmersión de los rebrotes, previamente mondados y acondicionados, se requirió una dilución similar a la anterior por un período de tiempo de 10 minutos. Para la aspersión al suelo la dilución fue similar a las tres anteriores con la aplicación de 100 ml de la solución por bolsa.

Independientemente del sistema de aplicación usado el testigo sin nematicida mostró siempre las mayores poblaciones de *R. similis* y de nematodos totales (suma *R. similis*, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp y *Meloydogine* spp.) y conforme aumentó la dosis, estas se redujeron (Fig. 51).



**Figura 51.** Número de *Radopholus similis* en rebrotes de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón de porte alto) de vivero y aplicados con diferentes dosis (0, 1,5; 3,0 y 4,5 %) de Vidate Azul 24SL y diferente método de aplicación: A - aspersión al follaje, B - inmersión del cormo y C - aspersión al suelo.

Con la aspersión del nematicida al suelo de bolsa hubo una leve toxicidad para las dos dosis mayores (3,0 y 4,5 %), cuyos síntomas iniciales consistieron en una mancha de aspecto aceitoso en la vena central que evolucionó a una necrosis marginal de las mismas y que no persistió en las nuevas hojas emitidas (Fig. 52).

Independientemente del tipo de tratamiento del rebrote, este se debe complementar con la aplicación de un nematicida granulado (1,5 g de i.a.) al momento de la siembra o trasplante. Este debe aplicarse luego de llenar con tierra la mitad del hoyo para su posterior cubrimiento por la porción restante y final de tierra de llenado. Es necesario indicar que, si se realizaron aplicaciones de oxamil en el vivero, no es conveniente al momento de la siembra definitiva en el campo, una nueva aplicación granulada de este mismo nematicida, ya que se podría presentar biodegradación.



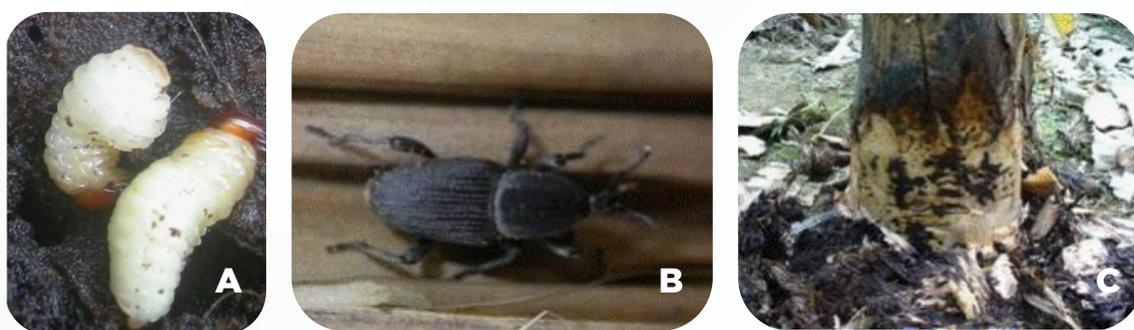
**Figura 52.** Plántulas de plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB, cv. Hartón de porte alto) sin aplicación (testigo) y con aplicación al suelo de la bolsa luego de su siembra como rebrote de una solución de Vydate® Azul 24 SL. (3,0 y 4,5%) al suelo de la bolsa, luego de su siembra como rebrote con una solución. Nótese en las plantas aplicadas una mancha “aceitosa” en la vena central y la necrosis marginal en las hojas presentes de la planta, así como la ausencia de dichos síntomas en la nueva hoja emitida.

En áreas de plantación con renovación total después de cada ciclo de cultivo, además de la aplicación del nematicida granulado a la siembra, es recomendable realizar análisis de poblaciones de nematodos cuando la planta haya emitido entre 16 a 20 hojas verdaderas (4 a 5 meses aproximadamente). En plantaciones de un segundo ciclo de cultivo sucesorio se debe realizar una aplicación adicional al hijo de sucesión en el momento de su definición y otro análisis de poblaciones de nematodos a la mitad de la emisión total de hojas verdaderas (14 hojas).

No se sugieren alternativas biológicas para el combate de nemátodos debido a que a la fecha no se cuenta con productos de comprobada eficacia en plantaciones comerciales. Este aspecto podría estar relacionado con el ciclo de vida de los dos principales nematodos que afectan el sistema radicular del cultivo (*Radopholus* spp. y *Pratylenchus* spp.) dado que ambos son endoparásitos migratorios. Estos por consiguiente viven, se alimentan y se desarrollan en el interior de la raíz, medio en el cual se dificulta la acción de esta modalidad de combate.

## 5- PICUDO NEGRO

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es la plaga insectil más importante en los cormos de la planta de plátano (Fig. 53 A) y se encuentra ampliamente distribuido en las áreas productoras de musáceas de Costa Rica (Ramírez y González 1995). Su importancia está relacionada al daño que ocasiona la larva (Fig. 53 B) cuando barrena el interior del cormo, lo que causa un deterioro del sistema radical y del rendimiento (Cubillo *et al.* 2001, Guillén 2021). Las galerías en el cormo (Fig. 53 C) favorecen (Guillén 2023) la pudrición por la presencia de otros patógenos como hongos (*Fusarium* spp.) y bacterias (*Pseudomas* spp. y *Erwinia* spp.). Adicionalmente, dicha condición predispone a la caída de la planta en cualquier etapa o a la fractura del cormo, esto provoca la pérdida de la unidad productiva (Gold y Messiaen 2000, Londoño *et al.* 1991, Cubillo 2013, Gillén 2023).



**Figura 53.** *Cosmopolites sordidus*: A- larva, B- adulto y C- daño en el cormo. Fuente: C. Guillén.

Las hembras adultas buscan los cormos de los plátanos donde colocan sus huevos ovalados y blanquecinos en espacios protegidos o pequeñas perforaciones que realizan con su rostrum. Se han registrado tasas de oviposición de más de un huevo por día, pero de manera general se estima en un huevo por semana. La larva no posee patas (ápoda) y tiene el cuerpo cremoso y la cabeza parda oscura provista de un par de mandíbulas bien desarrolladas. Pasa por cinco etapas de crecimiento y en la última de ellas adquiere una forma de “C” con un tamaño máximo de 14 mm. Luego pasa al estado de pupa exarata, proceso que se lleva a cabo en la periferia del cormo sin la formación de un capullo (Gold y Messiaen 2000, Cubillo *et al.* 2001).

Los adultos de *C. sordidus* se alimentan y ponen sus huevos durante la noche y son más activos en períodos lluviosos no excesivos. Se alimentan de material orgánico en descomposición, pero pueden sobrevivir hasta seis meses sin alimento. Durante el día se esconden dentro de los pseudotallo recién cortados o debajo de la hojarasca del suelo, con preferencia en lugares húmedos, mal drenados y/o con maleza u oscuros. Pueden vivir hasta dos años, se desplazan sobre el suelo y en escasas ocasiones puede recorrer distancias largas. Cuando

son perturbados tienden a recoger sus patas y antenas, y permanecer inmóviles (Londoño et al. 1991, Gold y Messiaen 2000, Cubillo et al. 2001, Cubillo 2013, Guillén 2023).

## SISTEMAS DE MUESTREO Y CRITERIOS PARA EL COMBATE

Se emplean dos sistemas de muestreo con el propósito de determinar en el primer caso el número de adultos en la plantación y en el segundo el nivel de daño en los cormos. Su descripción e implementación con relación a las estrategias de combate ha sido ampliamente documentada en el país y para el cultivo de *Musa* por diferentes autores (Alpízar et al. 1997, Alpízar et al. 1998, Alpízar 2001, Cubillo et al. 2001, Cubillo 2013), cuya información se detalla a continuación.

### I- Muestreo de adultos de *C. sordidus*.

#### a- Trampas con secciones de pseudotallo

Debido a que los adultos son fuertemente atraídos por los olores (kairomonas) que emiten los pseudotallos y cormos de las plantas recién cosechadas o recientemente caídas, se pueden emplear estos tejidos como una alternativa para la captura de estos insectos. La trampa de tipo “cuña” (Fig. 54 A, B y C) consiste en una sección triangular del pseudotallo de 10-15 cm de grosor, extraído de un pseudotallo recién cosechado a nivel del suelo. Luego de extraída la “cuña” se coloca un trozo de hoja de la misma planta sobre el boquete para incrementar la atracción de los picudos. La trampa de tipo “galleta” (Fig. 54 D) emplea dos discos de pseudotallo de planta recién cosechada o caída, de 10 cm grosor y separada por una porción de hoja. También se pueden utilizar trampas tipo ‘cepa’ (Fig. 54 E) o porciones de pseudotallo cortados longitudinalmente (Fig. 54 F). Las trampas se distribuyen homogéneamente en el campo y se revisan a los cinco días después de su colocación. Para el muestreo de poblaciones del insecto se pueden utilizar de dos a cinco trampas por ha. Si algunas de las áreas muestreadas presentan más de cinco adultos promedio por trampa, en comparación con el muestreo anterior, se puede realizar un trampeo masivo, el cual consiste en colocar hasta 25 trampas por ha para reducir la población en conjunto con la adición a estas del hongo *Bauveria bassiana*. La duración de estas trampas es al menos de una semana. Es importante complementar la información de las capturas obtenidas para confeccionar un mapa e identificar las áreas de la finca que presentan mayor problema.



**Figura 54.** A, B y C- Secuencia de la instalación de una trampa del tipo 'cuña' en conjunto con la aplicación del hongo *Bauveria bassiana* para el combate de *C. sordidus*, D- trampa tipo 'galleta', E-trampa tipo 'cepa' y F-trampa de pseudotallo. Fuente: C. Guillen. Com. pers.

### b- Trampas con feromonas de agregación

Las feromonas de agregación actúan como atrayentes en adultos de picudo de ambos sexos. La preparación comercial Cosmolure® se utiliza para la captura de *C. sordidus*. Existen varios tipos de trampas como el dispositivo que se presenta en la Fig. 55, el cual se compone de un recipiente de plástico de 10 x 13 cm, con el borde a nivel del suelo para facilitar la caída y retención del insecto. El interior debe tener agujeros en su parte media para evitar que el líquido de captura (mezcla de agua con detergente al 1-5% P/V) aumente su nivel y facilite el escape del insecto. La feromona se coloca en el interior del recipiente, colgada del borde de este por medio de un alambre y protegida por un techo de plástico. Su duración aproximada es de 30 días. Para realizar muestreos se utilizan de una a dos trampas por ha. Si se usan para el combate de poblaciones de adultos, dependiendo de la población indicada por los datos del monitoreo, se deben colocar hasta 14 trampas por ha (C. Guillen, Com. pers. 2017). El criterio que se usa para decidir y definir el combate es en promedio de más de cinco adultos por trampa/ ha. Las trampas con feromonas poseen una duración mayor que las trampas con pseudotallo, las cuales tienen una vigencia máxima de una semana. Además, la captura de *C. sordidus* cuando se emplea feromona es superior pero no obstante el costo se incrementa.

La utilización de feromonas debe considerarse con precaución ante la eventualidad de que fincas aledañas no realicen ningún tipo de combate de picudos. Ante tal perspectiva es prudente descartar su uso.



**Figura 55.** Diferente tipo de trampas con feromonas de agregación (Cosmolure®) para el monitoreo del picudo negro en plátano del tipo Falso Cuerno (*Musa AAB*). Fuente: D. Cubillo.

### c- Muestreo del daño en el cormo

El daño en el cormo es producido por la alimentación de la larva en el tejido provocando un deterioro radical, debilitamiento de la base de la planta y los efectos que esto conlleva. Por lo anterior, es importante la determinación del daño y así considerar las opciones de combate más apropiadas. Para realizar el muestreo se seleccionan de dos a cinco plantas recién cosechadas por ha (Guillén 2021). La cuantificación del daño se efectúa mediante el método de Vilardebo (1973). Para ello, se retira el suelo de la sección del cormo opuesta al hijo de sucesión y manualmente con un cuchillo se corta superficialmente una porción de 10 a 15 cm en la periferia de la cara del cormo. Según esté método, si en la cara cortada no se observa ninguna perforación, el coeficiente de infestación tiene un valor de cero. Por el contrario, si el área está totalmente cubierta con minas, galerías y pudriciones, el coeficiente de infestación tiene un valor de 100. Vilardebo (1973) agrupó el daño en ocho niveles de infestación: 0 (sin minas), 5 (presencia de trazas de galerías), 10 (daño intermedio entre los niveles 5 y 20), 20 (25% del área afectada por perforaciones y pudriciones), 30 (daño intermedio entre los niveles 20 y 40), 40 (50% del área afectada por perforaciones y pudriciones), 60 (75% del área afectada por perforaciones y pudriciones) y 100 (100% del área cubierta por perforaciones y pudriciones). Se considera que cuando el nivel de infestación es superior al 10% es necesario el combate del insecto. A manera de información general, Vilardebo (1973) indica que de 5 a 15% de galerías reducen el rendimiento hasta en un 15%, de 15 a 25% de galerías en un 15 a 30% y más de 25% de galería en un 30 a 60%. Además, se debe considerar la pérdida por volcamiento de plantas ocasionada por un sistema radical deficiente.

## II- Combate de adultos de *C. sordidus*

El picudo negro puede ocasionar pérdidas económicas cuando desequilibrios ecológicos, causados por una mala práctica de manejo o por condiciones climáticas adversas, causan un efecto detrimental sobre sus enemigos naturales. Por lo anterior, es importante que el criterio y la medida de combate estén fundamentados en el Manejo

Integrado de Plagas (MIP) donde se integren tres aspectos: a) el reconocimiento del insecto; b) los criterios de decisión y c) selección de las opciones de manejo o combate (cultural, mecánico, etológico, biológico y químico) más apropiadas. Este último aspecto se comenta en detalle a continuación:

### **Combate cultural**

Es la utilización de prácticas agronómicas que permitan crear una condición menos favorable para el desarrollo y supervivencia del insecto y más favorable para el cultivo. Los adultos de *C. sordidus* tienen preferencia por lugares húmedos y oscuros, por lo que es fundamental realizar un drenaje apropiado y buen manejo de arvenses. Además, luego de la cosecha los pseudotallos caídos se deben cortar en trozos del menor grosor posible para acelerar su descomposición y prevenir la eventual presencia del insecto. Otra medida de combate consiste en el empleo de material de siembra libre del insecto y evitar la presencia de residuos de musáceas en siembras nuevas (Guillén 2023).

### **Combate mecánico**

Se efectúa mediante trampas de pseudotallo o de cormo con el fin de atraer y recolectar los picudos. Se pueden emplear como mínimo 15 trampas tipo cepa tipo “cuña” o galleta por hectárea. Cinco días después de colocadas las trampas se revisan y reemplazan con la destrucción simultánea de los picudos encontrados. En áreas nuevas y jóvenes con poca disponibilidad de material vegetal se recomienda la colocación de trampas tipo pseudotallo (Guillén 2023)

### **Combate etológico**

Consiste en trampas con feromonas. Se utilizan hasta 14 trampas por ha colocadas a 20 m entre ellas. Si el área afectada está muy delimitada y el daño es alto se pueden emplear hasta 25 trampas por hectárea (Guillén 2023).

