



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Plátano Hartón (*Musa* AAB Simmonds)

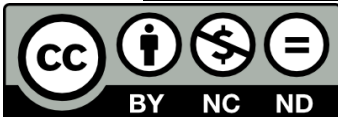
**Municipio de Zona Bananera
Departamento de Magdalena**



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Septiembre de 2016

Este documento presenta información obtenida durante el desarrollo del proyecto MAPA. Se exponen resultados correspondientes al componente 1, *Reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios a los eventos climáticos extremos, mediante herramientas que permitan tomar decisiones adecuadas para el manejo del riesgo agroclimático*, y al componente 2, *Desarrollo de sistemas de producción resilientes a los impactos de eventos climáticos extremos (inundaciones, sequías y heladas)*.

Los contenidos del texto se distribuyen mediante los términos de la licencia Creative Commons Atribución – No comercial – Sin Derivar



La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	Función en el proyecto
Elías David Flórez	Profesional de apoyo a la investigación
Luis Felipe Castelblanco Rivera	Profesional de apoyo a la investigación
Cesar Elías Baquero Maestre	Investigador Máster
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D.
Sara Bernal	Profesional de apoyo a la investigación
Gonzalo Rodríguez	Investigador Máster



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Fondo Adaptación por contribuir a la financiación del proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-MAPA.

Al productor, por haber dispuesto su predio para la validación de las opciones tecnológicas presentadas, por su disposición, compromiso y dedicación para el desarrollo de la parcela de integración.

A los asistentes técnicos, que aportaron sus conocimientos locales.

A todos los integrantes del proyecto MAPA del C. I. Caribia, que participaron en las actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

A los integrantes del Plan de Manejo Agroclimático Integrado del proyecto MAPA, quienes realizaron aportes conceptuales para la construcción.

Finalmente, a todas aquellas personas que participaron en las diferentes actividades del proyecto MAPA.



TABLA DE CONTENIDO

Índice de figuras	VII
Índice de tablas	IX
Introducción	1
Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano en Zona Bananera (Magdalena)	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Zona Bananera	4
Exposición del sistema productivo de plátano Hartón a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Zona Bananera	9
Zonas del municipio de Zona Bananera en las cuales el sistema productivo de plátano tendría un mayor o menor riesgo	17
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	22
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón ante condiciones hídricas restrictivas en el suelo, en el municipio de Zona Bananera (Magdalena)	23
a) Manejo integrado de Sigatoka	25
b) Plan integrado de fertilización	26
Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas	29
Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón en Zona Bananera (Magdalena) para disminuir la vulnerabilidad del sistema a déficit hídrico en el suelo	31



Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera (Magdalena)	40
Dominio de recomendación.....	40
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos	40
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en el municipio de Zona Bananera	41
Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio	43
Referencias.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera (Magdalena), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo	3
Figura 2. Mapas de zonificación según variables biofísicas del municipio de Zona Bananera, Magdalena	5
Figura 3. Comparación de la precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en Zona Bananera (periodo 1991-2010)	6
Figura 4 Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona bananera bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en las ventanas de análisis Agosto – Noviembre y Diciembre- Marzo	16
Figura 6 Aptitud agroclimática del municipio de Zona Bananera para el sistema productivo de plátano Hartón bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico (agosto – Noviembre y Diciembre - Marzo)	20
Figura 7. Balance hídrico atmosférico, para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera (Magdalena) entre los meses de mayo de 2015 y junio de 2016.	23
Figura 8. Balance hídrico agrícola, para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera (Magdalena) entre los meses de mayo de 2015 y junio de 2016.	24
Figura 9. Prácticas culturales realce (a), despunte (b), deslamine (c) y deshoje (d).	26

Figura 10. Fertilización parcela de integración de plátano Hartón, pesaje del fertilizante (a), incorporación del fertilizante (b), municipio de Zona Bananera.	29
Figura 11. Plantas de plátano Hartón en floración con la implementación de las OT (a) y con manejo tradicional (b).	30
Figura 12. Cosecha de plátano, pesaje de racimo (a) y empacado de la fruta para la venta (b), parcela de integración, Zona bananera.	31
Figura 13. Sistema de apuntalamiento con tutor con caña de guadua (a) y amarre con cuerda de propileno (b), Zona bananera.....	35
Figura 14. Flujo de aire en una barrera rompeviento.	36
Figura 15. Diseño de la barrera rompeviento para el sistema productivo de plátano.	37
Figura 16. Barrera rompe viento interna establecida con matarratón. Parcela de integración del sistema productivo de plátano. Municipio de Acandí (Chocó).	38
Figura 17. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio uno.	44
Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio dos.....	46
Figura 19. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.	48
Figura 20. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.	50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Zona Bananera durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011	8
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Zona Bananera durante los eventos El La Niña en el periodo 1980-2011	8
Tabla 3. Calendario fenológico para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera	12
Tabla 4. Plan de fertilización para el sistema productivo de plátano Hartón, municipio de Zona Bananera	28
Tabla 5. <i>Efecto del manejo de Sigatoka sobre el número hojas funcionales a floración (NHFlor) y a cosecha (NHFc)</i>	30
Tabla 6. Relación barrera cultivo y su efecto en la protección contra el viento	39
Tabla 7. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de plátano de Zona Bananera (Magdalena)	42



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, construido como concepto novedoso por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA), contiene herramientas de referencia que sustentan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos, y contribuir a la reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escalas locales, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre el sistema productivo.

A partir de este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial y temporal de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción en 69 municipios de 18 departamentos del país. En este sentido, se desarrollaron parcelas de integración para cada uno de los 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con productores, e integrar experiencias y conocimientos de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo en escenarios locales. Para el departamento de Magdalena fue priorizado por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten a asistentes técnicos, productores y tomadores de decisiones a escala municipal, orientar la planificación de acciones para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón a condiciones de déficit hídrico en el suelo, en el municipio de Zona Bananera, en el departamento de Magdalena.



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón (*Musa AAB*) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Zona Bananera (Magdalena), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de Zona Bananera, para la toma de decisiones en el sistema productivo de plátano Hartón en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Zona Bananera.
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano en Zona Bananera (Magdalena)

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos o limitantes) y la vulnerabilidad del sistema productivo definida por su exposición y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico. En la figura 1, se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la sensibilidad del sistema productivo de plátano. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo de plátano frente a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, se presentan opciones tecnológicas para la prevención y adaptación que ingresan a un proceso de implementación en el sistema productivo, de acuerdo a las características socioeconómicas y técnicas de los productores locales.

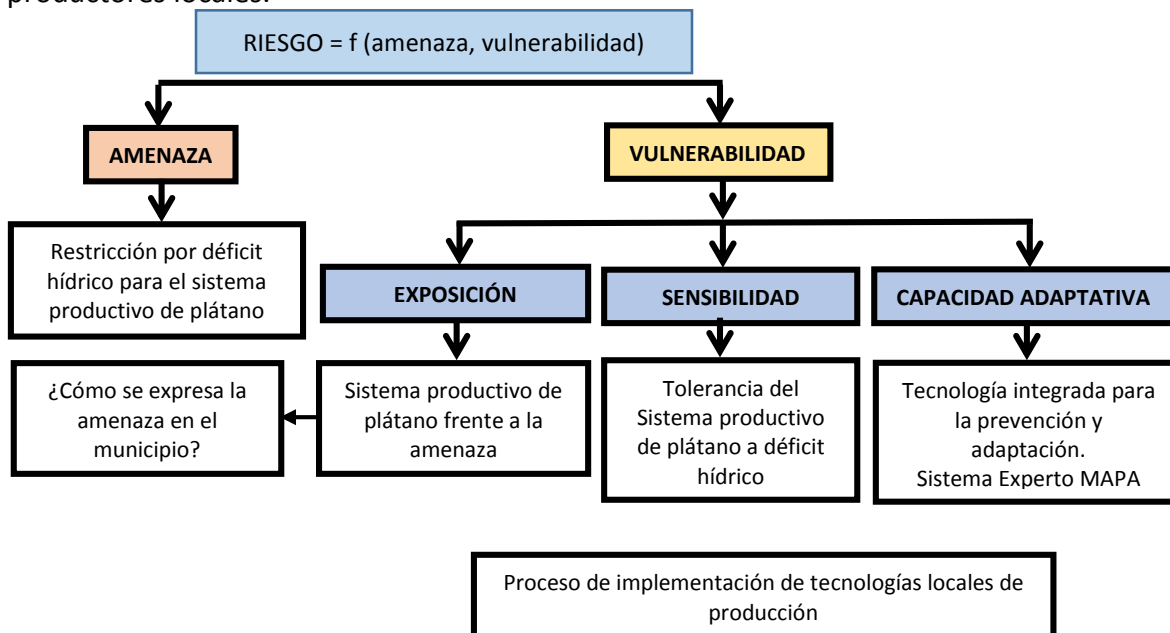


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.

Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio

A escala departamental, es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por variables biofísicas (subzonas hidrográficas), y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, y distribución de la evapotranspiración [ET₀]).

A escala municipal, las amenazas se pueden analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, altitud, paisaje) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración (ET₀), distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperatura, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

Para mayor información sobre el riesgo agroclimático a escala departamental y municipal, consulte el sistema experto (SE)-MAPA

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Zona Bananera

Para analizar las amenazas derivadas de la variabilidad climática, lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen a algunas zonas o sectores del municipio más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y paisaje, entre otras variables, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequía extrema, temperaturas altas y bajas que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios.

El municipio de Zona Bananera presenta susceptibilidad a inundación debido a que predomina el paisaje de planicie (73 %) y piedemonte (17 %), está influenciado por la ciénaga grande de Santa Marta. El 99,5 % del área se encuentra entre 0 y 500 msnm y el área restante entre 500 y 1.000 msnm. En cuanto al uso de la tierra, el municipio no presenta área de reglamentación especial y tiene un 44 % del área con capacidad de uso agropecuario, 37 % para agroforestería, 0,62 % para sistemas agroforestales con cultivos

semiperennes o perennes, y el área restante tiene capacidad de uso para conservación o forestal (Figura 2).