### **Combate biológico**

Las opciones de combate biológico con el uso de hormigas (*Solenopsis geminata*, *Tetramonium* sp. y *Pheidole* sp.) y de Coleopteros (*Hololepta* sp. y *Plaesius* sp.) son promisorias para el combate de huevos y larvas. El uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopiae*, colocados en las trampas de pseudotallo, cuña o galleta, han mostrado ser un método de combate efectivo para la contaminación de adultos de picudo o aplicados a la unidad de producción en mezcla con un sustrato de arroz (Guillén 2023).

### **Combate químico**

Es la combinación del uso de trampas de pseudotallo con la impregnación de insecticidas como carbaryl (Sevin® 90 PS) o Jade® (imidacloprid) y permite el combate del adulto sin la revisión periódica de las trampas. Los adultos de picudo también se pueden combatir con nematicidas granulados e insecticidas sistémicos de uso común en el cultivo, pero no eliminan las larvas que están dentro del cormo. El oxamyl ha sido un nematicida- insecticida efectivo en el combate de esta plaga, no obstante, su uso ha sido restringido por muchos

países importadores de bananos y plátanos alrededor del mundo por lo que es fundamental condicionar su uso (C. Guillen, C. 2025. Com. Pers., Universidad de Costa Rica)

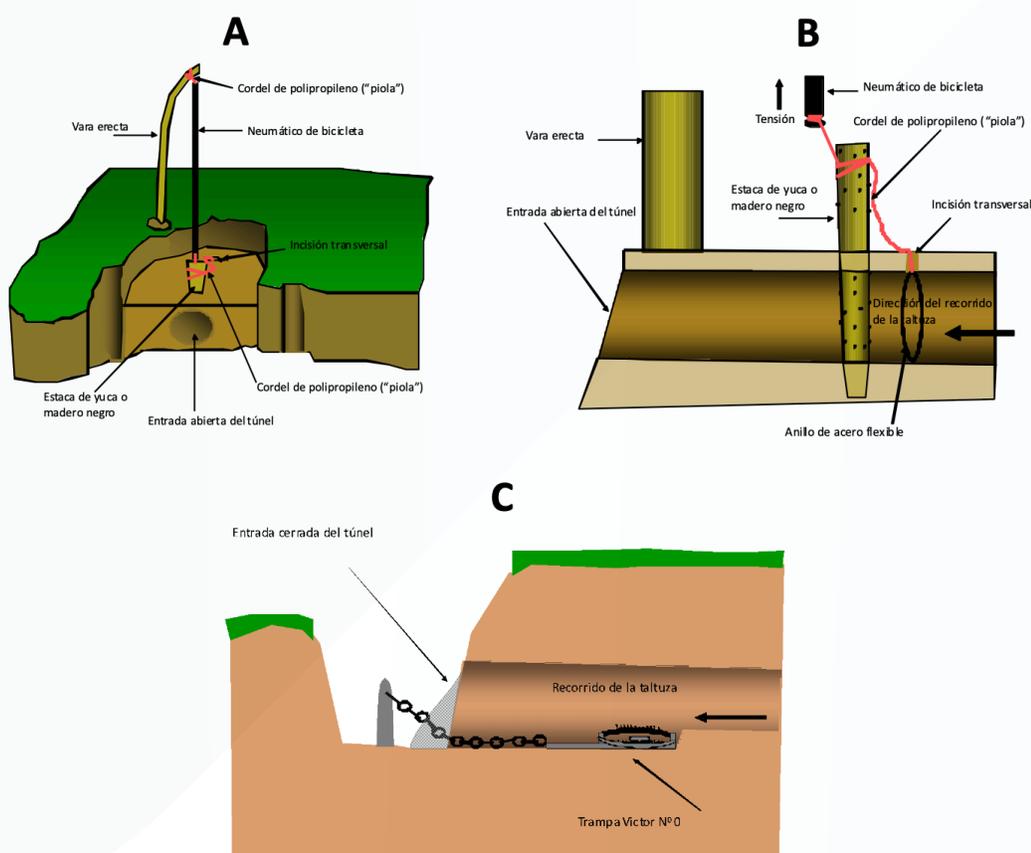
El uso continuo de productos granulados con el mismo ingrediente activo puede generar resistencia en el insecto por lo que se recomienda, para evitar tal efecto, la rotación con diferentes ingredientes activos disponibles y debidamente registrados en el país.

El combate químico del picudo negro ha sido indirecto mediante las aplicaciones de los nematicidas insecticidas en forma programada para regular las poblaciones de nematodos fitoparásitos. No obstante, en plantaciones donde no se aplican nematicidas de forma periódica o en áreas de plátano cuyas poblaciones de picudo negro sobrepasan el umbral económico, es necesario la aplicación de insecticidas del grupo de los neonicotinoides, los cuales actúan de forma sistémica, por ingestión y contacto, alcanzando a las larvas dentro del cormo, así como a los insectos adultos que llegan a alimentarse. Cabe destacar que el ingrediente activo de este insecticida está siendo tema de debate en varios países de la Unión Europea por su impacto en las abejas, por lo que no se descarta que, en poco tiempo, su uso será muy restringido o incluso retirado del mercado.

## 6- TALTUZA

La taltuza (*Orthogeomys* spp.) representa un serio problema dado que causa la destrucción del sistema radicular y provoca el volcamiento de la planta. Se le encuentra siempre en túneles paralelos a la superficie del suelo. Hilje y Bonino (1997) señalan que estos roedores se reproducen todo el año, pero sobre todo en la estación lluviosa. Generalmente tienen de dos a cuatro camadas por año con una o dos crías en cada una de ellas. El período de gestación es aproximadamente un mes con una proporción de sexos de 1:1.

La utilización de trampas o de cebos son los métodos más eficientes de combate. La trampa con anillo de acero flexible y vara de tensión agobiada (Delgado 1990) es un sistema simple y fácil debido a que no requiere material sofisticado para su implementación. Una modificación de este sistema, practicado con éxito por algunos agricultores consiste en la tensión que del dispositivo de captura se encuentra dado por una banda de hule elástico (neumático de bicicleta) en el cual, la vara instalada en posición vertical (Vargas 2000) funciona únicamente como soporte (Figs. 56 A y B). Otro tipo de trampa utilizada (Monge 1997) es aquella cuyo dispositivo de metal retiene la pata del roedor cuando el animal toca el disparador central y es conocida como 'taltucera', trampa Víctor NO 0 o trampa de medialuna NO 0 (Fig. 56 C).



**Figura 56.** Diagramas de dispositivos de captura: A- Trampa de anillo de acero flexible y vara erecta. B- Vista lateral de la instalación dentro del túnel. C- Trampa tipo 'taltucera' instalada dentro del túnel. Fuente: Vargas 2000. CORBANA S.A. Diagramas: Ing. Eduardo Soto.

Independientemente de estos dispositivos de captura, una vez hallado el túnel, se debe descubrir en éste una sección de aproximadamente 70 cm de longitud con los que se expondrá un orificio en cada uno de los extremos de la excavación. Si el roedor se encuentra activo allí deberá recorrer el trayecto que lo separa de alguno de los dos con el propósito de taparlo con tierra e impedir la entrada de luz. Este hecho sucede horas después o al día siguiente y provee la información necesaria para determinar la presencia y ubicación del roedor. Asimismo, permite conocer el sentido de su recorrido con el que definir apropiadamente la orientación para instalar la trampa. Tanto la información detallada de la conformación de los dispositivos de captura antes mencionados como de la construcción de la trampa respectiva han sido detallada por Vargas (2000) donde los diferentes procedimientos están basados en la activación del dispositivo de captura por el animal, el cual molesto por la claridad de la entrada abierta, trate de liberar de su camino el obstáculo hacia dicho sitio.

Delgado (1990) indica que se debe revisar el área cada 24 horas para determinar si existe captura y evitar dejar trampas colocadas por más de ese lapso y evitar el manipuleo excesivo de los componentes de la trampa que puedan entrar en contacto directo con el animal a fin de no ahuyentarlo. Al respecto, De Levenstein (1984) señala que no se conoce evidencia de que el manipuleo de las trampas pueda alterar o no la eficacia de los métodos. Sin embargo, de acuerdo con Hilje y Bonino (1977), debido al excelente olfato que posee el roedor, es necesario impregnar con tierra los instrumentos, equipo y partes del cuerpo humano que estén directamente involucrados con la construcción de la trampa. Estos autores señalan que los tipos de trampas antes mencionados son efectivos en cualquier época del año, pero especialmente en las épocas de alta intensidad reproductiva (de marzo a julio y de setiembre a diciembre).

El empleo de cebos envenenados es otro método de combate esporádicamente usado. Estos se deben colocar dentro del túnel principal y luego tapar cuidadosamente el hoyo por donde se introdujo para no cubrir el cebo con tierra. Con este método y colocando cebos de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) cada 4,0 m o más dentro del túnel diferentes autores (De Levenstein 1984, Cisk 1982) lograron reducir la actividad de la taltuza hasta en un 47 %. Una variación de este sistema consiste en introducir a presión estacas de caña de azúcar o yuca (*Manihot esculenta*) o una especie de similar consistencia, previamente impregnadas con insecticida, para obligar al animal a roerlas para abrirse paso dentro del túnel, método que sin embargo (Monge 1977) ha mostrado poca efectividad.

El uso de gases como método de combate no es recomendable y se reporta como poco eficiente (Cisk 1982) ya que su volatilidad provoca que el producto escape a través de las galerías superficiales. Además, el animal puede tapar túneles rápidamente e impedir el paso de este.

## XIII-COSECHA Y POSCOSECHA

La cosecha es una de las operaciones más importantes. Un buen planeamiento de esta labor, independientemente de la orientación de mercado (exportación como fruta fresca o uso industrial-mercado local) representa un máximo aprovechamiento de la fruta con calidades que permitan satisfacer los diferentes tipos de mercado.

Para ello, los racimos y sus frutos deben de cosecharse con el grosor apropiado de acuerdo con la época, clima y destino, aspecto para el cual, es indispensable el conocimiento de la edad mediante el encinte a la emisión de la inflorescencia. Para efectos de exportación se requiere que la planta tenga en promedio al menos el equivalente a cuatro hojas sanas (verdes).

Villalta y Smith (2004) señalan que la edad de corta para plátanos del Tipo Falso Cuerno (Curraré) sembrado en alta o baja densidad de población varía entre 9 y 12 semanas después de la emergencia de la inflorescencia según las diferentes zonas de producción. Sin embargo, añaden los anteriores autores, bajo condiciones de temperaturas bajas y alta precipitación, la siembra en alta densidad puede demorar su cosecha algunos días más.

De manera general, el grado o grosor de corta o cosecha varían en función de la distancia o destino a los mercados, a los que se accede por transporte marítimo. Para los Estados Unidos (USA) tarda de 5 a 6 días y para Europa de 18 a 20 días. Por ello el grado de corta para USA varía de 50 a 60 y para Europa de 48 a 60 treintadosavos de pulgada. Los anteriores autores (Cuadro 53) indican que para USA se otorgan tres edades fisiológicas (desde la floración) de cosecha: 12, 11 y 10 semanas (de octubre a abril) y 11, 10 y 9 (de mayo a setiembre). Para Europa se otorgan dos edades fisiológicas: 11 y 10 semanas (de octubre a abril) y de 10 y 9 semanas (de mayo a setiembre). En todos los casos la longitud mínima de dedo debe ser de 9,5 pulgadas medida de pulpa a pulpa (Villalta y Smith 2004; Del Monte Costa Rica. 1998)

**Cuadro 53.** Edad (semanas fisiológicas) y calibración o grosor de cosecha de plátano (treintadosavos de pulgada) de acuerdo con el destino de la fruta.

Parámetros de cosecha	Destino	
	USA	Europa
Semanas <sup>1</sup> Octubre-Abril <sup>2</sup>	10-11-12	10-11
Semanas <sup>1</sup> Mayo-Setiembre <sup>3</sup>	9-10-11	9-10
Calibración mínima <sup>4</sup>	50	48
Calibración Máxima <sup>4</sup>	62	60
Largo mínimo <sup>5</sup>	9 - 9,5	9 - 9,5

1/ Semanas desde floración (fisiológicas). 2/ Meses de menor crecimiento. 3/Meses de mayor crecimiento.

4/ Medido en treintadosavos de pulgada. 5/ Medido en pulgadas de pulpa a pulpa

Dadas las diferencias en longitud y grosor entre los cultivares Hartón o Currare de porte alto y Hartón o Curraré de porte bajo orientados para la exportación, así como de la vigencia en el tiempo para ambos (destino USA) de la norma mínima de longitud (10" de pulpa a punta o 9 a 9,5 pulgadas de pulpa a pulpa) y del peso de la caja (23,6 kg) y la adecuación de acuerdo con el cultivar de la norma en grosor en treintaidosavos de pulgada (50 mínimo y 62 máximo para el cv. Hartón y 50 mínimo y 60 máximo para el Enano), la diferencia más relevante sería la diferente cantidad promedio de frutos por caja. De 50 a 55 para los cultivares el Hartón y de 60 a 70 para el Enano, todo ello de acuerdo con los requerimientos de empaque comercial para el cultivar de porte alto (Del Monte 2006) y de porte bajo (Del Monte 2009). Comparaciones de estos dos materiales en suelos de origen volcánico ubicados al Oeste del Reventazón (Vargas, A. Datos sin publicar) determinaron para el cv. Hartón (Curraré) de porte alto una cantidad de 58 a 60 y para su similar de porte bajo de 70 a 75 frutos por caja. Es importante indicar que estas normas de calidad basadas en las dimensiones mínimas del fruto permanecen prácticamente sin variaciones importantes a través del tiempo y son consecuentes con los requerimientos actuales.

Para los frutos destinados para uso industrial la norma mínima es de 50 treintaidosavos de pulgadas de grosor y de 7 pulgadas de largo, medidos de pulpa a pulpa. Esta medida incluye ampliamente a todas las manos medidas de los cultivares del fenotipo Hartón y Dominico Hartón y a los cultivares del tipo Falso Cuerno de porte bajo. Estos dos últimos, en virtud de su mayor peso de racimo, son opciones importantes por considerar en el mejoramiento de la productividad de materia prima industrial. Cada industrial debe tener una ficha técnica para guiar a su proveedor para que no existan reclamos por malas interpretaciones de calidad, incluyendo las dimensiones del fruto.

El racimo se cosecha y traslada al sitio de proceso, sobre todo en áreas extensas de cultivo y con orientación a la exportación como fruta fresca mediante el uso de un sistema de cable vía.

No obstante, en fincas pequeñas, los racimos pueden acarrearlos por porteadores al hombro mediante varillas resistentes en cuyos extremos se anudan los racimos (estilo "japonés") o bien mediante la conformación de manos en el sitio de la cosecha para su transporte a lomo de mula en cajones de madera o en "carretas" con compartimentos acolchados en caso de utilizar tractor (Fig.57).





**Figura 57.** Diferentes modalidades de transporte del racimo cosechado de plátano desde el campo de cultivo hasta la empacadora.

Es importante indicar que la cosecha, así como la manipulación del racimo y sus frutos, junto con el traslado al sitio de proceso en el caso de la agroindustria debe ser tan cuidadosa como aquella destinada a la exportación como fruta fresca. Esto con el fin de garantizar una materia prima óptima sobre todo libre de golpes o magulladuras.

Una vez en el sitio de proceso o empacadora (Fig. 58) los dedos de cada mano del racimo destinados para exportación como fruta fresca son separados (Fig. 59) mediante una cuchilla del tipo “curvo” evitando causar heridas o lesiones y a la vez, se procede a hacer una preselección de los frutos exportables. Esta labor generalmente es conveniente hacerla directamente sobre el depósito de agua (con un dispersante de látex como por ejemplo Bacterol®) en donde se va a limpiar y a “deslechar” el producto para amortiguar la caída. Allí deberá permanecer por alrededor de 10 a 15 minutos. Para frutos destinados a la industria y procesados para su envío sin cáscara el proceso debe considerar también el manejo cuidadoso a fin de evitar los daños mecánicos por magulladuras.



**Figura 58.** Detalle (Izquierda) de una empacadora sencilla de procesamiento de plátano para exportación como fruta fresca y (centro y derecha) procesadoras de plátano (“pelado”) para uso industrial (sin cáscara).



**Figura 59.** Desdende de racimos de plátano en depósitos de agua como medio amortiguador para evitar daños mecánicos (importante para frutos destinados para la exportación como fruta fresca e inclusive proceso agroindustrial).

Estos depósitos de eliminación del látex o depósitos de desleche tendrán las dimensiones, construcción y materiales que la extensión del área sembrada y la orientación de mercado demanden, desde estructuras de concreto similares a las usadas para la evacuación de látex en banano hasta canaletas de madera más rudimentarias o tanques de metal o de plástico.

Para el mercado de exportación como fruta fresca, ésta una vez limpia y “deslechada”, es clasificada y colocada en mesas cubiertas con plástico o en “panas” plásticas del tipo bananero para la aplicación del tratamiento protector autorizado de acuerdo con el destino de mercado y el respectivo empaque,

el cual se realiza generalmente a cuatro filas de frutos, los más rectos en las dos primeras y los más curvos en los dos superiores., en cajas telescópicas de cartón corrugado con capacidad de 50 libras netas de producto (Fig. 60). Algunas compañías también colocan una lámina plástica en la parte superior para reducir daños por rozaduras. Para uso industrial el producto en ocasiones no pasa por este proceso y es empacado con su cáscara en cestas plásticas, o sin ella, (pelado) en bolsas plásticas (Fig. 61).



**Figura 60.** Sección de empaque de una planta procesadora y producto terminado destinado como fruta fresca para exportación



**Figura 61.** Sección de empaque en bolsas plásticas para el empaque y de frutos sin cáscara (“pelados”) para proceso de industria y acopio de producto sin pelar (“verde”) en cestas plásticas también para uso industrial.

Las cajas de cartón corrugado son paletizadas y cargadas en contenedores y las cestas plásticas para industria trasladadas en camiones hacia la planta procesadora. El plátano sin cáscara (pelado) por lo general se transporta refrigerado en contenedores (Fig. 62).



**Figura 62.** Estiba y tipo de transporte de producto en: A- cajas corrugadas (paletizadas) y B- bolsas plásticas en contenedores refrigerados.

Los plátanos del tipo Falso Cuerno para el mercado de exportación deben llegar al puerto de destino en estado inmaduro o verde. Normalmente son transportados por vía marítima y la determinación de la edad (semanas) de cosecha del racimo (mediante el encinte) en conjunto con las dimensiones del fruto requeridas, en conjunto con la distancia al mercado y de la época climática de cosecha, son aspectos críticos para asegurar que los frutos lleguen en tal condición. La temperatura (13-14 °C), la humedad relativa (90-95%) y el tiempo de transporte también influyen de manera importante en la presentación requerida de plátano. Es importante mencionar su sensibilidad por daños por enfriamiento a 12 °C.

De acuerdo con ello, es necesario que se mantenga en ese estado, sin cambio de coloración en la cáscara durante el período de distribución y presencia en el anaquel de sitio de venta al detalle. Este bien definido período después de la cosecha durante el cual el fruto permanece verde y firme es referido como la vida preclimática o vida verde (Dadzie y Orchard 1996).

Esta condición, influenciada por los factores de manejo y almacenamiento ya expuestos, puede ser protegida, especialmente en aquellos casos de mercados de exportación a sitios lejanos, clima adverso, etc. mediante un factor de seguridad adicional constituido por el uso de reguladores de crecimiento para el retardo de la maduración. De estos, el aumento en la extensión de la vida verde ha sido logrado en plátanos almacenados a temperatura ambiente y frío (Vargas, A; Villalobos, M. Datos no publicados) con la aplicación poscosecha de  $AG_3$ , de  $AG_{4+7}$  y de la mezcla de la giberelina  $AG_{4+7}$  con la citocinina 6BA ( $AG_{4+7} + 6BA$ ). De estos y particularmente la mezcla de la giberelina con la citocinina fue superior a ambas giberelinas individuales sobre la extensión de la vida verde en frutos almacenados a temperatura ambiente. Estos productos son elaborados con los nombres comerciales de RyzUp®, Verdant® y Promalina®, respectivamente.

En todos los casos, estos retardadores de maduración son usados en conjunto con la mezcla fungicida protectora (énfasis en la corona en el caso del banano y en pedicelo en el caso del plátano) pero también en la totalidad del fruto. Sin embargo, Promalina® a pesar de comportarse como el más eficiente, no tiene registro para su uso en el país.

También como factor de seguridad pueden usarse filtros absorbentes de etileno, los cuales no requieren permisos especiales puesto que nunca están en contacto con los frutos. Estos se colocan en la zona de mayor paso de aire dentro del contenedor.

La mezcla fungicida protectora, de acuerdo con Villalta *et al.* (2021), debido a las restricciones ambientales en los mercados de destino por la reducción de límite Máximo de Residuos (LMR) se cuenta para su confección con solo tres fungicidas de diferente modo de acción así como un cuarto de reciente inclusión para el tratamiento poscosecha en banano (que en este caso serían vinculantes también para el plátano) y son: tiabendazole, azoxistrobina, miclobutanil y fludioxonil los cuales se deben mezclar y alternar para reducir el riesgo de resistencia de los patógenos a fungicidas y así asegurar la sanidad del producto.

En el Cuadro 54 se describen los fungicidas y sus mezclas, definidas en este caso para el fruto del banano (Villalta *et al.* 2021), también en este caso vinculantes para el tratamiento poscosecha del plátano. De manera reciente, ha sido incluida entre estos tratamientos la mezcla de azoxystrobina con fludioxonil (R. Villalta. Com. Pers. 2025). En todos los casos, se debe adicionar alumbre al 1% a la mezcla. El alumbre se debe preparar con antelación (12 horas) a la preparación de la mezcla.

**Cuadro 54.** Mezclas de fungicidas y las dosis según los días en tránsito de la fruta al puerto de destino (Villalta et al. 2021).

Tránsito (días)	Fungicidas <sup>1</sup> y dosis (mg/L <sup>-1</sup> )		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
5 a 8	TBZ (150-200) + AZ (150)	AZ (150) + MIC (150)	
15 a 22	AZ (200-250) + TBZ (300-400)	AZ (200-250) + MIC (150)	TBZ (400) + MIC (150)
23 a 35	AZ (300) + MIC (150)	AZ (300) + TBZ (500)	AZ+FLU (400)

1/ TBZ= tiabendazole. AZ= azoxystrobina. MIC=miclobutanil. FL= fludioxonil.

Adicionalmente otro factor de seguridad indispensable está constituido por el registro y monitoreo de la temperatura y de la humedad mediante monitores o dispositivos que miden estas variables en intervalos de tiempo específicos, proporcionando datos precisos y confiables sobre las condiciones térmicas. Por lo general están disponibles en versiones de un solo uso o multiuso y pueden ser por lo general, en el caso del transporte de musáceas: electrónicos o inalámbricos.

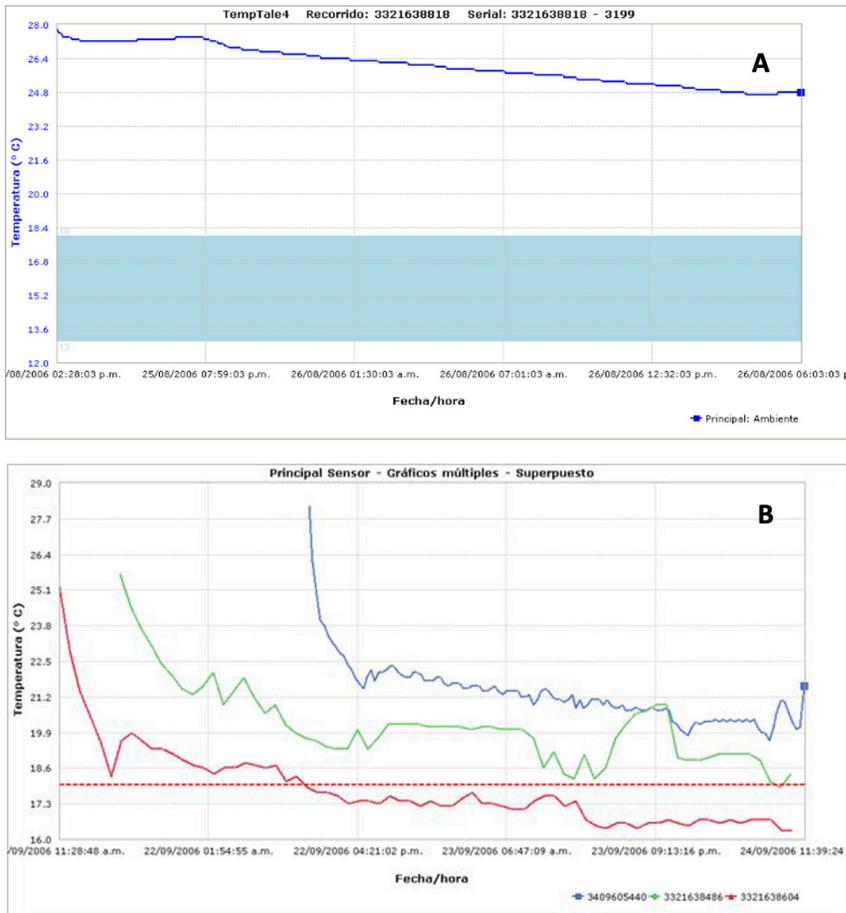
Los primeros, utilizan sensores electrónicos como termosensores y termistores o líquidos expansivos para medir la temperatura y almacenar los datos en una memoria digital. Los segundos, transmiten datos en tiempo real a través de redes inalámbricas lo que permite un monitoreo remoto y continuo. Son programables y basta un computador para descargar la información almacenada o enviada para obtener todos los datos e informes de los registros de tiempo y temperatura que proporcionan.

Con este sistema es posible identificar si los envíos experimentaron desviaciones de temperatura durante el transporte (tanto en la etapa terrestre como en la marítima) lo que permite una visibilidad total de la temperatura en cada envío, lo que garantiza un seguimiento completo de los productos perecederos en cada kilómetro recorrido.

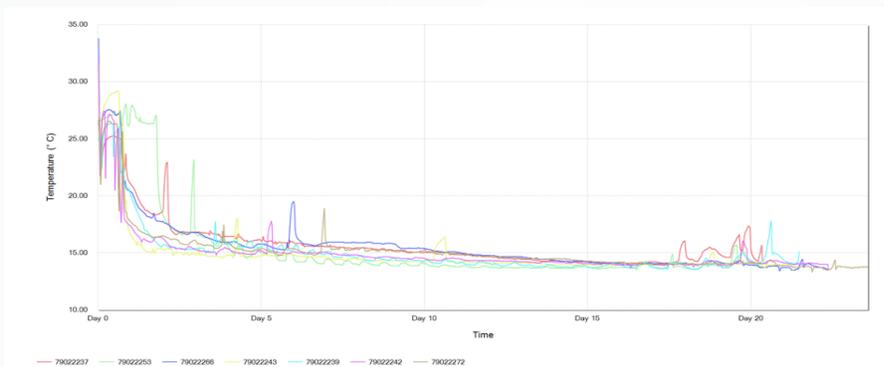
A modo de ejemplo (Vargas y Pineda 2006), mediante un monitoreo con termosensores para identificar la calidad de la cadena de frío finca-muelle (Zona Atlántica), permitió identificar como la temperatura de transporte (contenedor refrigerado) no alcanzó generalmente el óptimo requerido (Fig.63 A y B). Luego se consignó otra valoración realizada en una finca de banano ubicada en el Sur del país para el trayecto finca-puerto de destino, donde se consignó, gracias al dispositivo, el apropiado manejo de la cadena de frío en todos los contenedores usados (Fig. 64).

De manera general, el trayecto finca-muelle es un factor que usualmente no es manejado por la mayoría de los productores sino por los transportistas

mientras que el trayecto finca- puerto de destino lo es por enteramente por las navieras. De ahí la importancia del uso del dispositivo para corroborar por parte del productor el manejo del producto con base a la cadena de frío requerida.



**Figura 63. A y B.** Comportamiento de la temperatura de transporte del fruto de banano de la finca al muelle de acuerdo con la unidad de almacenamiento y transporte en la zona Atlántica de Costa Rica.



**Figura 64.** Comportamiento de la temperatura de transporte del fruto de banano de la finca al puerto de destino mediante el uso de termosensores con frutos provenientes de la zona Sur del país.

## XIV-GENERALIDADES ECONÓMICAS, DE RIESGO Y AMBIENTALES

En el Caribe Sur del país, a partir de la década de los 90, diferentes Instituciones del país desarrollaron procesos de comparación, validación, transferencia y difusión de las nuevas tecnologías en el cultivo del plátano, orientadas en ese momento al mercado de exportación como fruta fresca.

La comparación en términos económicos entre áreas productivas sembradas en baja y alta densidad de población para el primer ciclo productivo (Caribe) orientadas a la exportación como fruta fresca fue recopilada por Vargas (1994). Dicho autor indica que, bajo condiciones propias del estudio, donde no se incluyeron cargas sociales, imprevistos, seguros ni alquiler del terreno, pero si el material de empaque y muelle para tres poblaciones estudiadas (1.600, 2.857 y 3.333 plantas por ha) hubo una productividad de 681, 1.034 y 953 cajas de 23,6 kg netos. La evaluación económica indicó una relación Beneficio/Costo de 1,28; 1,43; y 1,36 y una rentabilidad de 28,5; 42,6 y 35,9% para la baja densidad (1.600 plantas /ha) y las altas densidades (2.857 y 3.333 plantas/ha) , respectivamente.