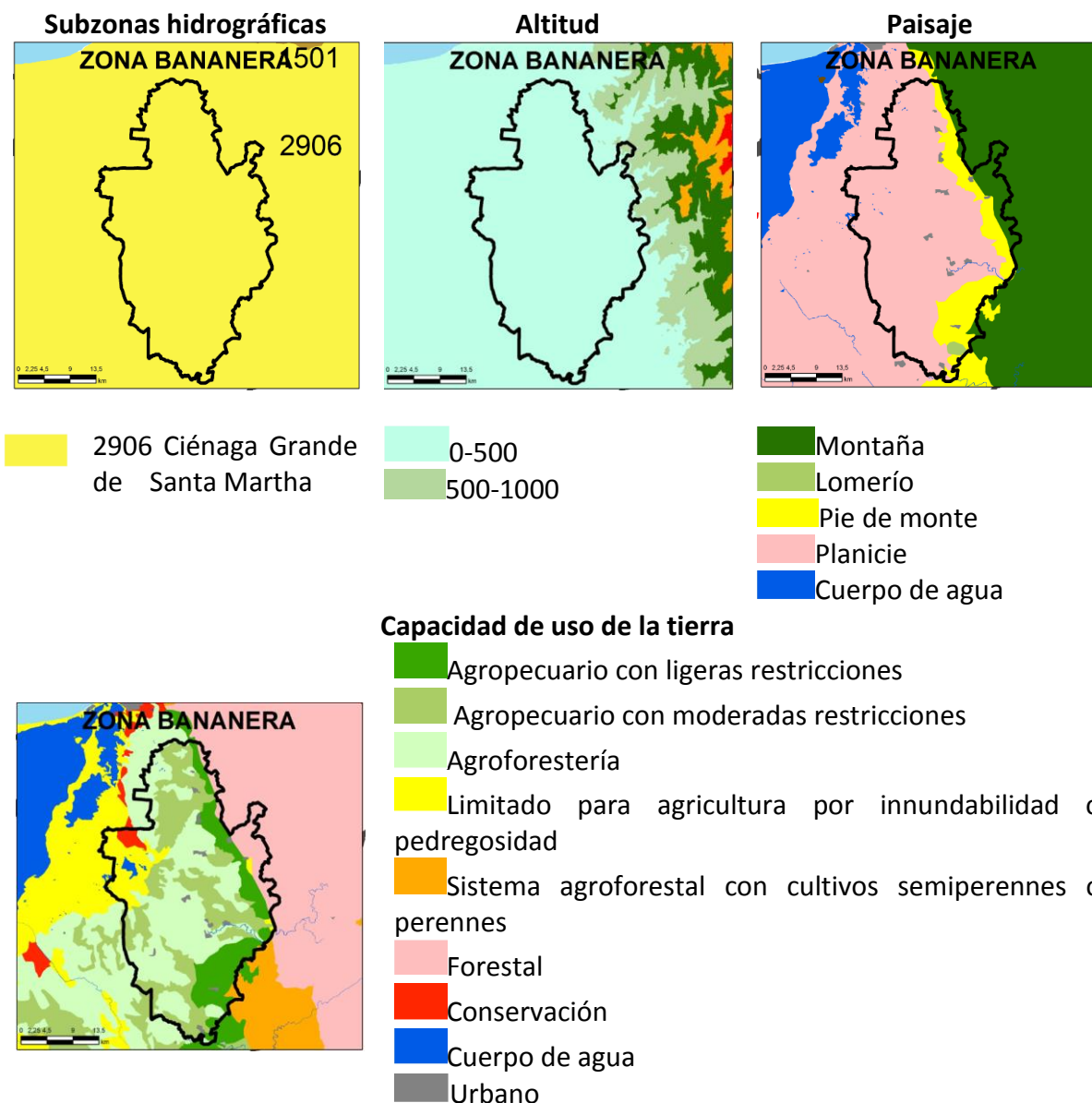


Figura 2. Mapas de zonificación según variables biofísicas del municipio de Zona Bananera, Magdalena Fuente: Corpoica (2015a).

También es importante revisar los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2010), con lo cual es posible analizar el impacto de la variabilidad climática sobre la precipitación en eventos pasados, y así conocer los rangos en los cuales esta variable puede cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para el análisis climático del municipio de Zona Bananera, se destacan:

Precipitación: En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Zona Bananera; la línea verde representa la precipitación promedio y las barras rojas y azules los eventos de variabilidad asociados a ENSO: El Niño (1991) y La Niña (2010), respectivamente. En la gráfica es posible observar que el efecto de un fenómeno de variabilidad asociado a ENSO, el cual en ambos casos es más evidente en la temporada de lluvias (segundo semestre), siendo crítico durante el evento El Niño del año 1991, la disminución de las lluvias entre mayo y noviembre, ya que se espera normalmente en esta temporada las mayores precipitaciones y van a estar precedidas por la temporada seca de diciembre a abril.

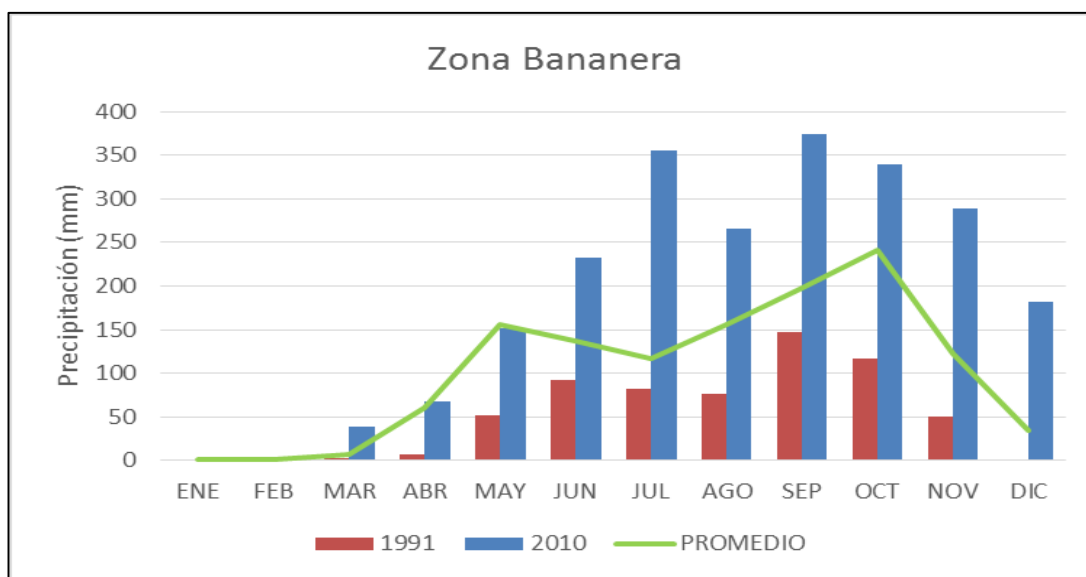


Figura 3. Comparación de la precipitación en años extremos respecto al promedio multianual en Zona Bananera (periodo 1991-2010) Fuente: Corpoica (2015a).

Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y Anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña: Permiten determinar cuán fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer cómo afectan dichos cambios se debe revisar:

- El valor de la anomalía indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación con respecto al promedio multianual.
- El valor del ONI¹: el cual indica qué tan fuerte fue El Niño ($> 0,5$) o La Niña ($< 0,5$).

Los valores ONI son útiles para visualizar las alertas de ocurrencia de este tipo de fenómenos. Este es calculado con base en un promedio trimestral móvil de la variación de la temperatura, en °C, del océano pacífico (5 °N -5 °S, 120-170 °O).

Las tabla 1 y Tabla 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos ENSO en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno, ya que con esto es posible prever su duración y efecto sobre la precipitación. En estas tablas también se muestran los periodos de duración de los eventos, lo cual es un indicativo para planificación mediante el cual se puede prever y realizar prácticas preventivas a distintas escalas temporales.

En el municipio Zona Bananera (Magdalena) durante un evento El Niño, la mayor anomalía se presentó con una reducción del 34 % de la precipitación en el periodo de julio de 2009 a abril de 2010, con un máximo valor del ONI de 1,8. La mayor duración de un evento El Niño fue de 19 meses (agosto de 1986 a febrero de 1988) con una anomalía de -14 % en las precipitaciones y un máximo valor ONI de 1,6 (Tabla 2).

¹ El ONI expresa la magnitud de aumento o disminución de la temperatura promedio de la superficie Océano Pacífico ecuatorial. Cuando la variación supera valores de $+0,5$ °C se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a $-0,5$ °C es un evento La Niña, durante por lo menos cinco meses consecutivos para ambos casos. Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Zona Bananera durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011

Periodo	May. 1982- Jun. 1983	Ago. 1986- Feb. 1988	May. 1991- Jun. 1992	May. 1994- Mar. 1995	May. 1997- May. 1998	May. 2002- Mar. 2003	Jun. 2004- Feb. 2005	Ago. 2006- Ene. 2007	Jul. 2009- Abr. 2010
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo valor ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-28 %	-14 %	-31 %	-22 %	-21 %	-10 %	-6 %	-1 %	-34 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Durante un evento La Niña, la mayor anomalía presentada fue un aumento del 97 % de la precipitación durante julio de 2010 y abril de 2011, con un máximo valor ONI de -1,4. La mayor duración fue de 24 meses (julio de 1998 a febrero de 2001), con una anomalía de 36 % en la precipitación y un máximo valor ONI de -1,6 (Tabla 2).

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Zona Bananera durante los eventos El La Niña en el periodo 1980-2011

Periodo	Oct. 1984- Sep. 1985	May. 1988- May. 1989	Sep. 1995- Mar. 1996	Jul. 1998- Jun. 2000	Oct. 2000- Feb. 2001	Sep. 2007- May. 2008	Jul. 2010- Abr. 2011
Duración (meses)	12	13	7	24	5	9	10
Mínimo Valor ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	-18 %	35 %	2 %	36 %	-23 %	40 %	97 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas: Con la cartografía temática del proyecto MAPA usted podrá identificar áreas del municipio más susceptibles a exceso hídrico bajo eventos La Niña, a déficit hídrico en eventos El Niño, a inundación 2010 – 2011, susceptibilidad biofísica a inundación y áreas afectadas regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión) o de sequía (contracción) de cuerpos de agua.

Se debe considerar que la temperatura de superficie del Océano Pacífico no es el único factor que modula el clima, por lo cual, es importante tener en cuenta otros factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y las distintas corrientes oceánicas.

Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas consultar el SE-MAPA

Exposición del sistema productivo de plátano Hartón a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Zona Bananera

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por características de suelo y por la variabilidad climática. Esta exposición del sistema productivo varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio.

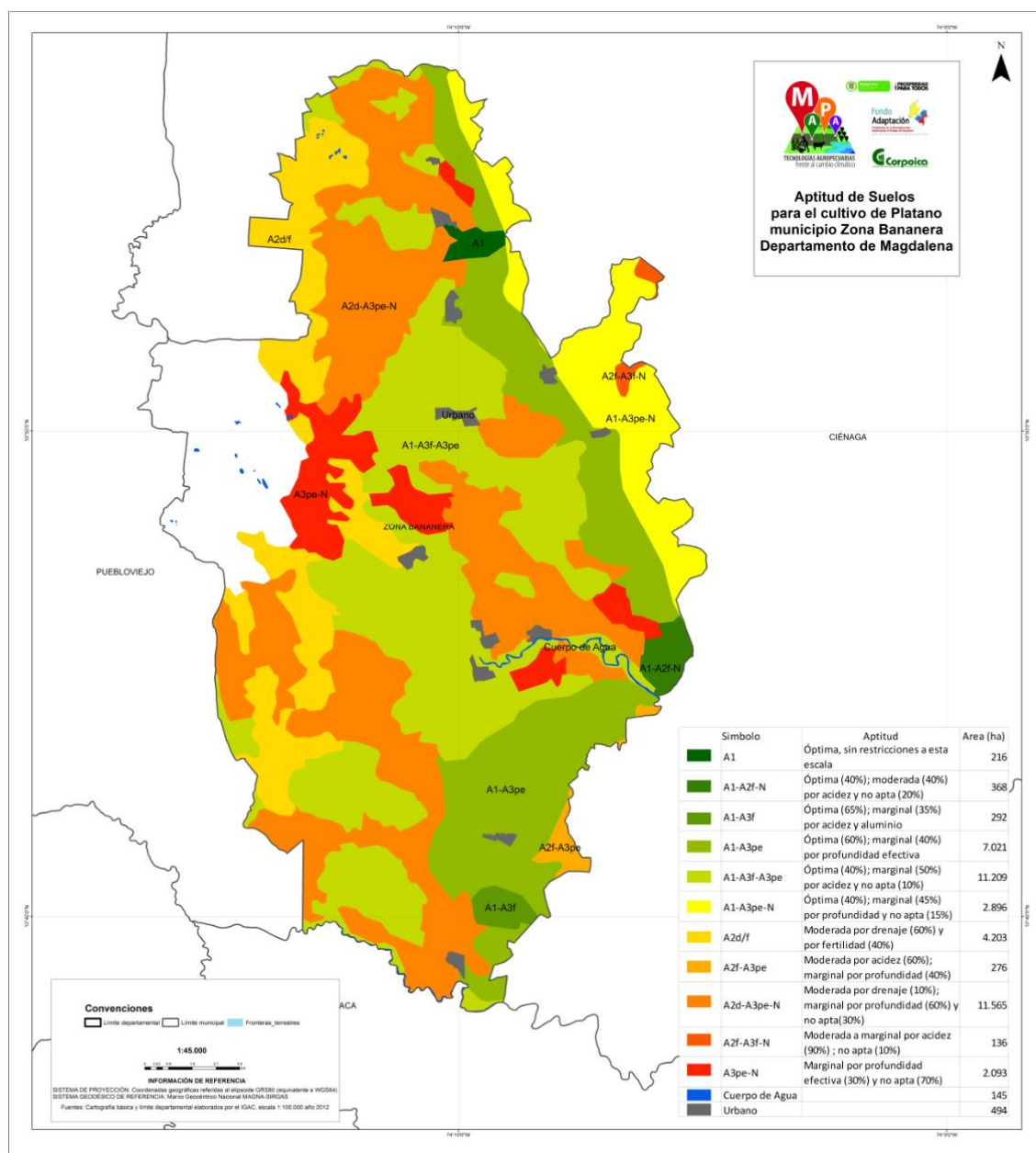
Para evaluar la exposición se debe identificar:

a. Las limitaciones de los suelos: Se presentan en el mapa de aptitud de suelos. Se debe tener en cuenta que algunas limitaciones pueden manejarse con relativa facilidad (con aplicación de enmiendas y fertilizantes); mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas) (Figura 4). **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Es importante tener en cuenta que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

Para tener en cuenta: para el establecimiento de plátano en el municipio de Zona Bananera, el 10 % de los suelos no presenta información, por lo cual, se evaluó cerca del 90 %. De estos, el 40 % presentan condiciones adecuadas para el establecimiento de plátano, con aptitud óptima “A1” con restricciones se encuentra el 15 % (6.680 ha aproximadamente) y con aptitud moderada “A2” condicionados a manejo por acidez o drenaje el 24 % (10.650 ha).

Los suelos con aptitud marginal “A3” se restringen para el cultivo por presentar acidez extrema y altos contenidos de aluminio; el área de ocupación en el municipio es de 33 %

(14.750 ha). Los suelos no aptos se restringen principalmente por profundidad efectiva muy superficial y niveles freáticos altos (18 % del municipio, 7980 ha aproximadamente).














	Símbolo	Aptitud	Área (ha)
	A1	Óptima, sin restricciones a esta escala	216
	A1-A3f	Óptima (65 %); marginal (35 %) por acidez y aluminio	292
	A1-A3pe	Óptima (60 %); marginal (40 %) por profundidad efectiva	7021
	A1-A2f-N	Óptima (40 %); moderada (40 %) por acidez y no apta (20 %)	368
	A1-A3f-A3pe	Óptima (40 %); marginal (50 %) por acidez y no apta (10 %)	11209
	A1-A3pe-N	Óptima (40 %); marginal (45 %) por profundidad y no apta (15 %)	2896
	A2d/f	Moderada por drenaje (60 %) y por fertilidad (40 %)	4203
	A2f-A3pe	Moderada por acidez (60 %); marginal por profundidad (40 %)	276
	A2f-A3-N	Moderada a marginal por acidez (90 %); no apta (10 %)	136
	A2d-A3pe-N	Moderada por drenaje (10 %); marginal por profundidad (60 %) y no apta (30 %)	11565
	A3pe-N	Marginal por profundidad efectiva (30 %) y no apta (70 %)	2093

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera. Fuente: Corpoica (2015b).

- b. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico para el sistema productivo de plátano:** en los mapas de escenarios agroclimáticos para el sistema productivo, con base en el cálculo del índice de Palmer (1965) se establecieron las probabilidades de ocurrencia de déficit hídrico. Las ventanas de análisis del cultivo de plátano se establecieron teniendo en cuenta el calendario fenológico local, y los cuatrimestres agrícolas con mayor (agosto a noviembre) y menor (diciembre a marzo) acumulación de lluvias (figura 5). La duración de las etapas fenológicas del plátano varía de acuerdo con las condiciones hídricas predominantes en los suelos (Tabla 3).

Tabla 3. Calendario fenológico para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera

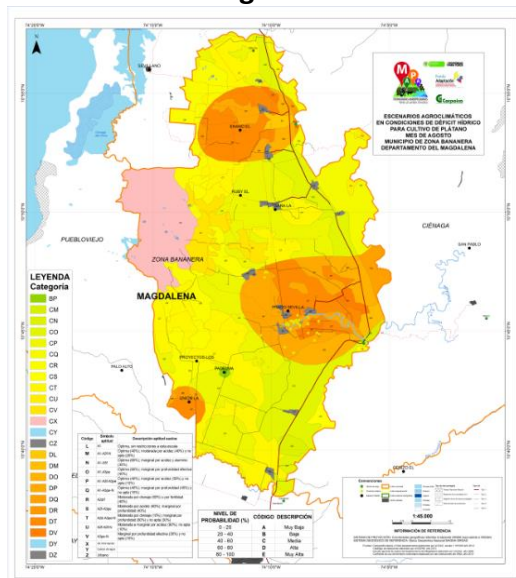
Calendario para condiciones de humedad en el suelo ligeramente restrictivas																																
Etapa fenológica	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Brotación y emergencia																																
Plántula a formación de hijuelos																																
Alargamiento de entrenudos e iniciación floral																																
Desarrollo de la bellota, floración e iniciación del racimo																																
Llenado de racimo																																
Corte o cosecha																																
Calendario para condiciones de humedad en el suelo restrictivas por exceso hídrico																																
Etapa fenológica	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Brotación y emergencia																																
Plántula a formación de hijuelos																																
Alargamiento de entrenudos e iniciación floral																																
Desarrollo de la bellota, floración e iniciación del racimo																																
Llenado de racimo																																
Corte o cosecha																																
Calendario para condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico																																
Etapa fenológica	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Brotación y emergencia																																
Plántula a formación de hijuelos																																
Alargamiento de entrenudos e iniciación floral																																
Desarrollo de la bellota, floración e iniciación del racimo																																
Llenado de racimo																																
Corte o cosecha																																

Fuente: Corpoica (2015b).

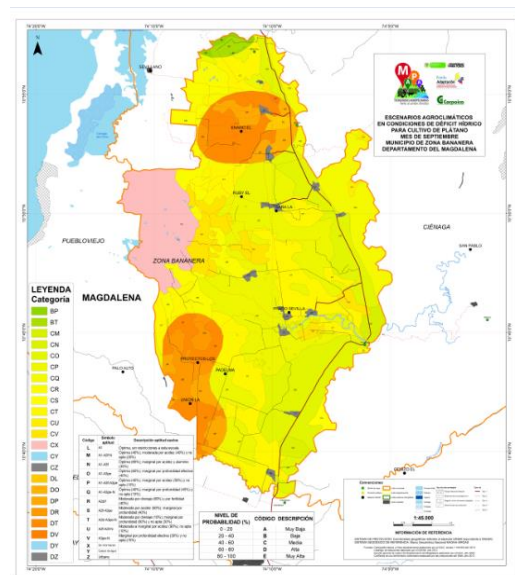
Para el municipio de Zona Bananera, en las dos ventanas de análisis se presentaron probabilidades medias (40-60 %, tonos amarillos) y altas (60-80 %, tonos naranjas) de ocurrencia de déficit hídrico en el suelo. Sin embargo, también se presentaron, con menor frecuencia y área, probabilidades bajas (20-40 %, tonos verdes) de deficiencias de agua en el suelo (Figura 5). Es importante aclarar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