Un estudio de seguimiento se efectuó en el Caribe Sur (Rojas y Vargas 2005) con el propósito de conocer con detalle los costos de producción propios de las labores y los materiales y su relación con el ingreso recibido en plantaciones de primera cosecha en alta densidad de población orientadas también a la exportación como fruta fresca. No se incluyeron dentro de la estructura de costos los correspondientes a terreno, semilla, depreciaciones, cargas sociales, seguros, imprevistas y amortizaciones de deuda por préstamo. El estudio incluyó cinco productores con densidades de siembra entre 2.500 a 3.000 plantas por ha con el cultivar. Curraré de porte alto y un ciclo de cosecha y con los materiales de empaque asumidos por la comercializadora. Bajo las condiciones promedio propias de costos e ingresos por ha la relación beneficio/costo fue en promedio de 2,4. Si bien existieron diferencias entre las áreas estudiadas, dicho parámetro se consideró bastante atractivo, dado que la menor relación fue de 1,4 y la mayor de 3,6.

Dado que la principal modalidad de producción de plátano en el país está actualmente orientada hacia la agroindustria y no a la exportación como fruto fresco, se desarrollaron a partir del 2012, en conjunto con un productor de la zona del Caribe Norte, dos parcelas de validación (Vargas Datos no publicados), una con baja (2.000 plantas por ha) y otra con alta (2.900 plantas por ha) densidad de población. Considerando la opción de mercado en la que se desempeña el agricultor (industria) fueron sembradas con el cv. Hartón o Curraré de porte bajo. Asimismo, se incluyeron solo los costos de las labores y materiales propias del cultivo, sin considerar los costos correspondientes al terreno, semilla, depreciaciones, cargas sociales, seguras, imprevistas y amortizaciones de deuda por préstamo.

De manera general, la primera generación de plantas del área con baja densidad de población produjo racimos de mayor peso que el alta (16,7 y 13,5 kg, respectivamente), reducción esperada dada la diferencia poblacional entre ambas áreas observada anteriormente en otros estudios (Vargas 1994, 1995, 1997, 1998). Con base a anteriores experiencias sería de esperar que en la alta densidad de población el peso del racimo se mantuviera en las renovaciones siguientes mientras que en la baja densidad éste disminuiría con los ciclos generacionales sucesivos, reduciéndose así la diferencia entre ambas poblaciones con el transcurso del tiempo.

Dado que muchos de los principales costos de producción se redujeron (por ejemplo, el control de malezas) o de diluyeron (como el combate de químico de la Sigatoka negra) el costo de producción por racimo en ese momento fue menor en el área que tuvo más plantas por área, aspecto que en conjunto con una mayor cantidad de racimos cosechados y por ende de fruta comercializada, le garantizó al productor, una mejor rentabilidad con el uso de la mayor densidad.

Un modelo productivo financiero de plátano con enfoque en mercado de exportación, generado por PROCOMER y la Academia de Centroamérica(2025) se detalla en el Anexo I de este documento.

Independientemente de las consideraciones económicas muchas de las áreas de cultivo del plátano del país se ubican en zonas en riesgo de inundación y con la presencia ocasional de fuertes vientos. Un sistema de producción con renovación frecuente de la plantación garantiza en todo momento plantas con un sistema radical más desarrollado y con mejor sanidad.

La mejor uniformidad de las plantaciones con renovación frecuente permite una mayor eficiencia en el uso de agroquímicos ya que estos, como por ejemplo los fertilizantes pueden aplicarse a la plantación en las etapas de crecimiento en que verdaderamente son requeridos. Esto también es vinculante para aquellos fungicidas necesarios para el combate de la Sigatoka negra, cuyos ciclos de aplicación se pueden dirigir también en intervalos y momentos específicos con una reducción de ambos, en comparación con los sistemas tradicionales de producción.

La rotación periódica de las plantas en los entresurcos producto de la renovación reduce y mitiga el desarrollo de las poblaciones de nematodos y de picudos, así como el efecto de las aplicaciones de fertilizantes de síntesis química sobre las características químicas del suelo. Además, los residuos de deshoja y cosecha pueden ser orientados a sitios específicos del entresurco en preparación de la siguiente renovación con el mayor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en ellos.

Todo ello incide de manera beneficiosa sobre la salud del suelo y es consecuente con la búsqueda de una mayor sostenibilidad de los sistemas productivos y de un uso racional de los recursos. Esto, en el caso del plátano, puede ser

posible con el uso de las nuevas tecnologías de producción basadas en la siembra de un mayor número de plantas por área (alta densidad de población) y renovación frecuente de plantación.

Sin embargo, quizá el aspecto más interesante de esta estrategia productiva radica en el hecho de poder programar las cosechas en forma escalonada de tal modo que siempre haya disponibilidad de producto o en su defecto escapar de aquellas épocas de bajos precios o de factores climáticos adversos.

## XV-CONSIDERACIONES ADICIONALES

La importancia del cultivo tanto económica para el productor como social para el país, así como su amplia distribución en todo el territorio nacional, hacen del plátano una de las opciones agrícolas de desarrollo más consistentes. El alto porcentaje de la producción total destinado a la agroindustria y la presencia de un sector industrial exportador fuerte y dinámico, confieren a la actividad una relación muy superior con respecto a otras opciones de mercado tales como exportación como fruta fresca o mercado local. Por ello, la orientación de mercado que considera el uso industrial de la producción sería la opción de cultivo sobre la cual habría que dirigir en primera instancia las investigaciones, principalmente orientadas a aspectos de calidad de la pulpa (firmeza, brix, textura, coloración, consistencia, presencia de semillas embrionarias etc.).

No obstante, se deben aunar esfuerzos en pro del mejoramiento de los niveles tecnológicos y principalmente transferir este conocimiento de la mejor manera a todo el sector productivo. Es claro que como base de esta estrategia se deben utilizar altas densidades de población y el uso de renovaciones frecuentes de plantación. Muchos aspectos relacionados con esta modalidad de cultivo se describen en este documento, pero aún quedan aspectos sobre los cuales se debe trabajar más en detalle, especialmente aquellos relacionados con la nutrición mineral, el combate de enfermedades, los nematodos, y el picudo entre otros. No se debe olvidar la importancia, bajo otra modalidad de manejo de producción de plátano, con otras densidades de población y quizá, un manejo diferente de la unidad de producción, en zonas altas y escarpadas (asociado con café) o en zonas bajas (asociado con cacao).

La nutrición mineral debe abordarse de una manera integral con la consideración de las diferencias en el origen de los diferentes suelos plataneros, así como de aquellos nutrimentos con mayor importancia para el cultivo. También es conveniente incorporar en las investigaciones la respuesta varietal, que, bajo similares condiciones, expresarían los cultivares de porte alto con respecto a los de porte bajo en especial en cuanto a las características de la pulpa ya enumeradas al inicio.

El combate de la Sigatoka negra debe estar supeditado a estrategias diseñadas de acuerdo con su menor susceptibilidad a la enfermedad con respecto a la planta, tanto en la distribución de los ciclos de aplicación como en el mayor uso de productos protectores. Se deben desarrollar umbrales de daño propios, así como sistemas de evaluación de la enfermedad adaptados a plantaciones con alta población y uniformidad, así como con renovaciones frecuentes. Es necesario mejorar la percepción del agricultor hacia todo lo concerniente al combate terrestre de la enfermedad.

El combate de nematodos debe ser desarrollado en función del cultivo, con la implementación de umbrales de daño propios para plátano, especialmente en el caso de *R. similis*. Se le debe dar un mayor énfasis a la investigación de estrategias basadas en el control biológico.

La pudrición acuosa del pseudotallo, quizá en ocasiones, más preocupante que la Sigatoka negra, merece una mayor atención de parte de los investigadores al igual que el combate del picudo, con el desarrollo de estrategias en ambos casos basadas en producción u obtención de semilla sana.

El asocio del plátano con cultivos como cacao o café adolece de estrategias de manejo que potencien su uso como cultivo secundario. Es necesario desarrollarlas y en el caso del café, debe incorporarse el componente varietal, considerando quizá, en ambos casos, un uso industrial de la producción.

# REFERENCIAS

**Aba, S.C; Baiyeri, P.K; Tenkouano, A. 2011.** Impact on poultry manure on growth, behavior, black Sigatoka disease response and yield attributes of two plantain (*Musa* AAB) genotypes. *Tropicultura*, 28(1): 20-27.

**Aguirre, J. 1974.** Hidráulica de canales. Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras (CIDIAT). Mérida, Venezuela.

**Alpizar, MD. 2001.** Evaluación de la captura de *Cosmopolites sordidus* empleando varios tipos de trampa con y sin feromona de agregación en plátano curraré (*Musa* AAB). En: Informe final. Dirección de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 6p.

**Alpizar, MD; Fallas, M; Oeschlager, CA; Gonzáles, L M. 1998.** Pheromone-bassed mass trapping of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) and the west weevil *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) in plantain and banana. Págs. 516-538 En: XIII Reunión ACORBAT. Guayaquil, Ecuador.

**Alpizar, MD; Fallas, M; Oeschlager, CA; Gonzáles, LM. 1997.** Efecto de dos feromonas de agregación para los picudos *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* sobre el daño en el cormo y otras variables de producción en los cultivos de banano y plátano en la Región atlántica de Costa Rica. Págs. 61. En: IV Congreso Costarricense de Entomología. San José, Costa Rica.

**Amador, J; Alfaro, E; Hidalgo, H; Soley, F; Solano, F; Vargas, J; Sáenz, F; Calderón, B; Pérez, P; Vargas, J; Díaz, R; Goebel, A; Montero, A; Rodríguez, J; Salazar, A; Ureña, P; Mora, N; Vega, C; Bojorge, C. 2013.** Clima, variabilidad y cambio climático en la Vertiente Caribe de Costa Rica. Centro de Investigaciones Geofísicas, vicerrectoría de Investigación, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica y Corporación Bananera Nacional. 225 p.

**Anónimo 1999.** Nutrient studies in banana using P32. *Musa News*. *InfoMusa* 8, 35-36.

**Añez, B; Tavira, E. 1999.** Estudio de las densidades de población en las primeras cuatro generaciones del plátano (*Musa* grupo AAB cv. Hartón). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia*. 16:337-355.

**Araya, A; Chevez, A. 1997.** Determinación de los nematodos fitoparásitos del plátano (*Musa* AAB, clon Falso Cuerno) en la zona Atlántica de Costa Rica. *CORBANA* 22 (47): 27-33.

**Araya, M; Vargas, A. 2002.** Efecto de la remoción del hijo de sucesión a la floración sobre el peso del racimo y contenido de nutrimentos en la planta madre de banano (*Musa* AAA). *CORBANA* 28(55): 1-12

**Araya, M; Vargas, E. 2018.** Frecuencia y densidades poblacionales de nemátodos parásitos en plantaciones comerciales de banano (*Musa* AAA) muestreadas en el intermedio madre-hijo y al frente del hijo de sucesión. *CORBANA* 44(64): 71-96

**Barrera, JL; Vergara, C; Marín, O.J. 2007.** Contribución del desmane y embolsado del racimo a la producción y calidad del plátano Hartón. *Agronomía* 15(1):39-44.

**Bayona, R. 1994.** Vida verde de fruta cosechada en focos de Sigatoka negra. *Augura* 10(2): 49-52.

**Belalcázar, S. 1991.** El cultivo del plátano en el trópico. Manual de Asistencia Técnica No. 50. Instituto Colombiano de Investigación (ICA), Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo CIID (IDCR), Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Red para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP-LAC). 375 p.

**Betancourt, V. M; Rodríguez, Y; Gómez, C; Soto, S.M; León, P.R. 2023.** Realidad actual y expectativa futura de Foc R4T en Colombia. En: 90 Congreso Internacional de Banano CORBANA 2023. Miami, USA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). 36 diapositivas.

**Bolaños, E. Pérez, L; Araya, H; Rivas, R. 2017.** Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo del banano Dátil- Baby banana (Pisang Mas, *Musa* AA, Sub -grupo Sucrier) en el Caribe de Costa Rica. Dirección de Asistencia Técnica. Corporación Bananera Nacional (CORBANA). Limón, Costa Rica. 81 p.

**Campbell, S.J; Williams, W.T. 1976.** Factors associated with maturity bronzing of banana fruit. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 16, 428-432

**Cayón, G. 2007.** Influencia de las bolsas de polietileno sobre el desarrollo y carbohidratos de los frutos de plátano. Págs.13. En: R. Murillo, AL. Bejarano, H. Morales y J. Pubiano (eds.). *Memorias Congreso Mundial de Banano y Plátano*. Montenegro, Colombia.

**Céspedes, C; Suárez P. 2005.** Evaluación de sistemas de cultivo de plátano (*Musa* AAB) en alta densidad con un manejo integrado de la Sigatoka negra. Págs. 63-79. En: *Musáceas, Resultados de Investigación*. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Segunda Edición. Santo Domingo, República Dominicana.

**Chillet, M; Jannoyer M. 1996.** Selección de bolsas para optimizar las condiciones de crecimiento del banano. *InfoMusa* 5(1):25-27

**Cisk, T. 1982.** Biology and agricultural impacts of the Central American pocket gopher (*Orthogeomys* spp.). Undergraduate tesis. Associated Colleges of the Midwest. Tropical Field Research Program. 27 p.

**Corporación Bananera Nacional. 2004a.** Evaluación semicomercial de la funda Agriban® para la protección del racimo de banano (*Musa* AAA). Pag. 60-61. In A. Vargas y R. Vargas (eds.). *Informe Anual 2003*. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica.

**Corporación Bananera Nacional. 2004b.** Evaluación de fundas de polietileno impregnadas con diferentes sustancias (clorpirifos, clorpirifos + azufre, bifentrina y, chile + ajo) y una funda de polipropileno (Agriban®) para la protección de racimo de banano. Pag. 64-66. In A. Vargas y R. Vargas (eds.). *Informe Anual 2003*. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional. San Jose, Costa Rica

**Corporación Bananera Nacional. 2005a.** Evaluación del uso de doble funda en racimos de banano y su efecto sobre la producción y protección del fruto. Pag. 106-107. In A. Vargas y R. Vargas (eds.). Informe anual 2004. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Corporación Bananera Nacional. 2005b.** Evaluación de dos tipos de fundas para racimos de banano: con el insecticida bifentrina y con extracto de chile y ajo, como alternativas a la funda con clorpirifos en la protección contra insectos. Pag. 110-113. In A. Vargas y R. Vargas (eds.). Informe anual 2004. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Corporación Bananera Nacional. 2005c.** Evaluación del control de plagas insectiles en racimos de banano (*Musa* AAA, cv. Grande Naine) con fundas impregnadas con bifentrina Pag. 113-114. In A. Vargas y R. Vargas (eds.). Informe anual 2004. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Cubillo, D. 2013.** Manejo integrado de insectos plaga en el cultivo del banano. Conceptos y aplicaciones. Chemplast. San José, Costa Rica. 104 p.

**Cubillo, D; Guzmán, M. 2004.** Comparación de fundas de polietileno y polipropileno en el desarrollo y protección de racimos de banano (*Musa* AAA). CORBANA 30(57): 1-10.