Ventana de análisis I

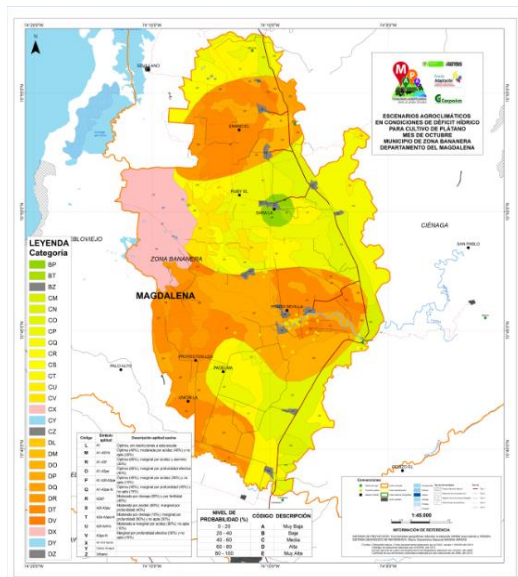
Agosto



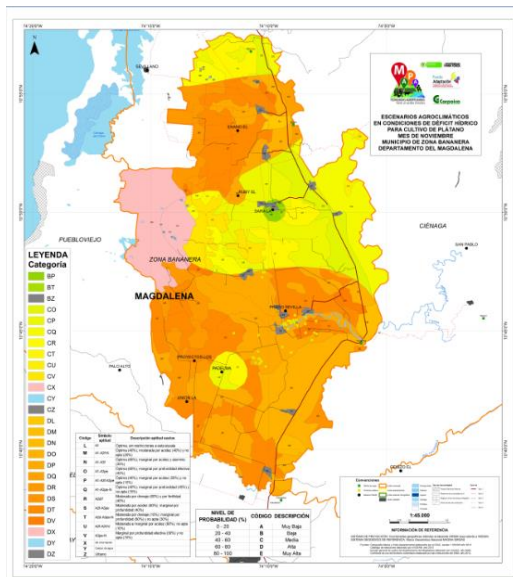
Septiembre



Octubre

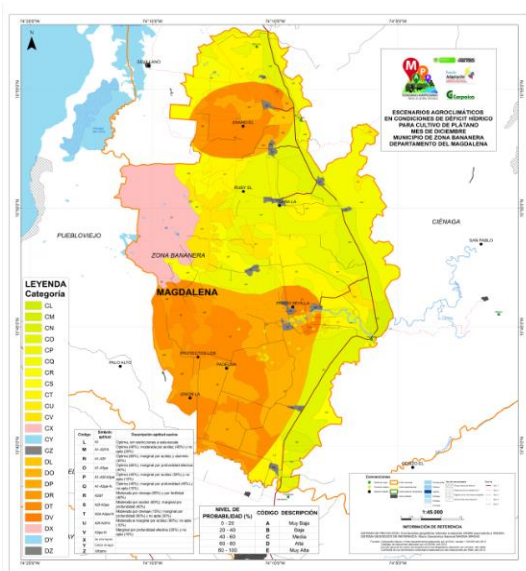


Noviembre

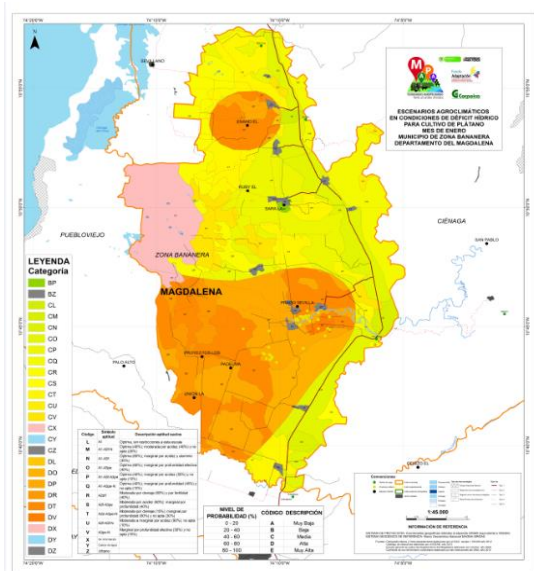


Ventana de análisis II

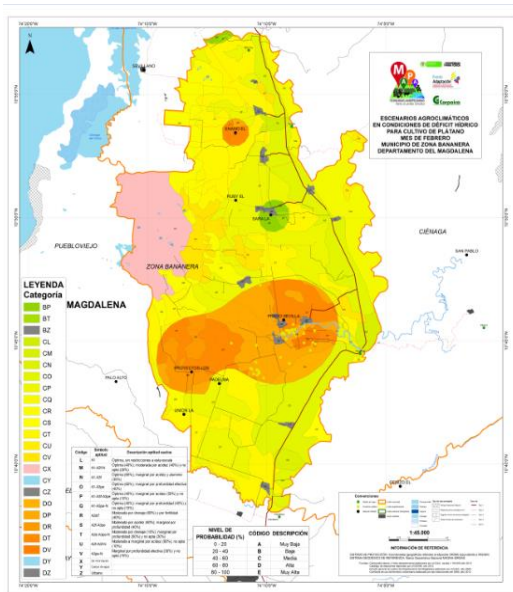
Diciembre



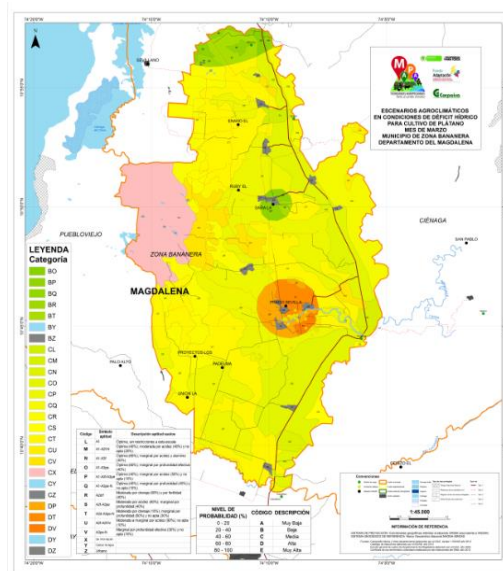
Enero



Febrero



Marzo



LEYENDA		CM	DL	EN
Categoría		CN	DM	EO
AN		CO	DN	EP
BM		CP	DO	EQ
BN		CQ	DP	ER
BO		CR	DR	ES
BP		CS	DS	ET
BS		CT	DT	EU
BT		CU	DU	EX
BU		CV	DV	EY
BV		CX	DX	EZ
BX		CY	EL	
CL		CZ	EM	

Nivel de Probabilidad	Código	Descripción
0-20	A	Muy baja
20-40	B	Baja
40-60	C	Media
60-80	D	Alta
80-100	E	Muy alta

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud de suelos
L	A1	Óptima, sin restricciones a esta escala
M	A1-A2f-N	Óptima (40 %); moderada por acidez (40 %) y no apta (20 %)
N	A1-A3f	Óptima (65 %); marginal por acidez y aluminio (35 %)
O	A1-A3pe	Óptima (60 %); marginal por profundidad efectiva (40 %)
P	A1-A3f-A3pe	Óptima (40 %); marginal por acidez (50 %) y no apta (10 %)
Q	A1-A3pe-N	Óptima (40 %); marginal por profundidad (45 %) y no apta (15 %)
R	A2d/f	Moderada por drenaje (60 %) y por fertilidad (40 %)
S	A2f-A3pe	Moderada por acidez (60 %); marginal por profundidad (40 %)
T	A2d-A3pe-N	Moderada por drenaje (10 %); marginal por profundidad (60 %) y no apta (30 %)
U	A2f-A3f-N	Moderada a marginal por acidez (90 %); no apta (10 %)
V	A2-f-A3f-N	Moderada por profundidad efectiva (30 %) y no apta (70 %)
X	Sin información	
Y	Cuerpo de agua	
Z	Urbano	

Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona bananera bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en las ventanas de análisis agosto-noviembre y diciembre-marzo.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: Los tonos amarillos, naranja y rojo indican una mayor exposición a déficit hídrico. En los meses de octubre y noviembre (ventana de análisis I) y diciembre y enero (ventana de análisis II) se presentan probabilidades medias de deficiencias de humedad en el suelo, coincidiendo con las etapas de inicio de floración, alargamientos de entrenudos, desarrollo de la bellota e inicio del racimo. En los demás meses se presentan una probabilidad menor de condiciones de humedad restrictivas para el sistema productivo.

Por su morfología, la planta de plátano requiere abundante cantidad de agua disponible en el suelo para que el crecimiento y desarrollo ocurran normalmente (Belalcázar, 1991). El consumo elevado de agua se debe a su gran superficie foliar transpirante, siendo más exigente en agua que otras especies (Martínez, 1983). El plátano es sensible a la falta de

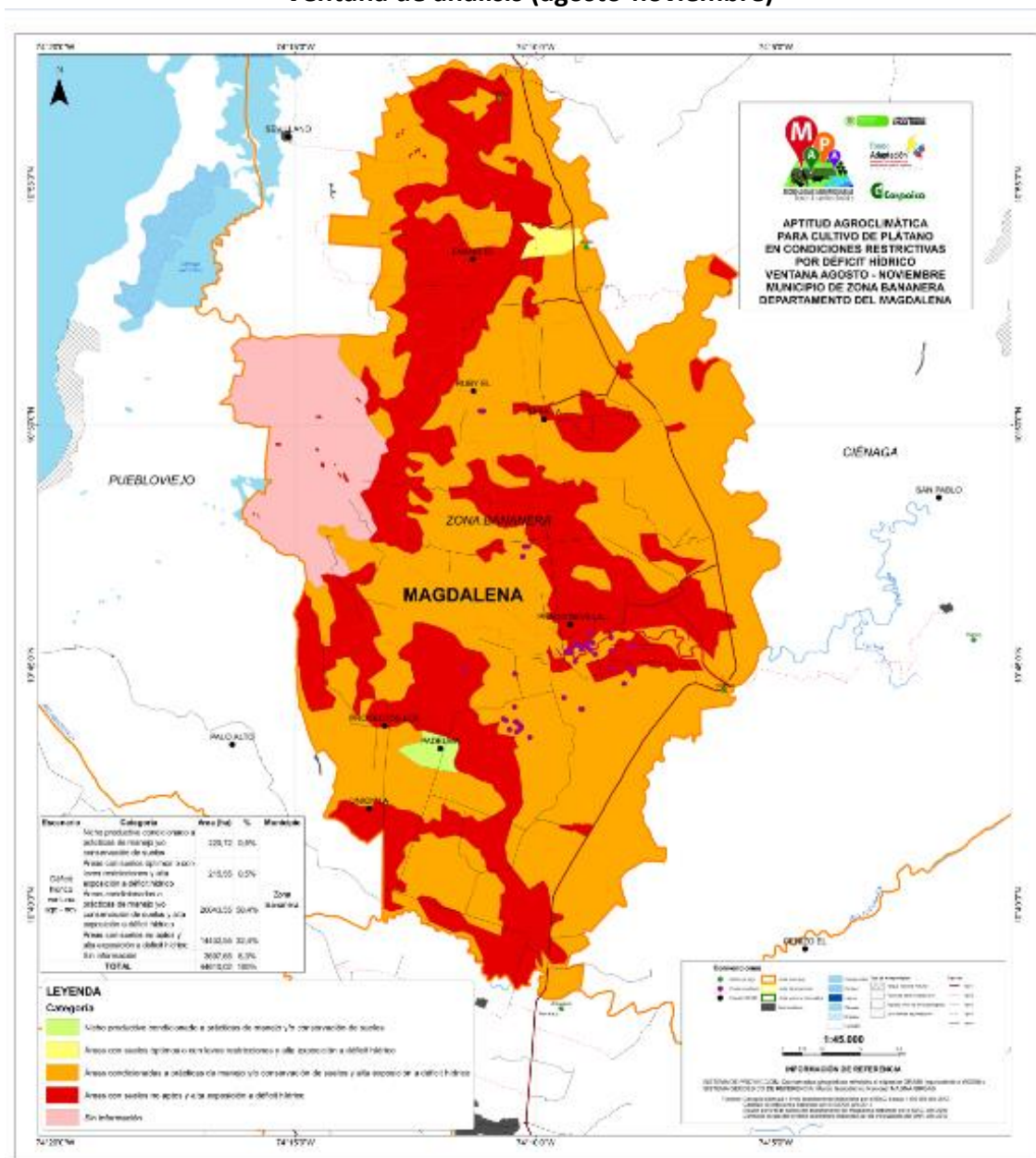
agua durante todo su ciclo de vida, particularmente en la primera parte del período vegetativo, así como durante la floración y la formación del racimo (Doorenbos y Kassam, 1980). El estrés hídrico causado por deficiencias de agua en el sistema productivo, en la etapa de la floración e inicio del racimo, podría ocasionar maduración prematura y frutos mal desarrollados y formados (Ruíz et al., 2013).

Zonas del municipio de Zona Bananera en las cuales el sistema productivo de plátano tendría un mayor o menor riesgo

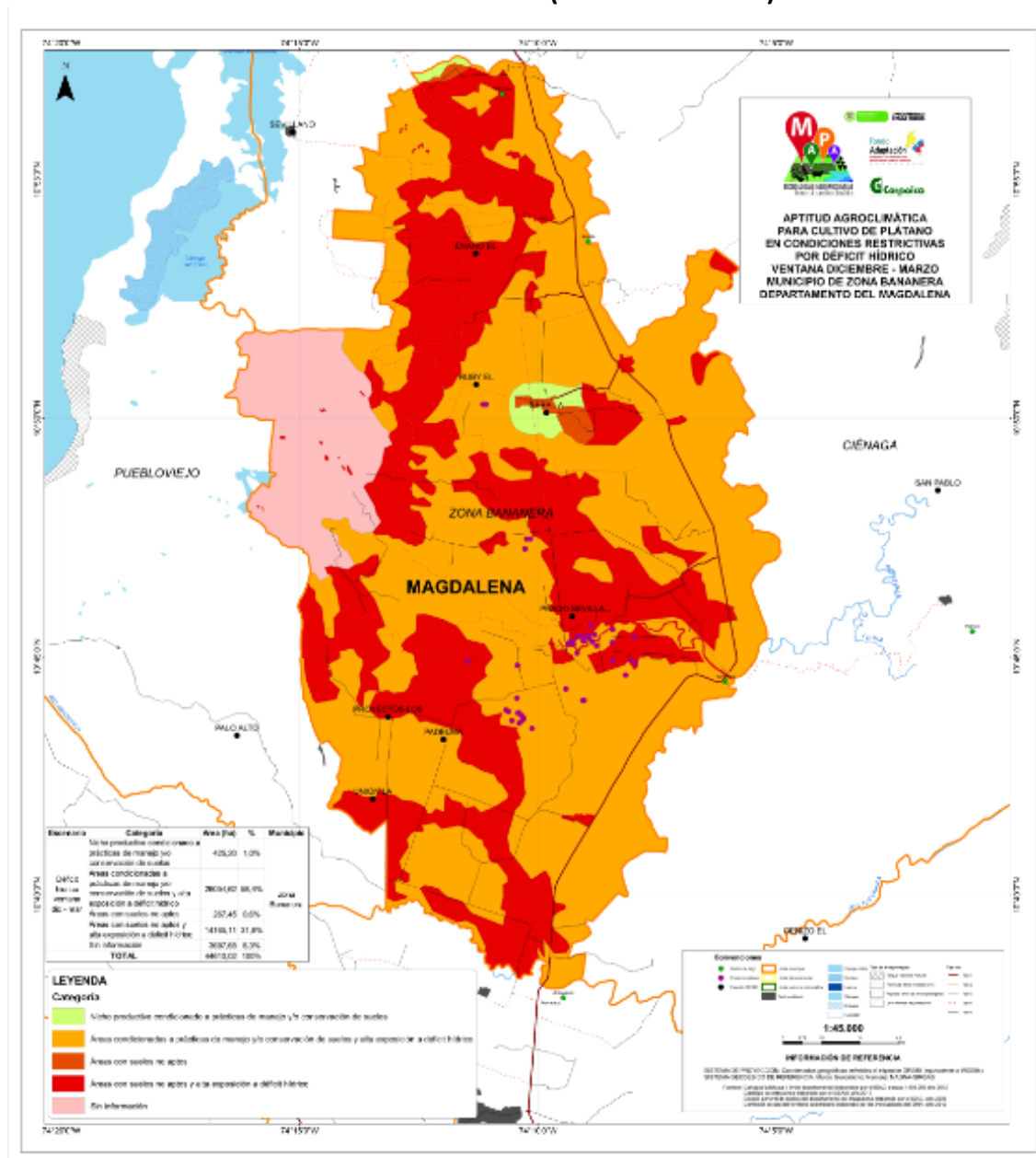
Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad a deficiencias de agua en el suelo para el sistema productivo en una ventana de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presenta una etapa fenológica específica de acuerdo con los calendarios fenológicos locales. Sin embargo, deben ser entendidos como un marco de referencia

Se debe observar el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Zona Bananera para el sistema productivo de plátano (Figura 6). Este mapa resume la exposición mensual a deficiencias hídricas en el suelo, para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.

Ventana de análisis (agosto-noviembre)



Ventana de análisis II (diciembre-marzo)









LEYENDA	
Categoría	
	Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
	Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico
	Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico
	Áreas con suelos no aptos
	Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico
	Sin información

Figura 6. Aptitud agroclimática del municipio de Zona Bananera para el sistema productivo de plátano Hartón bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico (agosto-noviembre y diciembre-marzo)
Fuente: Corpoica (2015b).

En las dos ventanas de análisis se presentaron áreas con baja exposición a déficit hídrico en el suelo; estas corresponden a nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos (tono verde claro) en la ventana I con un área de 220,72 ha y en la ventana II con 425,20 ha. Asimismo, las áreas con suelos no aptos presentaron baja exposición a condiciones de sequía; sin embargo, la aptitud de uso de los suelos no favorece al cultivo de plátano.

El municipio de Zona Bananera presenta una alta exposición a condiciones de déficit hídrico, las áreas identificadas en la ventana de análisis I (215,55 ha) comprenden áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico (tono amarillo claro) las cuales se restringen por presentar alto riesgo agroclimático para el cultivo.

En la ventana I y en la ventana II se presentaron áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico (tono naranja claro), 26.043,55 ha y 26.054,62 ha respectivamente. Estas áreas presentan limitantes, ya que presentan suelos con aptitud óptima y moderada y suelos con aptitud marginal y no aptos (por acidez, saturación de aluminio, drenaje, fertilidad y profundidad efectiva) y a la alta probabilidad de ocurrencia de sequía (>40 %).

Se presentaron “áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico” (tonos rojo) en las dos ventanas de análisis, estas se restringen por suelo (marginalidad y suelos no

aptos por profundidades efectivas superficiales y acidez extrema) y por condiciones hídricas extremas (probabilidades >40 %). Estas áreas presentan alto riesgo agroclimático para el establecimiento y desarrollo del cultivo de plátano.

En las dos ventanas de análisis (agosto-noviembre y diciembre-marzo) la mayoría de los productores de plátano están ubicados en las áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico; esto indica que en estas áreas los cultivos de plátano requieren la planificación y manejo de las deficiencias de agua y de los suelos.

Otros productores se ubican en áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico, por lo que requiere el manejo de los suelos y agua para el cultivo, y la implementación de opciones tecnológicas para optimizar la producción de plátano.

El cultivo de plátano presenta alto riesgo agroclimático en las áreas con alta exposición a deficiencias de agua, ya que presentan probabilidades superiores al 40 % (medias: 40-60 % y altas 60-80 %), lo cual indica alto estrés hídrico para el cultivo. En el municipio de Zona Bananera, en la ventana de análisis I (agosto-noviembre) se presentan aproximadamente 220,72 ha potencialmente aptas para el cultivo de plátano, estas presentan bajo riesgo agroclimático (nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos); en la ventana de análisis II (diciembre-marzo) el área es mayor, 425,50 ha que corresponden a la misma aptitud agroclimática.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de plátano en el municipio de Zona Bananera (Magdalena), consulte el SE-SAAT

Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca

Información agroclimática: la información climática puede emplearse para la toma de decisiones en la planificación agropecuaria, para la identificación de riesgos asociados al clima y para relacionar diferentes sistemas productivos a la climatología de cualquier área.

Información agrometeorológica: la información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de Prácticas Agrometeorológicas de la Organización Meteorológica Mundial* (OMM, 2011) indica que la información que debe ser proporcionada a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

- Datos referidos al estado de la atmósfera (Clima): Empleando una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: seguimiento de la humedad del suelo, por medios organolépticos, sensores, o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivos: Seguimiento del desarrollo y crecimiento del sistema productivo
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, seguimiento, etc.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan al sistema productivo tales como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos
- Distribución temporal y de sistema productivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra, cosecha,
- Observaciones, técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas y relacionarlas con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos².

² En la Cartilla *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* (<http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>.) podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo el análisis en su sistema productivo.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón ante condiciones hídricas restrictivas en el suelo, en el municipio de Zona Bananera

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas, con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de mayo de 2015 y junio de 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo³, en la parcela de integración en el municipio de Zona Bananera⁴.

Se observa en el balance hídrico atmosférico (**Figura 7**), que la mayoría de los días la evapotranspiración de referencia (ET_0) fue superior a la precipitación (Ppt) por lo cual este balance es negativo, indicando un déficit de agua.

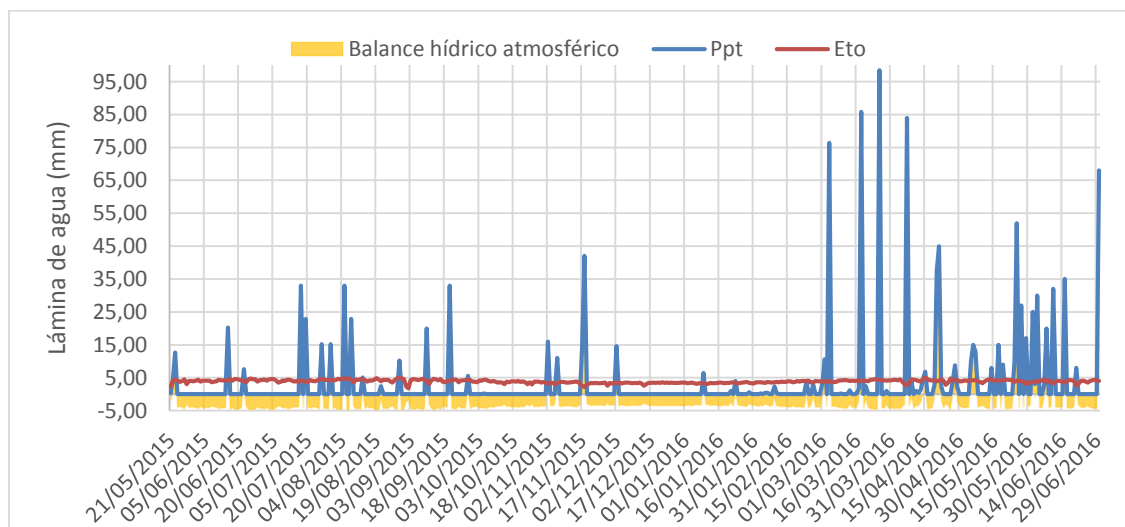


Figura 7. Balance hídrico atmosférico, para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera entre los meses de mayo de 2015 y junio de 2016.

³ El déficit hídrico se presenta cuando los valores de evapotranspiración potencial (ET_0) exceden la precipitación.