**Cubillo, D; Laprade, S. 2008a.** Biodegradación de fundas de polietileno con el aditivo Oxo biodegradable (d<sup>2</sup>w<sup>TM</sup>) impregnadas con insecticidas en la protección de racimo de banano. Pag. 157-158. In J. Sandoval (eds.). Informe Anual 2007, Dirección de Investigaciones CORBANA (Corporación Bananera Nacional, CR). San José, CR.

**Cubillo, D; Laprade, S. 2008b.** Eficacia biológica de fundas impregnadas con mezclas de sustancias naturales en la protección del racimo de banano (*Musa* AAA) contra insectos plaga. Pag. 158-159. In J. Sandoval (eds.). Informe Anual 2007, Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica.

**Cubillo, D; Laprade, S. 2006a.** Evaluación de fundas impregnadas con bifentrina y buprofenín en la protección contra insectos de racimos de banano. Pag. 149-151. In J. Sandoval (eds.). Informe Anual 2005, Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Cubillo, D; Laprade, S. 2006b.** Evaluación de fundas con ingredientes naturales incorporados al polietileno para el control de insectos en el cultivo de banano. Pag. 151-155. In J. Sandoval (eds.). Informe Anual 2005, Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Cubillo, D; Laprade, S; Vargas, R. 2001.** Manual técnico para el manejo integrado de insectos plaga en el cultivo de banano. Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. 73 p.

**Cueva, J. 2008.** Requisitos climáticos del plátano. Pags. 41-51. En : Manual de Plátano. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Honduras.

**Dadzie, B.K; Orchard, J.E. 1996.** Post-Harvest criteria and methods for routine screening of banana/plantain hybrids. International Net for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France 64p.

**Dallot, S; Acuña, P; Rivera, C; Ramírez, P; Côte, F; Lockhart, B.E; Caruamna, M. 2001.** Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of Banana Streak Virus integrated into the genome of the FHIA-21 hybrid (*Musa* AAAB). Archives of Virology 2001, 146, p. 2179-2190.

**Daniells, JW; Lisle T; O'Farrel PJ. 1992.** Effect of bunch covering methods on maturity bronzing, yield and fruit quality of bananas in north Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture 32, 121-125

**Daniells, JW; O'Farrel PJ; Mulder, JC. Campbell SJ. 1987.** Effect of bunch covering and bunch trimming on bananas in north Queensland. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. 44(2):101-105.

**Daza, MA; Cayón G. 2006.** Efecto del color de las bolsas de polietileno sobre las características físicas y químicas de frutos de banano. Págs. 319. En: XVII Reunión Internacional da Associação nas Pesquisas sobre banana no Caribe e na América Tropical. ACORBAT, Santa Catalina, Brasil.

**Daza, MA; Cayón G. 2004.** Influencia del color de las bolsas de polietileno sobre las características físicas y químicas de los frutos de plátano y banano en época de verano e invierno en tres localidades (norte-centro-sur) de la región de Urabá. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Agronomía. Informe final. 72 p.

**De Levenstein, R. 1984.** Aspectos biológicos y combate de la taltuza en la zona Atlántica. ASBANA (8) 21:15-16.

**Del Monte. 1998.** Normas de calidad y procedimientos para el empaque de plátano de exportación. BANDECO. Departamento de Control de Calidad. 19 p.

**Del Monte. 2009.** Especificaciones de empaque (USA) para plátano Curraré Enano. E- PLT 16.

**Del Monte. 2006.** Especificaciones de empaque (USA) para plátano Curraré Gigante. PL-1.

**Delgado, R. 1990.** La taltuza (*Orthogeomys cherrei*) como plaga del cultivo del pejíbaye. Serie Técnica Pejíbaye (*Guilielma*), Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Boletín Informativo. Vol II (1):10-17.

**Dondoli, C; Dengo, G; Malavassi, E. 1968.** Mapa geológico de Costa Rica. 1:700.000. Edición preliminar. Dirección de Geología, Minas y Petróleo. San José, Costa Rica.

**Furcal, P. 2016.** Respuesta agronómica del plátano a la fertilización con boro, zinc y calcio en San Carlos, Costa Rica. Informe final. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Centro de Investigación y Desarrollo para Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo. San Carlos, Costa Rica. 31 p.

**Gómez, E; Rumbos, V; Vera, J; Rosales, H; Magaña-Lemus, S; Surga, J. 2006.** Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de plátano (*Musa* AAB Simmonds) en el sur del lago Maracaibo. Págs. 344. En: XVII Reunión ACORBAT, Santa Catarina, Brasil.

**Guillén, C; Lapeyre de Belleyre, L; Sandoval, J, Tixier, F .2023.** Preference of *Cosmopolites sordidus* for fusarium wilt- diseased banana plants. J Appl Entomol 2026: 147-140. DOI: 10.1111/jen.13090

**Guillén, C; Tixier, F; Tapia, A; Conejo, A; Sandoval, J; Lapeyre de Belleyre, L. 2021.** Can the banana weevil *Cosmopolites sordidus* be a vector of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 1? Unravelling the internal and external acquisition of effective inoculum. Pest Manag Sci . 77(6): 3002-3012. DOI: 10.1002/ps.6639.

**Guzmán, M; Romero, R. 1996.** Severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en los híbridos FHIA- 01 y FHIA- 02. CORBANA 21 (45): 41-49.

**Gold, CS; Messiaen, S. 2000.** El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Plagas de Musa. INIBAP. Montpellier, Francia. Hoja divulgativa NO. 4.

**González, H; Viasus, J; Zevallos, E; Nava, J; Bracho, B. 2013.** Efecto de las prácticas culturales de desflora y desmane sobre el rendimiento y calidad del plátano Hartón en el sur del lago de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 30: 179-192.

**Govea, C. 1991.** Influencia del número de hijos y frecuencia de deshije en el rendimiento del plátano (*Musa* grupo AAB cv. Hartón). Págs. 473-481. En: Memorias IX Reunión ACORBAT. Mérida, Venezuela.

**Grisales, F. 1999.** Comparación agronómica entre tipos de semilla en el plátano dominico Hartón (*Musa* sp. Grupo AAB). InfoMusa 8(2): 28-29.

**Grisales, F; Lescot, T. 1999.** Encuesta diagnóstico multifactorial sobre plátano en la zona cafetera central de Colombia. ICA, CIRAD. Caldas, CO. 66 p. Boletín Técnico N°. 18.

**Guzmán, M. 2012.** Control biológico y cultural de la Sigatoka negra. In: 45° Congresso Brasileiro de Fitopatologia-Manaus, AM. Tropical Plant Pathology 37 (Suplemento).

**Guzmán, M. 2003.** Enfermedad de plátano en el Asentamiento Línea Vieja. Informe de caso. Corporación Bananera Nacional, Dirección de Investigaciones, Sección de Fitopatología. 4 p.

**Guzmán, M; Pérez, L; Villalta, R; Carr, C; Sandoval, J. 2018.** Marchitamiento por Fusarium raza 4 (Foc R4T) tropical una seria amenaza para la producción de bananos y plátanos: recomendaciones para prevenir el ingreso del patógeno en fincas bananeras. CORBANA 44(64): 1-8.

**Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 1998.** Metodología de Investigación. Mac Graw Hill Interamericana Editors, SA de VC. México DF. 501 p.

**Hernández, Y; Giménez, G; y Gómez- Lim, M. 2010.** Flowering Locus T y Constan en Musa: nuevos genes que participan en la transición floral en plátano *Musa* AAB cv. Hartón Enano. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia. 27, 524-554.

**Hilje, L; Bonino, N. 1997.** Captura de taltuzas mediante trampas. Manejo Integrado de Plagas. Hoja Técnica NO 23. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 4p.

**Holdrige, L. 1964.** Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 124 p.

**Irizarry H; Rivera E; Krikorian A; Rivera E. 1991.** Proper bunch management of the French-type superplantain (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*, AAB) in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P. R. 75, 2, 163-171.

**Jiménez, C. 1991.** Determinación de la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del plátano (*Musa* AAB) en la región Huetar norte. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. 52 p.

**Jiménez, T. 1972.** Génesis, clasificación y capacidad de uso de algunos suelos de la región Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

**Kurien, S; Kumar, SP; Kamalan MV; Wahid, PA. 2002.** Nutrient cycling from the *Musa* mother plant as various physiological stages to suckers as affected by spacing and sucker retention using tracer techniques. Fruits 57: 143-151.

**Lahav, E; Israeli, Y. 2000.** Chemical injury to banana. Pags. 381-383. In: Diseases of Banana, Abaca and Enset. D.R. Jones (ed.) CAB Publishing, Wallingford. UK.

**Lahav, E; Turner, DW. 1992.** Nutrición del banano. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de la Potasa y el Fósforo. Boletín No. 7. 71 p.

**Londoño, M; Pulido, J; García, F; De Polanía, I; León, G. 1991.** Manejo integrado de plagas. Págs. 301-326. El cultivo del plátano en el Trópico. Manual de Asistencia Técnica NO 50. Instituto Colombiano Agropecuario. Armenia, Colombia.

**Lara, F. 1970.** Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica. Imprenta Trejos. San José, Costa Rica. 278 p.

**López, R. 1980.** Determinación de los nematodos fitoparásitos asociados al plátano (*Musa acuminata* x *Musa Balbisiana*, AAB) en Río Frío. Agronomía Costarricense 4 (2): 143-147.

**López, A; Solís, P. 1991.** Contenidos e interacciones de los nutrimentos en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA 15(36):25-32.

**López, A; Vargas, A; Espinoza, J; Vargas, R. 2001.** Síntomas de deficiencias nutricionales y otros desórdenes fisiológicos en el cultivo del banano (*Musa* AAA). Guía de Campo. Corporación Bananera Nacional, Instituto de la Potasa y el Fósforo. 53 p.

**McDougal, S. 2012.** Water quality for chemical spraying (en línea). Consultado el 29 de setiembre del 2017. Disponible en: [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/433691/water-quality-for-chemical-spraying-pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/433691/water-quality-for-chemical-spraying-pdf)

**Marín, D; Romero, R. 1992.** El combate de la Sigatoka negra. Corporación Bananera Nacional, Dirección de Investigaciones. Boletín NO. 4. San José, Costa Rica. 21 p.

- Martin-Prevel, P. 1964.** Nutrient elements in the banana plant and fruit. *Fertilité* 22:3-14.
- Martínez Garnica, A. 1984.** Effect of sucker removal on plantain yields in the humid tropics of Colombia. *Rev. Inst. Colomb. Agropecu.* 19: 357-359.
- Martínez, I; Guzmán, M. 2011.** Guía básica para la preparación de mezclas, uso de fungicidas y calibración de motobombas utilizadas en el combate de la Sigatoka negra. Corporación Bananera Nacional, Dirección de Investigaciones, Sección de Fitopatología. Guápiles,
- Monge, J. 1977.** Opciones para el combate de la taltuza (*Orthogeomys* spp.) en el cultivo del pejibaye (*Bactris gasipaes*). En: Cultivo de pejibaye para palmito. Memoria de Curso. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Moreira, R.S. 2000.** Banana. Teoría e práctica de cultivo. Fundação Carguill. CD ROOM No. 22. São Paulo, Brazil.
- Muñoz, T; Vargas, J; Texeira, L; Staver, C. 2024.** Fusarium Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean status and global research advances towards disease management. *Frontiers in Plant Science*. DOI 10.3389/fpls.2024.1397617.
- Murillo, GM. 2023.** Evaluación del perfil del racimo de dos cultivares de plátano (*Musa* AAB) en un sistema de producción orgánico. Proyecto de Graduación. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 24 p.
- Noceda, C; Vargas, A; Roels S; Cejas, I; Santamaría, E; Escalona, M; Debergh, P; Rodríguez, R; Sandoval, J; Cañal, J. 2012.** Field performance and (epi) genetic profile of plantain (*Musa* AAB) clone CEMSA plants micro propagated by temporary immersion systems. *Scientia Horticulturae* 146, 65-75.
- Pantoja, A; Chyuan, L; Jang, L. 1995.** Factores que causan la decadencia del platanal. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 79(3-4): 187-193.
- Perea, M. 2003.** Biotecnología Bananos y Plátanos. Editora Guadalupe. Bogotá, CO. 228 p.
- Pérez, L. 1994.** Densidades de población altas en plátano, cv. "Curraré" (*Musa* AAB). *CORBANA* 19(42):25-30.
- PROCOMER. 2024.** Exportaciones de bienes. Enero 2025. San José Costa Rica. 4 p.
- PROCOMER y Academia de Centroamérica. 2025.** Análisis del Modelo Financiero para la Siembra de 60 y 35 ha de Plátano. San José, Costa Rica.
- Ramírez, W; González, L.C. 1995.** Producción intensiva del plátano Curraré Enano para la exportación (1991-1995). Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), Corporación Bananera Nacional (CORBANA). San José, Costa Rica. 169 p.
- Rivera, J; Deras, J; Rosales, F; Rowe, F. 1996.** Efecto del uso de vitro-plantas y dos regímenes de desmane sobre el comportamiento del plátano FHIA-21 (AAAB) bajo condiciones de manejo agronómico intensivo. Págs. 130-134. En: XII Reunión ACORBAT. Santo Domingo, República Dominicana.

**Robinson, J.C. 1996.** Bananas and plantains. CAB International. Wallingford, U.K. 238 p.

**Robinson, J.C; Galán Saucó, V. 2010.** Bananas and plantains. Crop Production Science in Horticultural Series, 5. CAB International. Wallingford, U.K. 238 p.

**Rojas, S; Vargas, A. 2005.** Validación y transferencia de tecnologías para alta productividad en el cultivo del plátano. AgroExtensión 2(3): 35-37.

**Rodríguez, M; Barrigh, O. 1979.** Manual sobre el cultivo del plátano en la costa Norte de Honduras. Servicios para la Investigación Agrícola Tropical, S.A. Ministerio de Recursos Naturales. San Pedro Sula, Honduras Boletín No, 7.54 p.

**Rodríguez, J.A; Irizarry, H. 1979.** Effect of plant material on yield and quality of two plantain cultivars (*Musa acuminata* x *Musa Balbisiana*, AAB).The Journal of University of Puerto Rico. Vol LXIII (4): 351-365.

**Rodríguez, J.A; Irizarry, H; Rivera, E. 1988.** Efecto de la poda de manos en el rendimiento y calidad de las frutas de plátano (*Musa acuminata* x *Musa Balbisiana*, AAB). Págs. 537-541. En: Memorias VIII Reunión ACORBAT. Medellín, Colombia.

**Rojas, S; Vargas A. (2002).** Rebrotos enteros: nueva opción de semilla en el cultivo de plátano de alto rendimiento. Págs. 27-28., Oferta Tecnológica de banano y plátano para América Latina y el Caribe. INIBAP, MUSALAC, CEDAF. San José, Costa Rica.

**Romero, R; Cubero, E. 1987.** Instructivo sobre el combate de la Sigatoka negra en banano. Corporación Bananera Nacional, Dirección de Investigaciones. Boletín NO. 3. San José, Costa Rica. 14 p.

**Rosales, F; Álvarez, J; Vargas, A. 2008.** Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades. Experiencias en América Latina y el Caribe. Bioversity International, Montpellier, Francia. 24 p.