⁴ Finca Cristina María, propiedad del señor Adrián Martínez, ubicada en la vereda Sector Piloto, Corregimiento de Guacamayal, municipio Zona Bananera, departamento de Magdalena. El predio en mención está georreferenciado así: 10° 43' 45.62" latitud Norte y 74° 10' 19.97" longitud Oeste.

El balance hídrico agrícola coincide con lo expuesto anteriormente, en este se observa que el agotamiento (Dr) supera en varios periodos el agua fácilmente aprovechable (AFA) dentro del rango del agua disponible total (ADT), lo cual indica que la planta debe tomar esta agua que está más fuertemente retenida entrando en periodos de déficit hídrico para el cultivo que se reflejan en el índice de estrés hídrico (Ks) (**Figura 8**).

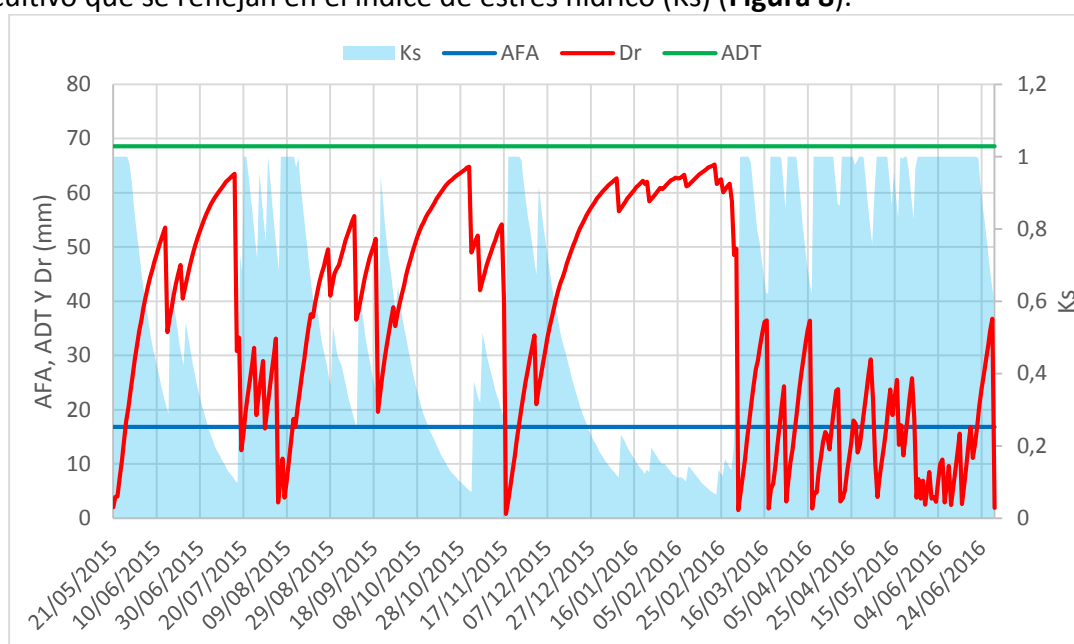


Figura 8. Balance hídrico agrícola, para el sistema productivo de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera entre los meses de mayo de 2015 y junio de 2016.

El Ks puede tomar valores de 1, lo que indica que no hay presencia de estrés, y valores más cercanos a 0, que indican un mayor grado de estrés; en el periodo evaluado el Ks toma valores cercanos a cero, es decir que se presenta alto grado de estrés, especialmente en el periodo comprendido entre mayo de 2015 y febrero de 2016; en el periodo de marzo a junio de 2016 el estrés hídrico fue menor; solo algunos valores llegaron a 0,6 o 0,8 (Corpoica, 2016) (Figura 8).

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar dos opciones tecnológicas integradas con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano en el municipio de Zona Bananera:

a) Manejo integrado de Sigatoka

El manejo integrado de Sigatoka es una estrategia que puede involucrar una serie de técnicas (físicas, mecánicas, químicas, biológicas, genéticas y culturales) complementarias entre sí, que buscan controlar de forma efectiva esta enfermedad del cultivo de plátano; de modo que la utilización de plaguicidas se reduzca al mínimo; con lo cual se busca mantener la incidencia de la enfermedad en niveles que no produzca pérdidas económicas. En el manejo integrado se aplican en tres etapas: prevención, observación y control.

Prácticas de manejo (ICA, 2012):

- El deshoje se considera como una poda de sanidad. Las hojas representan la única fuente de inóculo de la enfermedad, por lo que el manejo de estas es importante para disminuir la esporulación del patógeno a través del tiempo. El propósito de esta práctica es eliminar de manera total o parcial el tejido afectado de las plantas y junto con este los propágulos del hongo. Esta práctica, en sus diferentes modalidades, se conoce como deshoje o deshojarasque, poda, despunte o cirugía.
 - Despunte: Consiste en eliminar la parte apical de la hoja. Cuando esta práctica se realiza en hojas jóvenes (en plátano puede ser la hoja 5), estos síntomas son prematuros o difíciles de ver, se denomina poda o despunte temprano.
 - Cirugía: Práctica en la que se elimina de la hoja solamente la parte afectada por la enfermedad.
 - Deslamine: Consiste en la eliminación de la mitad longitudinal de la hoja cuando el área foliar presenta una alta infección
 - Deshoje: Consiste en la eliminación de toda la hoja debido a que más de la mitad del área foliar está afectada.
- Prevención: Las estrategias de manejo deben estar enfocadas a disminuir y prevenir el riesgo de desarrollo de la enfermedad.
 - Construcción de drenajes.
 - Utilizar variedades resistentes.
 - Buen manejo de arvenses.
 - Aplicación adecuada de fertilizantes.
 - La eliminación y destrucción del material vegetal infectado reduce la presencia del inóculo.
- Seguimiento de la enfermedad: Para evaluación de Sigatoka se deberán marcar las plantas por evaluar con distintivos como cintas de colores que sean visibles y vistosos. Cuando las plantas sobre las que se realiza la evaluación pasen a su fase productiva, se deben reemplazar por otra unidad de evaluación que se encuentre en estado vegetativo.

- El control químico es el más empleado en la actualidad y se realiza cumpliendo los lineamientos del comité de acción contra la resistencia a fungicidas, el cual se debe utilizar con responsabilidad técnica de un profesional y consiste en una rotación de ingredientes activos para evitar resistencia del patógeno.

En la parcela de integración se realizó seguimiento semanal de la enfermedad y evaluaciones de incidencia y severidad según la escala de Stover modificada por Gauhl (Almodóvar y Díaz, 2007), y se realizó el realce de puyón y despunte como actividades preventivas. Como acción correctiva se efectuó deslamine y aplicación de agroquímicos solo cuando fue necesario, teniendo en cuenta la rotación de ingredientes activos para evitar la resistencia del patógeno a los fungicidas. Adicionalmente, se realizaron prácticas como: control de arvense, mantenimiento de canales y drenajes, fertilización, riego y minicomposteo que ayudan a reducir las condiciones favorables para desarrollo del patógeno e incrementar el vigor de las plantas (Figura 9).

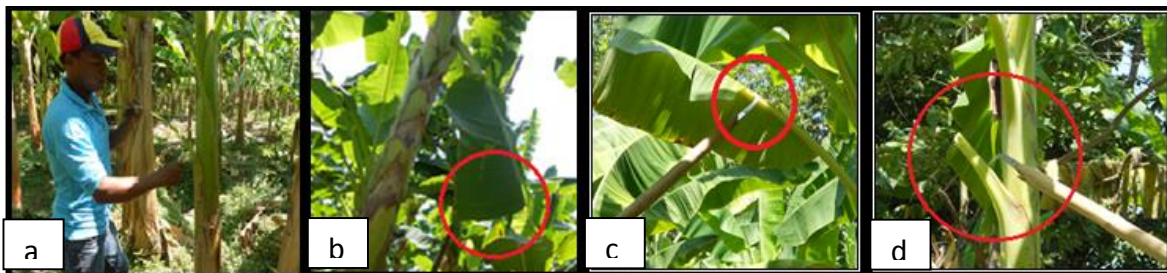


Figura 9. Prácticas culturales realce (a), despunte (b), deslamine (c) y deshoje (d).

b) Plan integrado de fertilización

El crecimiento de las plantas de plátano depende, entre otros factores, de la oferta nutricional del suelo. El manejo de la fertilización es necesario para mantener el balance de los elementos en niveles óptimos, que aseguren una buena productividad, ya que la falta de un nutriente limita el crecimiento de las plantas y reduce el rendimiento. Una deficiencia en plátano da como resultado tallos débiles y raíces susceptibles al ataque de enfermedades. Un manejo nutricional adecuado que satisfaga los requerimientos del cultivo, reduce la susceptibilidad al ataque de Sigatoka (Orozco-Santos et al., 2008)

Para realizar un plan integrado de fertilización se debe tener en cuenta:

- El objetivo de la fertilización es agregar los nutrientes necesarios al suelo para que el cultivo se desarrolle y produzca mejor. La calidad del plátano está también ligada a las condiciones de nutrición del suelo (Herrera y Colonial, 2011).
- Las recomendaciones sobre fertilización deben hacerse con base en análisis de suelos para cada región y plantación en particular, de manera que se evite una sobredosificación que pueda generar residuos indeseados en el producto final. El principal indicativo para decidir una fertilización es determinar los niveles críticos de cada nutrimento.
- Los cálculos de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, estimada a partir de los análisis de suelo, se basan en los siguientes conocimientos:
 - a) Disponibilidad y movilidad de nutrientes en el suelo.
 - b) Requerimiento nutricional de la planta.
 - c) Tasas de mineralización.
 - d) Profundidad efectiva, que para el caso de plátano tiene que ser mayor a 60 cm.
 - e) Eficiencia del fertilizante.
- Se deben seguir recomendaciones del técnico o agrónomo para la definición del tipo de fertilizantes a emplear, cantidades y frecuencias, para garantizar que las plantas puedan disponer de los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento, desarrollo y rendimiento.
- El cultivo de plátano es exigente en nutrientes, especialmente potasio, nitrógeno y fósforo Sarita y Damatto (2007) indican que el potasio es el nutriente que más extrae la fruta de plátano. Su baja disponibilidad en el suelo reduce la floración, aumenta el tiempo de maduración, reduce el tamaño y el peso de los frutos. Además, la deficiencia de nitrógeno ocasiona una reducción en el área foliar, lo que incide en el ciclo vegetativo y la calidad de los frutos. Entre los requerimientos del plátano se destaca la adecuada fertilización con estos tres elementos basada en el análisis de suelos, con lo cual se logra un incremento significativo en el rendimiento. Martínez (1995) estableció que tanto el nitrógeno como el plátano son necesarios para el cultivo del plátano, puesto que su deficiencia impide que la planta florezca; en el caso del potasio, su ausencia total ocasiona la muerte de la planta. Adicionalmente, deficiencias de boro y de magnesio, podría deteriorar la hoja haciéndola más susceptible al ataque de Sigatoka negra (Nava y Villarreal. 2000).
- Entre los efectos favorables del uso de materia orgánica, está el mejoramiento de la estructura del suelo, un mayor ligamiento de las partículas del suelo y el aumento de la capacidad de intercambio. (Herrera y Colonial, 2011).