**Sancho, H. 1999.** Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en programas de fertilización. Informaciones Agronómicas 36: 11-13.

**Sancho, H; Vargas, A. 1996.** Determinación del efecto de dosis crecientes de N-K en el rendimiento del cultivo del plátano (*Musa* AAB). Pág. 149.En: Informe Anual 1997. Dirección de Investigaciones. Corporación Bananera Nacional, San José, Costa Rica.

**Sandoval, J; Pérez, L. 1997.** Glosario de términos usualmente empleados en la actividad bananera de Costa Rica. CORBANA 22(47): 77-89.

**Serrano, E; Segura, R; Ortega, R; Sandoval, J. 2008.** Modelo de restitución del potasio removido en la fruta fresca exportada en una plantación de banano de alta productividad. Págs. 106-110. En: Informe Anual 1997. Dirección de Investigaciones. Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica.

**Smith, E; Velázquez, M. 2004.** Opciones tecnológicas para la producción de plátano (*Musa* AAB) para exportación en la región Atlántica de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 45 p.

**Solano, V. 1995.** Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología en el cultivo del plátano. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 13 p.

**Soto, M; Soto, E; Solís, P; López, A. 1992.** Siembra y operaciones de cultivo. Págs. 211-265. En: Bananos Cultivo y comercialización. Litografía e imprenta LIL, S.A. San José, Costa Rica.

**Staver, C; Arias, M; Guillén, C; Van der Veken, L; Oviedo, M.A. 2024.** Managing banana bunch pests: towards more ecological approaches. Volumen 3: Diseases and Pests. pp. 511-564. In Achievement sustainable cultivation of banana. Denth, A, and Kema G.H.J. (eds). Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.

**Stover, R.H; Simmonds, N.W. 1987.** Bananas. Longman Scientific & Technical. John Wiley & Sons. Third Edition. 468 p.

**Sweenen, R. 1990.** Plantain cultivation under African conditions. A reference manual. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. 24 p.

**Swennen, R; Wilson, G. 1983.** La stimulation du développement du reject baïonnette du bananier plantain (*Musa* sp. Groupe AAB) par application de Gibbereline (A3). Fruits 8(4):261-265.

**Swennen, R; De Langhe, E; Janssen, J; Decoene, D. 1986.** Study of the root development of some *Musa* cultivars in hydroponics. Fruits 41(9):515-524.

**Swennen, R; Wilson, G; De Langhe, E. 1984.** Preliminary investigation of the effects of gibberellic acid (GA3) on sucker development in plantain (*Musa* cv. AAB) under field conditions. Tropical Agriculture 61(4): 253-256.

**Teisson, C. 1970.** Conduction vers un bananier d'elements minéraux absorbés par son rejects du bananier. Fruits 25(6):451-454.

**Tosi, J. 1969.** República de Costa Rica. Mapa ecológico según la Clasificación de Zonas de Vida del mundo de LR. Holdrige. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. Esc. 1:750.000.

**Ulloa, S; Wolf, E.D; Armendariz, I. 2017.** Effect of plant density on growth and yield in Barraganete plantain (*Musa paradisiaca*) AAB Curraré Enano for a single harvest cutting in Provincia Los Ríos, Ecuador. Acta Agronómica 66(3):367-362.

**Umaña, G. 2002.** Manual para el manejo de campo, cosecha y poscosecha de banano orgánico de exportación para pequeños productores de Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1era ed. San José, Costa Rica. 67 p.

**Vargas, A. 2020.** Evaluación de densidades de población y renovación de plantaciones en dos fenotipos de plátano (*Musa* AAB) del tipo Falso Cuerno. CORBANA del tipo Falso Cuerno. CORBANA 46(66): 81-96. 2020.

**Vargas, A. 2018.** Propagación vegetativa de plátano a partir de diferentes materiales de siembra. CORBANA 44(64):61-70

**Vargas, A. 2015.** Evaluación de cultivares y materiales de siembra de plátanos Falso Cuerno bajo un manejo intensivo de plantación. Cultivos Tropicales 36(2): 72-82.

**Vargas, A. 2012.** Efecto de la remoción de manos sobre el peso del racimo, la producción y tamaño de los frutos de plátano (*Musa* AAB). Agronomía. 20(2): 18-24.

**Vargas, A. 2010.** Efecto del desmane y de la modalidad de cosecha sobre las características y producción de racimos de plátano tipo Francés FHI-21. *Tropicultura*. 28(1):16-23.

**Vargas, A. 2001.** Descripción y observaciones de la toxicidad de manganeso en plantas de plátano (*Musa* AAB, cv. Falso Cuerno) cultivadas en domos de reciente construcción. *CORBANA* 27(54):133-144.

**Vargas, A. 2000.** La palmera de pejibaye (*Bactris gasipaes*) y su cultivo en Costa Rica para la obtención de palmito. Corporación Bananera Nacional (CORBANA, S.A.). San José, Costa Rica. 67 p.

**Vargas, A. 1998.** Validación de tecnología de plátano. Págs. 53. Informe Anual 1997. Dirección de Investigaciones y Asistencia Técnica. Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica.

**Vargas, A. 1997.** Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano (cultivares Curraré semigigante y Enano) en suelos al Oeste del río Reventazón. Págs. 111. En: Informe Anual 1996. Dirección de Investigaciones y Servicios Técnicos. Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica.

**Vargas, A. 1995.** Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano Curraré o Falso Cuerno (*Musa* AAB) en el Atlántico de Costa Rica (segunda cosecha). *CORBANA*. 20, 43, 29-31.

**Vargas, A. 1994.** Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano Curraré (*Musa* AAB) en el Atlántico de Costa Rica. *CORBANA* 19(42):17-24.

**Vargas, A; Acuña, P. 2002.** Respuesta de plantas de plátano (*Musa* AAB, cv. Falso Cuerno semigigante) atrasadas en crecimiento a la aplicación de ácido giberelico (AG<sub>3</sub>). *CORBANA* 28(55): 57-70.

**Vargas, A; Blanco, F. 2004.** Metodologías para estimar la intensidad de desmane en racimos de banano (*Musa* AAA, cv. Valery). *CORBANA* 30(57):107-119.

**Vargas, A; Blanco, F. 2000.** Consideraciones metodológicas para la evaluación del desmane en banano (*Musa* AAA, cv. 'Valery). *InfoMusa*. 9(2):19-21.

**Vargas, A; Flores, W. 2014.** Evaluación agronómica de cultivares de plátano del tipo Falso Cuerno para uso industrial. Memorias XVIII Seminario Latinoamericano y V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José, CR. 1 dispositivo USB, 3.8 GB.

**Vargas, A; Guzmán, M. 2001.** Comparación de dos estrategias de combate químico de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátanos del tipo Falso Cuerno (*Musa* AAB). *CORBANA* 27 (54): 65-78.

**Vargas, A; Pineda, J. 2006.** Observaciones sobre la temperatura de transporte (finca-muelle) del fruto de banano. Corporación Bananera Nacional. Documento interno.19 diapositivas.

**Vargas, A; Solís, P. 1999.** Síntomas de toxicidad y contenido de macro y micronutrientes en plantas de banano (*Musa* AAA) bajo condiciones de cultivo hidropónico. CORBANA 24(51):61-78.

**Vargas, A; Solís, P. 1998.** Síntomas de deficiencia y contenido de macro y micronutrientes en plantas de plátano (*Musa* AAB) bajo condiciones de carencia inducida en cultivo hidropónico. CORBANA 23(50): 145-166.

**Vargas, A; Solís, P. 1995.** Presencia de 'Speckle' (*Deightoniella torulosa*) en plantas de plátano (*Musa* AAB, cv. Falso Cuerno) deficientes de Mg bajo condiciones de cultivo hidropónico. CORBANA 20(44): 57-60.

**Vargas A; Valle, H. 2011.** Efecto de dos tipos de fundas sobre el fruto de banano (*Musa* AAA). Agronomía Mesoamericana 22(1): 81-89.

**Vargas, A; Acuña, P; Araya, M.1999a.** Crecimiento y producción de hijos de sucesión de plátano (*Musa* AAB, Falso Cuerno Semi gigante) originados de yemas inferiores e intermedias del cormo. CORBANA 25(52): 165-172.

**Vargas, A; Acuña, P; Blanco, F. 2005.** Caracterización morfológica y productiva de nueve cultivares de plátano (*Musa* AAB) Falso Cuerno. CORBANA 31(58): 1-13.

**Vargas, A; Acuña, P; Valle, H. 2015.** La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. Agronomía Mesoamericana 26(1): 1-10.

**Vargas, A; Sandoval, J; Blanco, F. 1999b.** Efecto del desmane sobre la calidad del racimo en plátano cv. 'Falso Cuerno' (*Musa* AAB) enano y semigigante. CORBANA 25(52): 129-142.

**Vargas, A; Arias, F; Serrano, E; Arias, O. 2007.** Toxicidad de boro en plantaciones de banano (*Musa* AAA) en Costa Rica. Agronomía Costarricense 31(2): 21-29.

**Vargas, A; Araya, M; Rojas, S; Román, P. 2005.** Effect of removing or leaving the suckers at flowering of plantain (*Musa* AAB, cv. False Horn type) on bunch weight and foliar nutrient content of the parent plant. Scientia Horticulturae 107: 70-75.

**Vargas, A; González, R; Vargas, R; Blanco, F. 2001.** Concentración de minerales disueltos, calidad y respuesta a enmiendas del agua para la aplicación de agroquímicos en zonas productoras de banano (*Musa* AAA) de Costa Rica. CORBANA 27 (54): 105-118.

**Vargas, A; Valle, H; González, M. 2010.** Efecto del color y de la densidad del polietileno de fundas para cubrir el racimo sobre dimensiones, presentación y calidad poscosecha de frutos de banano y plátano. Agronomía Costarricense 34(2): 269-285.

**Vargas, R; Wang, A; Obregón, Araya, M. 2015.** Efecto de *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicida en el pseudotallo en el combate de *Radopholus similis* y la producción de banano. Agronomía. Costarricense 39(2): 61-76

**Villardebó, A. 1973.** Le coefficient d'infestation. Critere du degre d'ataques de bananieras par *Cosmopolites sordidus* Germ. Le charaçon noir du bananier. Fruits 28: 417-426.

**Villalobos, R; Villalta, R; Cubillo, D; Guzmán, M. 2011.** Efecto De las características de la funda de polietileno para el racimo de banano (*Musa* AAA, cv. Grande Naine) en la producción y la protección contra plagas del fruto. CORBANA 37-43 (63): 107-123. 2017

**Villalta, M; Smith, E. 2004.** Opciones tecnológicas para la producción de plátano (*Musa* AAB) para exportación en la Región Atlántica de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Limón, Costa Rica. 450p.

**Villalta, R; Guzmán, M. 2005.** Capacidad de esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* en tejido foliar de banano depositado en el suelo y efecto antiesporulante de la urea. CORBANA 31(58): 41-43.

**Villalta, R; Sanches, M; Carr, C. 2021.** Pudrición suave del cormo y pseudotallo de banano. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional. Hoja Divulgativa No, 23.

**Villata, R; Vargas, A; Guzmán, M. 2018.** Respuesta de la Sigatoka negra y de la planta de banana a la adición foliar de aminoácidos y nutrimentos. CORBANA 44(64):163-174.

**Voight, D. 2014.** Improvement pesticide performance with pH and water (en línea). Consultado el 29 de setiembre del 2017. Disponible en: <https://www.striptillfarmer.com/articles/1116-improving-pesticide-perfomance-with-ph-and-water-modifications>

**Walmsley, D; Twyford, I. 1968a.** The translocation of phosphorus within a stool of Robusta banana. Tropical Agriculture. 45(3):229-233.

**Walmsley, D.; Twyford, I. 1968b.** The uptake of P32 by Robusta banana. Tropical Agriculture. 45(3):223-227.

**Zhan, N.; Kwang, M.; He, W.; Deng, G.; Liu, S.; Li, C; Roux, N; Dita, M.; Yi, G.; Sheng, O. 2022.** Evaluation of resistance of Banana Genotypes with AAB Genome to Fusarium Wilt Tropical Race 4 in China. J. Fungui 8: 1274. <https://doi.org/10.3390/jof121274>.

**Zuo, C.; Deng, G.; Ling, B.; Huo, H.; Li, C.; Hu, C.; Kuang, R.; Yang, Q.; Dong, T.; Sheng, O.; Yi, G. 2017.** Germplasm screening of *Musa* spp. for resistance to *Fusarium oxysporum* F. sp. Cubense tropical race 4 (Foc TR4)

## ANÁLISIS DEL MODELO FINANCIERO PARA LA SIEMBRA DE 60 HA DE PLÁTANO

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA INICIATIVA

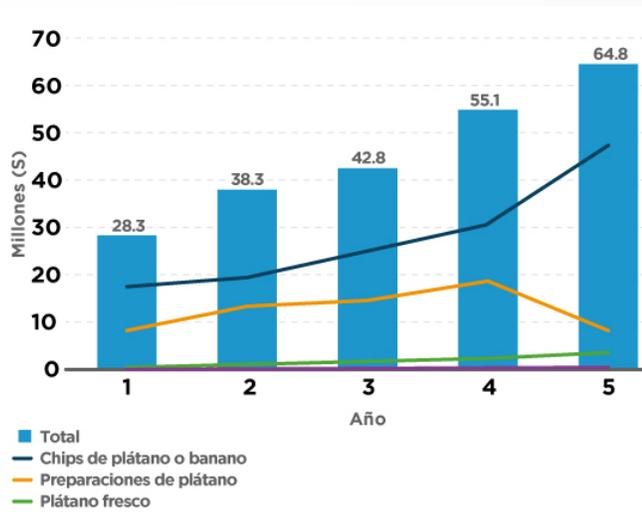
El Programa Descubre es una iniciativa interinstitucional liderada por PROCOMER en alianza con el Ministerio de Comercio Exterior y la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria. Desde su creación en 2019, su objetivo ha sido fomentar el desarrollo, la transformación productiva, la escalabilidad, la innovación y la asesoría técnica en productores y empresas agrícolas y agroindustriales con miras a diversificar nuestra oferta exportable.

Para alcanzar estos objetivos, el programa identifica nuevas oportunidades en el mercado, analiza las principales limitaciones que afectan su desarrollo y diseña hojas de ruta estratégicas para superar estos desafíos. Su misión es promover la prosperidad y el desarrollo económico en las zonas rurales del país mediante el impulso de actividades agropecuarias.

A través de una estrategia colaborativa entre los sectores público y privado, Descubre trabaja en la identificación de nuevos productos y mercados para la exportación e inversión, así como en la eliminación de barreras que dificultan el establecimiento y desarrollo de estas actividades.

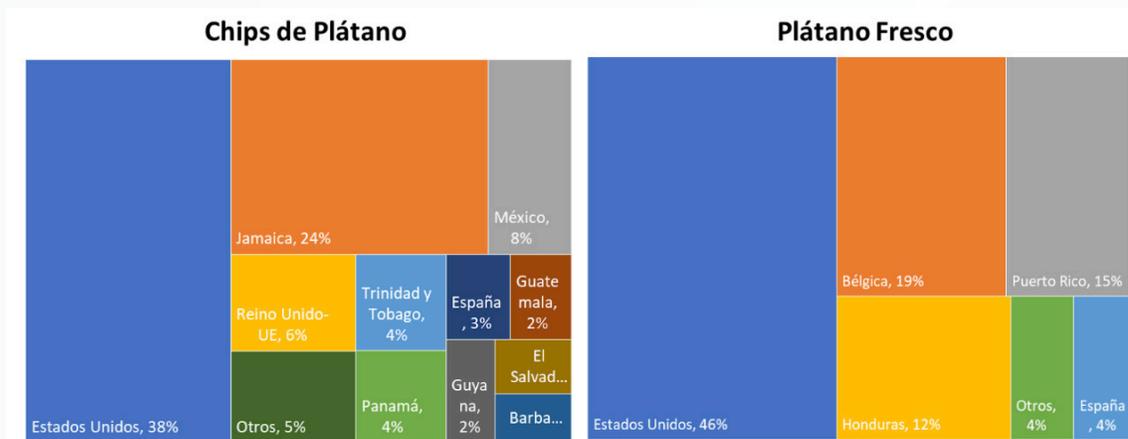
Con el objetivo de fortalecer el sector agroempresarial se presenta esta iniciativa para mejorar la productividad y escalabilidad del cultivo de plátano y sus subproductos con miras a exportación través de promocionar y priorizar el acceso a mecanismos de financiamiento para el desarrollo y fortalecimiento de sistemas productivos agrícolas con mayor potencial de vinculación a mercados internacionales.

La elección del cultivo de plátano para este programa financiero se fundamenta en un análisis exhaustivo del mercado, que revela un aumento sostenido en las exportaciones del producto fresco y de los subproductos, como se muestra en la Figura 1, donde los últimos 5 años tuvo una tasa de crecimiento promedio anual del 29%, alcanzando un monto total de \$64,8 millones para el 2024. Este incremento no solo evidencia la creciente demanda global, sino que también subraya el potencial del plátano como un producto de exportación clave. Al invertir en el fortalecimiento de este sector, estamos respondiendo a una oportunidad de mercado clara y tangible, que genera beneficios económicos significativos para nuestros productores y para la economía en general.



**Figura 1.** Exportaciones de plátano fresco y sus subproductos periodo 2020-2024

Respecto a los destinos de exportación, como se muestra en la Figura 2, en el año 2024 Estados Unidos fue el principal mercado, tanto para chips como producto fresco, sin embargo, existe una importante diversificación hacia otros mercados como lo son las islas del caribe principalmente para subproductos.



**Figura 2.** Principales mercados de exportaciones de plátano fresco y sus subproductos periodo año 2024.

El impacto de este programa financiero se extenderá más allá de la rentabilidad económica, generando un efecto multiplicador en la creación de empleo. El sector platanero, por su naturaleza intensiva en mano de obra, ofrece oportunidades laborales significativas en todas las etapas de la cadena de valor, desde la producción y cosecha hasta el procesamiento y la logística. Al fortalecer este sector, no solo estamos impulsando el crecimiento económico,

sino que también estamos invirtiendo en el bienestar de nuestras comunidades, proporcionando empleo digno y estable a las personas.

Para materializar este impacto positivo, el programa financiero se estructurará en torno a un mecanismo integral que abordará las necesidades clave del sector platanero. Este mecanismo se enfocará en potenciar la cadena de valor en su totalidad, desde la siembra hasta la comercialización.

## 2. SERVICIOS DISPONIBLES DE PROCOMER & DESCUBRE

Dentro de la iniciativa para impulsar la escalabilidad del cultivo e industrialización del plátano PROCOMER-Descubre pone a disposición una serie de servicios específicos y dirigidos que se complementan entre sí, para incrementar los encadenamientos productivos e impulsar las exportaciones en dicho subsector, entre ellos:

a. Asistencia técnica especializada, escuelas de campo y capacitaciones: se centra en proporcionar a los agricultores conocimientos y herramientas específicas para mejorar el manejo, productividad y sostenibilidad del cultivo. Las escuelas de campo son programas de capacitación participativa donde los agroempresarios(as) aprenden a través de la práctica y el intercambio de experiencias, capacitaciones mediante sesiones educativas estructuradas que abarcan una amplia gama de temas relacionados con el cultivo, como fertilización, control de plagas y enfermedades o manejo postcosecha.

b. Promoción de relaciones comerciales y desarrollo de proveedores: conectamos empresas exportadoras y proveedores locales con alto potencial para fortalecer la cadena de suministro y aumentar el valor agregado en los mercados de destino, incluye desarrollo personalizado de proyectos, escalabilidad, participación en ruedas de negocios y propuestas adaptadas a sus necesidades técnicas.

c. Promoción comercial y campañas de posicionamiento: se potencia la capacidad de las empresas exportadoras en el acceso a nuevos mercados internacionales o consolidar sus exportaciones, esto mediante la identificación de nuevos clientes, misiones comerciales, participación en ferias, entre otros, asimismo desarrollaron campañas de promoción comercial tanto en Europa como Estados Unidos para ir posicionando la industria del plátano costarricense.

## 3. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL MODELO DE 60 HA

Para la elaboración del modelo se consideró fuentes de información primaria y secundaria. Entre las fuentes de información primaria se consultó a expertos en el manejo de musáceas, con amplia trayectoria en el cultivo de plátano, además se documentó información de productores de la zona Huetar Caribe. Con relación a las fuentes secundarias, se realizó una la revisión de literatura y búsqueda de información en bases de datos nacionales, con el fin de recolectar tanto información teórica como cuantitativa respecto al manejo técnico recomendado en las zonas productoras.

Es importante considerar los siguientes aspectos para la comprensión de la

formulación del modelo:

1. El material de siembra utilizado proviene de meristemos *in vitro*.
2. La primera cosecha de este cultivo se efectúa aproximadamente en el mes 10.
3. Se considera un ciclo productivo de una sola cosecha.
4. Los costos corresponden a una plantación con un manejo agronómico convencional que asegure altos rendimientos.
5. En relación con la variable mano de obra, la unidad de medida que se utilizó fue el jornal debido a que es lo más común entre los productores, considerando un promedio de 0,76 jornales/ha
6. Al costo de mano de obra se le suma un 50% correspondiente a cargas sociales.
7. Los escenarios detallados a continuación asumen que el productor siembra 3000 plantas por hectárea, cuyo rendimiento promedio es de 2760 racimos por hectárea, con un rendimiento de parición neto del 92%.
8. El análisis financiero se realizó mediante flujos de caja para escenarios con financiamiento.
9. El cálculo de los flujos de caja se realizó con el programa Microsoft Office Excel.
10. Se realizó el cálculo de intereses por el método de interés simple.
11. Se definió un tipo de cambio fijo, fijando el valor del dólar en \$515.
12. Se determinó una tasa de interés del 12% anual.
13. La tasa de interés utilizada para el análisis financiero se basa en la Tasa Básica Pasiva (TBP) más una tasa cobrada por los entes financieros afiliados al sistema, que podría ir desde el 6% hasta el 8%. Por lo que se fijó una tasa de interés para financiamiento de 12% (donde 4.06% correspondía a la TBP más un 7,94% debido a la tasa cobrada por las financieras).
14. Para el cálculo de los impuestos sobre renta se utilizó la metodología estipula por el Ministerio de Hacienda para el año 2025, definido en un 30%.
15. El horizonte de evaluación es de 10 años.
16. El costo capital se estableció en un 12%, equiparándolo con la tasa de interés.
17. Los precios considerados en el análisis corresponden a cajas destinadas a exportación y para venta local. En donde el 80% es de exportación y el restante 20% para venta local.
18. El precio de venta por caja de 23kg para exportación asciende a USD \$15,5 mientras que la caja para venta local es de ₡3.600., el precio de la caja es puesto en finca y no se consideran los materiales de empaque.
19. Se considera un ratio de 0,45
20. El modelo considera la siembra de 60 ha, de manera que se asegura un contenedor mínimo de exportación por semana.
21. Se estiman 1260 cajas por hectárea de 23kg cada una.
22. El total de cajas producidas por las 60 hectáreas asciende a 75.600 anuales.
23. El modelo contempla un aporte de capital social de 30%.

### 3.1. INVERSIÓN INICIAL

Para dar inicio al proyecto se requiere una inversión inicial de ₡350.377.765,20 el cual contempla alquiler de terreno, herramientas y equipos, gastos preliminares, construcciones. Además, se incluye los costos asociados al establecimiento de la plantación, mano de obra, capital de trabajo, entre otros. A continuación, se muestra el detalle de cada uno de los rubros anteriores.

**Tabla 1.** Costo de inversión inicial

Rubro	Colones
Alquiler de terreno	18.000.000,00
Herramientas y equipos	16.640.000,00
Preliminares	17.421.341,03
Obras y construcciones	88.056.880,17
Plantación	205.031.600,00
Imprevistos	5.227.944,00
<b>Total de la inversión</b>	<b>₡350.377.765,20</b>

Fuente: Procomer, 2025.

**Tabla 2.** Costo de establecimiento de la plantación año

Rubro	Colones
Mano de obra	71.748.000,00
Alquiler del terreno	18.000.000,00
Semillas meristemos	92.700.000,00
Insumos	37.998.600,00
Servicios	525.000,00
Riego	2.060.000,00
<b>Total establecimiento plantación</b>	<b>₡223.031.600,00</b>

Fuente: Procomer, 2025.

En la tabla 2 se encuentra el desglose completo de los costos para el establecimiento de la plantación, donde se especifican los rubros de mano de obra, material de siembra, insumos y servicios.

**Tabla 3.** Costo de obras y construcciones.

Rubro	Colones
Planta empacadora	24.000.000,00
Pozo	2.060.000,00
Caminos	15.000.000,00
Cable vía y accesorios	30.796.880,17
Mantenimiento red de drenaje	16.200.000,00
<b>Total Obras y construcciones</b>	<b>¢88.056.880,17</b>

Fuente: Procomer, 2025.

### 3.2. COSTO ANUAL DE LA PLANTACIÓN

El costo anual de la plantación está compuesto por los montos asociados a fertilizantes, enmiendas, nematicida, además contempla los costos asociados al control de la sigatoka y control de enfermedades. A continuación, se muestra el detalle del costo anual de una plantación de 60 ha.

**Tabla 4.** Costo anual de la plantación

Rubro	Colones
Fertilizante y enmiendas	28.080.000,00
Nematicida	9.270.000,00
Ayudante largo dedo	1.621.350,00
Herbicida paraquat	421.500,00
Ayudante enraizador	227.100,00
Bolsas rollo	4.800.000,00
Cintas marcadoras	600.000,00
Control sigatoka	28.273.500,00
Control enfermedades	6.600.000,00
Otros insumos	3.000.000,00
<b>Total costo plantación anual</b>	<b>¢82.893.450,00</b>

Fuente: Procomer, 2025.

### 3.3. COSTO MANO DE OBRA

En la siguiente tabla se observan los costos asociados a salarios fijos donde se contemplan las cargas sociales las cuales incluyen: aguinaldo, vacaciones, prestaciones, riesgos laborales, cuota obrero-patronal.

**Tabla 5.** Costo de mano de obra

Rubro	Colones
Administrador general	9.240.000,00
Supervisores	14.580.000,00
Peón agrícola (equipo agrícola)	7.488.000,00
Peones agrícolas	31.104.000,00
Operarios planta empaque	17.280.000,00
Subtotal mano de obra	79.692.000,00
<i>Cargas sociales estimadas</i>	39.846.000,00
<b>Total mano de obra</b>	<b>¢119.538.000,00</b>

Fuente: Procomer, 2025.

### 3.4. FLUJO DE CAJA

A continuación, se presenta el flujo de caja proyectado para el modelo analizado en un horizonte de evaluación de 10 años.

**Tabla SEQ Tabla \\* ARABIC 6.** Flujo de caja del proyecto.

FLUJO DE CAJA PROYECTADO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INGRESOS OPERATIVOS</b>											
Ventas en efectivo	0	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120	529 539 120
Compras en efectivo	0	84 551 319	86 242 345	87 967 192	89 726 536	91 521 067	93 351 488	95 218 518	97 122 888	99 065 346	101 046 653
Salarios	0	121 928 760	124 367 335	126 854 682	129 391 776	131 979 611	134 619 203	137 311 587	140 057 819	142 858 975	145 716 155
Servicios	0	2 142 000	2 184 840	2 228 537	2 273 108	2 318 570	2 364 941	2 412 240	2 460 485	2 509 694	2 559 888
Total costos operativos	0	208 622 079	212 794 521	212 794 521	221 391 419	225 819 248	230 335 633	234 942 345	239 641 192	244 434 016	249 322 696
Flujo operativo	0	320 917 041	316 744 599	316 744 599	308 147 701	303 719 872	299 203 487	294 596 775	289 897 928	285 105 104	280 216 424
<b>INGRESOS FINANCIEROS</b>											
Aportaciones	105 113 330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Préstamo bancario	245 264 436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total ingresos financieros	350 377 765	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EGRESOS FINANCIEROS</b>											
Inversiones activos fijos	350 377 765	18 000 000	151 283 600	18 000 000	151 283 600	34 640 000	151 283 600	18 000 000	151 283 600	18 000 000	167 923 600
Intereses	0	29 431 732	27 754 590	25 876 190	23 772 382	21 416 117	18 777 101	15 821 403	12 511 020	8 803 392	4 650 849
Pago de préstamo	0	13 976 189	15 653 332	17 531 731	19 635 539	21 991 804	24 630 820	27 586 519	30 896 901	34 604 529	38 757 072
Pago dividendos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago impuesto sobre la	0	65 755 167	65 006 577	64 293 330	63 622 170	63 000 701	62 437 490	61 942 186	61 525 647	61 200 088	60 979 247
Total egresos financieros	350 377 765	127 163 088	259 698 099	125 701 251	258 313 691	141 048 622	257 129 012	123 350 107	256 217 168	122 608 009	272 310 768
Flujo financiero	0	-127 163 088	-259 698 099	-125 701 251	-258 313 691	-141 048 622	-257 129 012	-123 350 107	-256 217 168	-122 608 009	-272 310 768
Flujo efectivo del periodo	0	193 753 953	57 046 501	186 787 458	49 834 009	162 671 250	42 074 476	171 246 667	33 680 760	162 497 095	7 905 656
Flujo de efectivo acumulado	0	193 753 953	250 800 453	437 587 911	487 421 921	650 093 171	692 167 647	863 414 314	897 095 074	1 059 592 169	1 067 497 824

Fuente: PROCOMER, 2025.

### 3.5. INDICADORES FINANCIEROS

Después de recuperar la inversión inicial y la tasa mínima requerida, genera una ganancia neta a valor presente de ₡1.876.983.035. El TIR es de 77%, lo que está por encima de la tasa mínima requerida que para este caso es de 12%.