La implementación en la parcela de integración consistió en la aplicación de un plan de fertilización con base en el análisis químico del suelo, que al efectuarse de forma oportuna y equilibrada contribuyó a incrementar los rendimientos del sistema productivo; además, puede favorecer la resistencia al ataque de enfermedades e insectos plaga y a la recuperación de la plantación ya establecida. En el plan está incluida la aplicación de materia orgánica, elementos menores y mayores que reportaron deficiencia en análisis de suelo (Tabla 4 y Figura 10), a diferencia de los productores de la zona que tradicionalmente solo aplican fuentes compuestas (NPK) y simples (UREA) de fertilizantes y los distribuyen sin el año sin una frecuencia establecida, llevando a que los nutrientes no estén disponibles en el momento que los requiere la planta.

Tabla 4. Plan de fertilización para el sistema productivo de plátano Hartón, municipio de Zona Bananera

Plan de fertilización (cultivo de plátano, 2.500 plantas/ha)	
Dosis de fertilizante y época de aplicación (kg.ha⁻¹)	
Dirigido al colino después de aparición de la bacota (flor) en planta madre	
Lombriabono	1000
10-30-10	100
Sulfato de Magnesio	150
Quelato de Manganeso	30
Sulfato de Zinc	30
Bórax	5
Aproximadamente tres meses después de la primera aplicación	
Urea	75
Sulfato de Magnesio	150
Nitrato de Calcio	150
Cloruro de Potasio	100
A los seis y nueve meses después de la primera aplicación	
Urea	75
Cloruro de Potasio	150

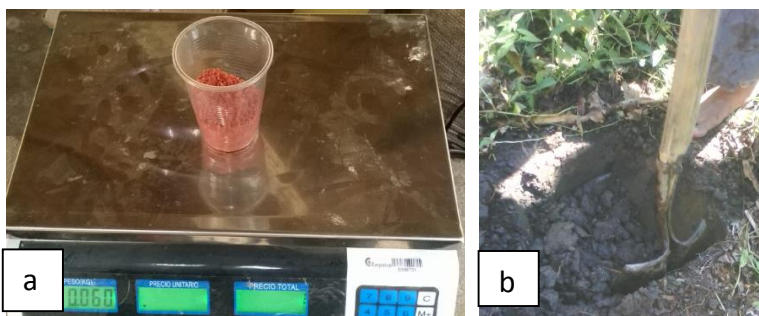


Figura 10. Fertilización parcela de integración de plátano Hartón, pesaje del fertilizante (a), incorporación del fertilizante (b), municipio de Zona Bananera.

Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas

Las ventajas comparativas están presentadas bajo una condición restrictiva de humedad en el suelo.

El número de hojas funcionales a floración y a cosecha aumentó de 9,96 y 5,71 a 12,72 y 8,34 respectivamente, con la implementación del manejo integrado de Sigatoka (tabla 5 y figura 11), donde se realizó realce, despunte, deslamine, cirugía y deshoje considerando nivel de la enfermedad en las hojas; si la infección era parcial y no rebasaba el 30-40 % del área foliar enferma, se realizaba solo la extracción de esa área; ya que los pequeños productores de la zona que no reciben asistencia técnica, hacen una eliminación total de la hoja sin considerar el grado de la enfermedad, causando estrés a la planta y disminuyendo el número de hojas a floración y cosecha (Corpoica, 2014).

Tabla 5. Efecto del manejo de Sigatoka sobre el número hojas funcionales a floración (NHF_{flor}) y a cosecha (NHF_{cos})

Práctica	NHF _{flor} (#)	NHF _{cos} (#)
Manejo integrado de Sigatoka	12,72	8,34
Manejo tradicional de Sigatoka	9,965	5,71
Diferencia	2,755	2,63

Fuente: Corpoica (2016).



Figura 11. Plantas de plátano Hartón en floración con la implementación de las OT (a) y con manejo tradicional (b).

Los promedios de rendimiento variaron de 11,70 a 12,64 t.ha⁻¹ (**Figura 12**). Aunque las diferencias en el rendimiento no presentaron diferencias estadísticamente significativas, con la implementación de las dos opciones tecnológicas integradas el rendimiento (12,64 t.ha⁻¹) fue superior en 4,83 % al obtenido con las prácticas tradicionales (12,03 t.ha⁻¹), lo que sugiere un efecto positivo de la implementación de las opciones tecnológicas. Los rendimientos en plátano pueden ser duplicados o hasta triplicados si se consideran las

prácticas agronómicas del cultivo y la fertilización en función de la nutrición mineral y el ciclo fenológico de la planta; adicionalmente, se ha encontrado que en plátano los resultados de la aplicación de un plan de fertilización se evidencia en el segundo ciclo, para un cultivo establecido.



Figura 12. Cosecha de plátano, pesaje de racimo (a) y empacado de la fruta para la venta (b), parcela de integración, Zona bananera.

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón en Zona Bananera (Magdalena) para disminuir la vulnerabilidad del sistema a déficit hídrico en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano Hartón en Zona Bananera, se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, al igual que para exceso hídrico, están contenidos en el Sistema Experto.

A continuación, se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones restrictivas de humedad en el suelo, y que complementan las opciones tecnológicas descritas anteriormente:

Análisis de suelos

El análisis de suelos es utilizado principalmente para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo, con lo cual se determina la estrategia de acondicionamiento del suelo para lograr un mejor desarrollo y rendimiento del sistema productivo.

La metodología propuesta por Corpoica (2005) para la toma de muestra de suelo, comprende: (1) Toma de submuestras en puntos trazados en zigzag, que permita cubrir el área total del lote para que el muestreo sea representativo. (2) Para la toma de cada submuestra se debe limpiar un área aproximada de $0,04 \text{ m}^2$ ($20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar los residuos frescos de materia orgánica y otro tipo de residuos. (3) Realizar un hueco en forma de “V” del ancho de una pala a una profundidad de 20 a 30 cm. (4) Extraer una muestra de 2 a 3 cm de grosor de la pared del orificio con una pala limpia, descartar el suelo que queda en los bordes de la pala y depositar la muestra en un balde plástico limpio. (5) Una vez tomadas todas las submuestras, se mezclan y finalmente se selecciona aproximadamente un kilogramo, el cual se debe empaquetar en una bolsa plástica bien identificada: nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, tipo de sistema productivo y número del lote (Corpoica, 2005). Esta muestra debe ser enviada a un laboratorio certificado para realizar su análisis. Algunos laboratorios incluso realizan las recomendaciones de acondicionamiento para el sistema productivo específico.

En la encuesta socioeconómica realizada en el municipio a productores de plátano encontramos que el 84 % de los encuestados fertilizan su cultivo y el resto no realiza ningún tipo de fertilización. La fertilización se hace de forma empírica, sin realizar previamente un análisis de suelo, utilizan fuentes compuestas (NPK) y simples (UREA) de fertilizantes, esta fertilización la distribuyen en el año sin una frecuencia establecida (Corpoica, 2014)

Preparación del terreno

- Se debe realizar la corrección de pH ya que una elevada acidez en el suelo limita el desarrollo de las plantas de plátano y predispone el cultivo a ciertas enfermedades.
- Los suelos para el cultivo de plátano deben ser sueltos, profundos, con buen drenaje, buen contenido de materia orgánica y buena retención de humedad.

- El empleo inadecuado de maquinaria incrementa la erosión, la pérdida de suelo, la pérdida de fertilidad y la capacidad productiva del terreno.
- La forma de realizar la preparación del terreno puede ser con tractor, efectuando una mínima labranza o manualmente con herramienta; los suelos pesados o arcillosos requieren un especial cuidado en su preparación, más que los suelos francos y sueltos (Moreno et al., 2009).
- Es necesario en suelos planos o medianamente ondulados y antes de la siembra hacer la adecuación del terreno, que facilite el manejo de las aguas y permita su drenaje, o en caso contrario, facilitar el riego.
- Si el objetivo del productor es renovar su platanera, debe permitirle al terreno descansar, dejándolo en barbecho o sembrando un abono verde como fríjol o soya (Arcila et al., 2010).
- Si hay disponibilidad de maquinaria y el terreno lo permite, la siembra se hace en un surco; esta modalidad es sumamente recomendable en suelos compactados en donde la preparación del suelo promueve un sistema radical más vigoroso y extendido.
- Es conveniente que las calles se orienten en la dirección en que generalmente se mueve el viento (coincida esto o no con la dirección o “carrera” del sol), ya que de esa forma los surcos no actúan como barreras y previenen el volcamiento por viento.

Drenajes

- El objetivo de los drenajes es eliminar el exceso de agua superficial e interna del suelo y proporcionar una condición adecuada para el desarrollo de la planta, las condiciones de alta humedad relativa favorecen el desarrollo de Sigatoka negra (Gauhl, 1994).
- El exceso hídrico es perjudicial en el cultivo de plátano, ya que destruye un alto porcentaje de raíces funcionales; hacer una buena selección del terreno y diseñar un adecuado sistema de drenaje que permita evacuar el agua subterránea y superficial (Moreno et al., 2009).
- Para la instalación de un sistema de drenaje, así como de los pozos de observación, seguimiento y mantenimiento de los mismos, es recomendable contar con asesoramiento técnico, ya que de la dimensión del sistema dependen los costos de mantenimiento y las pérdidas de áreas por la construcción de canales. Si se utilizan dimensiones mayores a las recomendadas, 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, ocurren caídas de taludes, lo que aumenta

los costos de mantenimiento. El talud o inclinación de las paredes de los canales depende del tipo de suelo.

Uso de coberturas vegetales

Son coberturas vegetales vivas o muertas que cubren el suelo y que pueden ser temporales o permanentes. Las coberturas vivas se cultivan en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación). Los cultivos de cobertura se caracterizan por sus funciones amplias y multipropósitos, entre las cuales incluyen (Pound, 2016):

- Reducir costos: disminuye la necesidad de insumos externos (ej. fertilizantes, herbicidas, alimentos animales) y la mano de obra para el desmalezado.
- Generar ingresos: venta de semillas y follaje.
- Incrementar productividad: disminuir periodo de cultivo; incrementar fertilidad del suelo; reducir competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales y producción para la alimentación humana.
- Reducir la degradación de recursos naturales: reducir residuos de agroquímicos; pérdidas de suelo por erosión; deforestación y la pérdida de biodiversidad; pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua con el fin de evitar inundación y sedimentación.
- En plátano se deben establecer coberturas nobles y coberturas muertas (*mulch*), para evitar la pérdida de suelos por escorrentía (Moreno *et al.*, 2009).