**Tabla7.** Indicadores VAN y TIR

Rentabilidad del Proyecto	
VAN	₡1.876.983.035.
TIR	77%
PRI	3 años

Fuente: Procomer, 2025.

#### 4. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL MODELO DE 35 HA

Para la elaboración del modelo se consideró fuentes de información primaria y secundaria. Entre las fuentes de información primaria se consultó a expertos en el manejo de musáceas, con amplia trayectoria en el cultivo de plátano, además se documentó información de productores de la zona Huetar Atlántica. Con relación a las fuentes secundarias, se realizó una la revisión de literatura y búsqueda de información en bases de datos nacionales, con el fin de recolectar tanto información teórica como cuantitativa respecto al manejo técnico recomendado en las zonas productoras.

Es importante considerar los siguientes aspectos para la comprensión de la formulación del modelo:

1. El material de siembra utilizado proviene de meristemos *in vitro*.
2. La primera cosecha de este cultivo se realiza aproximadamente en el mes 10.
3. Se considera un ciclo productivo de una sola cosecha.
4. Los costos corresponden a una plantación con un manejo agronómico convencional que asegure altos rendimientos.
5. En relación con la variable mano de obra, la unidad de medida que se utilizó fue el jornal debido a que es lo más común entre los productores, considerando un promedio de 0,76 jornales/ha
6. Al costo de mano de obra se le suma un 50% correspondiente a cargas sociales.
7. Los escenarios detallados a continuación asumen que el productor siembra 3000 plantas por hectárea, cuyo rendimiento promedio es de 2760 racimos por hectárea, con un rendimiento de parición neto del 92%.
8. El análisis financiero se realizó mediante flujos de caja para escenarios con financiamiento.
9. El cálculo de los flujos de caja se realizó con el programa Microsoft Office Excel.
10. Se realizó el cálculo de intereses por el método de interés simple.
11. Se definió un tipo de cambio fijo, fijando el valor del dólar en \$515.
12. Se determinó una tasa de interés del 12% anual.
13. La tasa de interés utilizada para el análisis financiero se basa en la Tasa Básica Pasiva (TBP) más una tasa cobrada por los entes financieros afiliados al sistema, que podría ir desde el 6% hasta el 8%. Por lo que se fijó una tasa de interés para financiamiento de 12% (donde 4.06% correspondía a la TBP más un 7,94% debido a la tasa cobrada por las financieras).
14. Para el cálculo de los impuestos sobre renta se utilizó la metodología estipula por el Ministerio de Hacienda para el año 2025, definido en un 30%.
15. El horizonte de evaluación es de 10 años.
16. El costo capital se estableció en un 12%, equiparándolo con la tasa de interés.
17. Los precios considerados en el análisis corresponden a cajas destinadas a exportación y para venta local. El 80% de la producción tiene como destino mercados internacionales y el restante 20% para venta local.
18. El precio de venta por caja de 23kg para exportación asciende a USD \$15,5 mientras que la caja para venta local es de ₡3.600, el precio de la caja es

- puesto en finca y no se consideran los materiales de empaque.
19. Se considera un ratio de 0,45
  20. El modelo considera la siembra de 35 ha, de manera que se asegura entre 0,5 a 1 contenedor de exportación por semana.
  21. Se estiman 1260 cajas por hectárea de 23kg cada una.
  22. El total de cajas producidas por las 35 hectáreas asciende a 44.170 anuales.
  23. El modelo contempla un aporte de capital social de 30%.

#### 4.1. INVERSIÓN INICIAL

Para dar inicio al proyecto se requiere una inversión inicial de ₡210.815.363,03 el cual contempla alquiler de terreno, herramientas y equipos, gastos preliminares, construcciones. Además, se incluye los costos asociados al establecimiento de la plantación, mano de obra, capital de trabajo, entre otros. A continuación, se muestra el detalle de cada uno de los rubros anteriores.

**Tabla 9.** Costo de inversión inicial

Rubro	Colones
Alquiler de terreno	10.500.000,00
Herramientas y equipos	15.400.000,00
Preliminares	10.162.448,93
Obras y construcciones	51.366.513,43
Plantación	120.336.766,67
Imprevistos	3.049.634,00
<b>Total de la inversión</b>	<b>₡210.815.363.03</b>

Fuente: Procomer, 2025.

**Tabla 10.** Costo de establecimiento de la plantación año 0

Rubro	Colones
Mano de obra	42.588.000,00
Alquiler del terreno	10.500.000,00
Semillas meristemos	54.075.000,00
Insumos	22.165.850,00
Servicios	306.250,00
Riego	1.201.666,67
<b>Total establecimiento plantación</b>	<b>₡130.836.766,67</b>

Fuente: Procomer, 2025.

En la tabla 11 se encuentra el desglose completo de los costos para el establecimiento de la plantación, donde se especifican los rubros de mano de obra, material de siembra, insumos y servicios.

**Tabla 11.** Costo de obras y construcciones

Rubro	Colones
Instalaciones planta empacadora	14.500.000,00
Caminos	8.750.000,00
Cable vía	17.964.847,00
Pozo	1.201.666,67
Mantenimiento red de drenajes	9.450.000,00
<b>Total Obras y construcciones</b>	<b>¢51.366.513,43</b>

Fuente: Procomer, 2025.

## 4.2. COSTO ANUAL DE LA PLANTACIÓN

El costo anual de la plantación está compuesto por los montos asociados a fertilizantes, enmiendas, nematicida, además contempla los costos asociados al control de la sigatoka y control de enfermedades. A continuación, se muestra el detalle del costo anual de una plantación de 35 ha.

**Tabla 12.** Costo anual de la plantación

Rubro	Colones
Fertilizante y enmiendas	16.380.000,00
Nematicida	5.407.500,00
Ayudante largo dedo	945.787,50
Herbicida paraquat	245.875,00
Ayudante enraizador	132.475,00
Bolsas rollo	2.800.000,00
Cintas marcadoras	350.000,00
Control sigatoka	16.492.875,00
Control enfermedades	3.850.000,00
Otros insumos	1.750.000,00
<b>Total costo plantación anual</b>	<b>¢48.354.512,50</b>

Fuente: Procomer, 2025.

### 4.3. COSTO MANO DE OBRA

En la siguiente tabla se observan los costos asociados a salarios fijos donde se contemplan las cargas sociales las cuales incluyen: aguinaldo, vacaciones, prestaciones, riesgos laborales, cuota obrero-patronal.

**Tabla 12.** Costo de mano de obra.

Rubro	Colones
Administrador general	9.240.000,00
Supervisores	4.860.000,00
Peón agrícola (equipo agrícola)	1.872.000,00
Peones agrícolas	17.280.000,00
Operarios planta empaque	6.912.000,00
Subtotal mano de obra	40.164.000,00
Cargas sociales estimadas	20.082.000,00
<b>Total mano de obra</b>	<b>¢60.246.000,00</b>

Fuente: Procomer, 2025.

#### 4.4. FLUJO DE CAJA

A continuación, se presenta el flujo de caja proyectado para el modelo analizado en un horizonte de evaluación de 10 años.

**Tabla SEQ Tabla \\* ARABIC 14.** Flujo de caja del proyecto

FLUJO DE CAJA PROYECTADO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INGRESOS OPERATIVOS</b>											
Ventas en efectivo	0	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820	308 897 820
Compras en efectivo	0	49 321 603	50 308 035	51 314 196	52 340 479	53 387 289	54 455 035	55 544 135	56 655 018	57 788 119	58 943 881
Salarios	0	61 450 920	62 679 938	63 933 537	65 212 208	66 516 452	67 846 781	69 203 717	70 587 791	71 999 547	73 439 538
Servicios	0	1 249 500	1 274 490	1 299 980	1 325 979	1 352 499	1 379 549	1 407 140	1 435 283	1 463 988	1 493 268
Total costos operativos	0	112 022 023	114 262 463	116 547 712	118 878 667	121 256 240	123 681 565	126 154 992	128 678 092	131 251 654	133 876 687
Flujo operativo	0	196 875 797	194 635 357	192 350 108	190 019 153	187 641 580	185 216 455	182 742 828	180 219 728	177 646 166	175 021 133
<b>INGRESOS FINANCIEROS</b>											
Aportaciones	63 244 609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Préstamo bancario	147 570 754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total ingresos financieros	210 815 363	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EGRESOS FINANCIEROS</b>											
Inversiones activos fijos	210 815 363	10 500 000	88 248 767	10 500 000	88 248 767	25 900 000	88 248 767	10 500 000	88 248 767	10 500 000	103 648 767
Intereses	0	17 708 490	16 699 387	15 569 191	14 303 372	12 885 654	11 297 810	9 519 425	7 527 633	5 296 827	2 798 324
Pago de préstamo	0	8 409 196	9 418 300	10 548 496	11 814 315	13 232 033	14 819 877	16 598 262	18 590 053	20 820 860	23 319 363
Pago dividendos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago impuesto sobre la	0	40 655 844	40 286 443	39 939 927	39 620 386	39 332 430	39 081 245	38 872 673	38 713 280	38 610 454	38 572 495
Total egresos financieros	210 815 363	77 273 530	154 652 896	76 557 613	153 986 840	91 350 116	153 447 699	75 490 359	153 079 734	75 228 140	168 338 948
Flujo financiero	0	-77 273 530	-154 652 896	-76 557 613	-153 986 840	-91 350 116	-153 447 699	-75 490 359	-153 079 734	-75 228 140	-168 338 948
Flujo efectivo del periodo	0	119 602 267	39 982 461	115 792 494	36 032 314	96 291 464	31 768 756	107 252 468	27 139 994	102 418 026	6 682 185
Flujo de efectivo acumulado	0	119 602 267	159 584 728	275 377 222	311 409 536	407 700 999	439 469 756	546 722 224	573 862 219	676 280 245	682 962 430

#### 8.6 VAN Y TIR

Después de recuperar la inversión inicial y la tasa mínima requerida, genera una ganancia neta a valor presente de ₡1.153.629.573,00.

El TIR es de 78,99%, lo que está por encima de la tasa mínima requerida que para este caso es de 12%.

**Tabla 15.** Indicadores VAN y TIR

Rentabilidad del Proyecto	
VAN	₡794 295 330,00.
TIR	50,43%
PRI	4 años

Fuente: Procomer, 2025.

## 9. GENERALIDADES DE LA LÍNEA DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO

La línea de financiamiento contempla el crédito del 70% de los costos iniciales de los rubros de (i) insumos, materiales (ii) labores requeridas para las actividades de siembra, mantenimiento del cultivo y cosecha, (iii) obras y construcciones acorde a las necesidades del ciclo productivo.

Además, este modelo se formula bajo las siguientes consideraciones y supuestos:

**Perfil del beneficiario:** medianos y grandes productores que cultivan plátano. Estos beneficiarios pueden ser individuales o formar parte de asociaciones de productores independientes. Medianos y grandes productores con experiencia en agricultura. Estos beneficiarios pueden ser individuales o formar parte de asociaciones de productores independientes. Industrializadores vinculados al sector agroindustrial.

**Uso final de los recursos:** los recursos pueden ser utilizados como capital de inversión (inversiones permanentes) o para operación (de carácter no permanente), producto del establecimiento y desarrollo de actividades de siembra o renovación de platanales.

**Horizonte del proyecto:** para el análisis se consideró un horizonte de proyecto de hasta 10 años.

**Producción:** El cultivo de plátano presenta una tasa de parición del 92%, lo que resulta en una producción estimada de 2760 racimos por hectárea. De estos, se obtienen 1242 cajas, de las cuales el 70% cumplen con los estándares de calidad para exportación. Las cajas restantes, que no cumplen con los requisitos para exportación, se destinan al consumo interno como producto fresco o para la agroindustria.

Estos niveles de producción son posibles de alcanzar si los productores cuentan en la finca con material de siembra provenientes de meristemas y realizan un manejo de adecuado del cultivo que contemple la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

**Ingresos:** el precio unitario por caja de exportación de plátano es de \$14,5 por caja. Por otro lado, las cajas colocadas en el mercado nacional se venden a 3.600,00 colones cada una, lo que diversifica las fuentes de ingreso y maximiza el valor de la producción.

**Tabla 16.** Condiciones de financiamiento recomendadas para el cultivo de plátano

<b>Perfil del beneficiario</b>	Medianos y grandes productores que cultivan plátano. Estos beneficiarios pueden ser individuales o formar parte de asociaciones de productores independientes. Medianos y grandes productores con experiencia en agricultura. Estos beneficiarios pueden ser individuales o formar parte de asociaciones de productores independientes. Industrializadores vinculados al sector agroindustrial.	
<b>Rubro</b>	<b>Condición de financiamiento</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Plazo</b>	Hasta 120 meses (10 años)	Se recomienda manejar un plazo de hasta 10 años de forma tal que, el productor alcance flujos de efectivo positivos cada año que le permitan flexibilidad para manejar imprevistos y contingencias que puedan presentarse en el desarrollo de la actividad.
<b>Periodo de gracia</b>	Hasta 12 meses (1 año)	Se recomienda un periodo de gracia en intereses y al principal de hasta 1 año, en consistencia con el inicio del proceso de cosecha del racimo el plazo requerido para que el platanal alcance un nivel de rendimiento adecuado para soportar los flujos operativos y para hacer frente a los costos operativos del cultivo.
<b>Tasa de interés</b>	En función de los requisitos internos del Operador Financiero.	El modelo plantea una tasa de interés fija al 12% durante todo el plazo del crédito.
<b>Amortización</b>	Ajustada al Ciclo/Rendimiento de los cultivos.	De conformidad con el ciclo productivo.
<b>Cuotas</b>	Cuotas mensuales a partir del año 1.	Se recomiendan el pago de cuotas mensuales, acorde al ciclo productivo.
<b>Garantía</b>	La que defina el operador financiero.	Puede ser fiduciaria, hipotecaria, mobiliaria, entre otros.
<b>Línea de crédito</b>	<p>La línea de crédito propuesta comprende las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades de siembra inicial o plantaciones nuevas</li> <li>- Actividades de renovación / resiembra</li> <li>- Adquisición de material vegetal</li> <li>- Insumos agrícolas.</li> <li>- Maquinaria y equipo agrícola para actividades de establecimiento, renovación, mantenimiento o cosecha de plantaciones.</li> <li>- Productiva o para cosecha.</li> <li>- Líneas de capital de trabajo.</li> <li>- Programas de registro y contabilidad.</li> </ul>	<p>Los recursos pueden ser utilizados como capital de inversión (inversiones permanentes) o para operación (de carácter no permanente), producto del establecimiento y desarrollo de actividades de siembra y resiembra que implemente el solicitante, lo cual deberá ser descrito y debidamente justificado en el plan de inversión objeto del crédito.</p> <p>Tener presente que el modelo no realiza la evaluación de compra de terrenos para implementar la actividad, por lo tanto, no se recomienda el financiamiento de adquisición de bienes inmuebles para tales efectos.</p> <p>El modelo incorpora gastos asociados al alquiler de tierra.</p>
<b>Costos de transacción</b>	La indicada por el operador financiero.	
<b>Tipo de crédito</b>	Operación única o línea de crédito.	