Apuntalamiento o barreras rompe vientos en el cultivo de plátano

- Durante la ejecución de la parcela de integración se evidenció que los vientos fuertes son uno de los factores que ocasionan mayores pérdidas en el cultivo de plátano (Corpoica, 2016); por lo tanto, esta práctica está fundamentalmente encaminada a prevenir la pérdida de unidades productivas por volcamiento.
- El cultivo de plátano sufre daño mecánico por velocidades de vientos superiores a 20 km.h⁻¹ (Herrera y Colonia, 2011; Palencia, 2006). El tipo de rasgaduras en hojas ocasionadas por los fuertes vientos, afecta la eficiencia fotosintética de la planta.
- En Zona Bananera se han identificado una serie de factores que predisponen las plantas al volcamiento, como son los daños al sistema radicular ocasionados por (Arcila *et al.*, 2010):
 - Siembra muy superficial.
 - Práctica de deshije severo e inoportuno, especialmente con el método tradicional.
 - Alta infestación de picudo negro y nematodos.

- Problemas de anclaje por excesiva altura de las plantas y plantaciones muy viejas con deficiente mantenimiento.
- Los sistemas utilizados para apuntalar en la zona son: amarre con cuerda de polipropileno y la utilización de tutor, caña o estaca de madera, generalmente con guadua (Figura 13).
- El amarre con cuerda de polipropileno consiste en amarrar una planta con la otra para evitar el volcamiento. Se une la planta a la altura del racimo y se apuntala a la base de planta vecina, teniendo en cuenta la dirección del viento para hacer el amarre en contra de ella y considerar especialmente la orientación del racimo. (Delgado et al., 2002).
- Cuando se usan estacas o tutores, estos se colocan directamente al tallo en dirección opuesta a la inclinación del mismo, evitando lastimarlo.



Figura 13. (a) Sistema de apuntalamiento con tutor con caña de guadua; (b) amarre con cuerda de polipropileno, Zona Bananera (Magdalena).

Barrera rompevientos: busca la reducción de la velocidad del viento, generando una oposición al flujo de aire que entra por la zona de barlovento, de tal forma que el viento que circula por la zona de sotavento sea débil (Figura 14). En regiones aptas para el cultivo de plátano, pero propensas al efecto del viento, se sugiere el establecimiento de barreras rompevientos (Arcila et al., 2010).



Figura 14. Flujo de aire en una barrera rompevientos.

- Las barreras vivas rompeviento son hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento.

Se pueden aprovechar a partir de mosaicos y corredores naturales de árboles circundantes a las fincas o también se pueden establecer en diferentes arreglos espaciales. Sin embargo, considerando las altas velocidades del viento en el municipio y la susceptibilidad de la especie, es importante manejarlas en un modelo con barreras perimetrales e interiores o de callejones (figura 15).

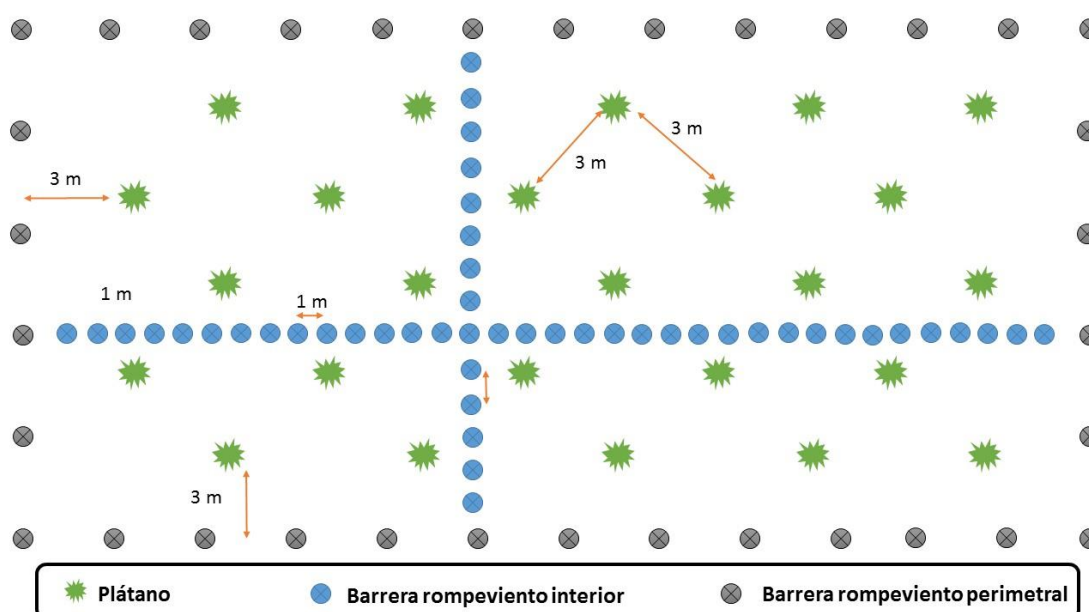


Figura 15. Diseño de la barrera rompeviento para el sistema productivo de plátano.

¿Cómo se Implementa?

1. Identificar las especies arbóreas potenciales para el establecimiento de la barrera perimetral, teniendo en cuenta que esta debe tener diferentes estratos⁵ (medio y alto).
2. Dado que todas las especies crecen a velocidades diferentes, es importante planificar el establecimiento en el tiempo de las mismas, de tal forma que se tengan barreras temporales y otras permanentes.
3. Definir el trazado de la barrera perimetral teniendo en cuenta la dirección del viento en el predio, y una distancia mínima de 3m entre la barrera perimetral y el plátano.
4. Se puede utilizar una barrera interior con matarratón (*Gliricidia sepium*), establecida a través de estacas de 1 m de longitud, distanciadas 1 m entre sí y a 1,5 m del plátano (Figura 16).
5. Las especies utilizadas en la barrera perimetral deben ser propagadas preferiblemente por semilla para que desarrollen un sistema radical de buen

⁵ Como ejemplo de especies de porte alto: bálsamo, roble, cedro, peinemono y otras especies de con buen anclaje y amplio follaje. Entre las especies de porte medio se pueden utilizar: guamo, matarratón y leucaena.

anclaje, y para el establecimiento realizar ahoyado de acuerdo con la especie a sembrar⁶ y con el grado de compactación del suelo.

6. Es importante incorporar enmiendas orgánicas para potencializar su crecimiento y mejorar el anclaje de la especie al suelo.



Figura 16. Barrera rompeviento interna establecida con matarratón. Parcela de integración del sistema productivo de plátano. Municipio de Acandí (Chocó).

Fuente: Corpoica (2016b).

La distancia entre barreras perimetrales se puede calcular con base en la fórmula de Woodruff y Zinggs (Citado por Méndez et al., 1998):

$$D = 17 H * \left(\frac{V_{mín}}{V_{máx}} \right) * \cos \phi$$

D= distancia entre barreras

H= altura de la barrera

V_{mín}= velocidad a la cual se puede generar movimiento de polvo (17 Km.h⁻¹)

V_{máx}= velocidad máxima esperada

φ= ángulo de desviación del viento perpendicular a la cortina (generalmente 30°)

Sin embargo, no siempre es posible garantizar las distancias óptimas, por lo cual se puede tener en cuenta que la zona protegida por la barrera equivale a aproximadamente 15 veces su altura (Méndez et al., 1998). En otras palabras, una barrera de 10 metros de

⁶ Como mínimo se recomienda hacer hoyos de 30 cm × 30 cm × 30 cm.

altura protegerá una distancia de 150 m lineales, lo que equivale a aproximadamente 50 hileras de plátano sembradas a 3 m (Tabla 6).

Tabla 6. Relación barrera cultivo y su efecto en la protección contra el viento

Altura de la barrera (m)	Distancia que protege del viento desde la barrera (m)	Hileras del cultivo de plátano protegidas (3m × 3m)
5	75	25
10	150	50
15	225	75
20	300	100

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de plátano Hartón en Zona Bananera (Magdalena), consulte el SE-SAAT

Como se expuso en la sección 1 y 2, la amenaza y la vulnerabilidad son los determinantes del riesgo agroclimático. El primero se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas y el segundo a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y la capacidad adaptativa del mismo. Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnologías integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático. Es importante considerar que la viabilidad de adopción de dichas opciones tecnológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

A continuación, se presentan algunos criterios técnico-económicos para la implementación de las opciones tecnológicas presentadas en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación.

Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de plátano Hartón en el municipio de Zona Bananera (Magdalena)

Dominio de recomendación

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores con características socioeconómicas relativamente uniformes, para quienes se pueden hacer más o menos las mismas recomendaciones tecnológicas (Lores et al., 2008). A partir de los dominios de recomendación, se pueden diseñar modelos de optimización productiva, en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo. En el marco del proyecto MAPA, la recomendación sobre la adopción de las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, en la exposición agroclimática del área donde se encuentran localizados y en los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante los eventos climáticos críticos de exceso o déficit hídrico.

Para cada uno de los dominios (grupo de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis socioeconómico. Lo que se busca es identificar si las tecnologías propuestas son viables (financieramente) y cómo deben implementarse según las diferentes características de los productores (tamaño del predio, mano de obra, acceso a crédito, etc.) Estas recomendaciones son una guía de apoyo para los asistentes técnicos y deben ser ajustadas de acuerdo con las particularidades de cada caso.

Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos

Para determinar los dominios de recomendación se usa la información de encuestas aplicadas a productores. Luego, se hace un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. Esta información de las encuestas se emplea también para el análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos, mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, de

acuerdo con las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.

Por otro lado, se desarrolla un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante, el cual se calcula para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación, generando diferentes soluciones de viabilidad dependiendo de las características de cada grupo. A partir de la información climática de los municipios, se generan mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o excesos hídricos y esta información se cruza con la tipificación y los resultados de la modelación. De tal modo, los dominios se definen teniendo en cuenta el grado de exposición al evento climático y el grupo de la tipificación socioeconómica y técnica al que pertenece cada productor. La recomendación para cada dominio respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, dando como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de efectuarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en el municipio de Zona Bananera

En la Tabla 7 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro se presentan el grado de exposición, el grado sensibilidad (del cultivo) y la capacidad adaptativa (del productor) ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es alta para los productores de los dominios uno y dos, y muy alta para los productores de los dominios tres y cuatro, de tal modo, se puede asegurar que los productores de plátano en Zona Bananera demandan de manera prioritaria la implementación de medidas que mitiguen los efectos negativos asociados a esta condición climática. El grado de sensibilidad que presenta el cultivo de plátano frente a una condición de déficit hídrico es media para los productores de todos los dominios. Por su parte, la capacidad adaptativa es media para los productores de los dominios uno, dos y tres y baja únicamente para los productores del dominio cuatro.

Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas

seleccionadas. En este caso, manejo integrado de la fertilización más manejo integrado de Sigatoka (sección dos del documento). De acuerdo con las características socioeconómicas y la exposición agroclimática de los productores de cada dominio, se establecen proporciones y posibles restricciones para la implementación. Para este caso, la implementación de este esquema de producción es viable con restricciones para todos los productores.

Tabla 7. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de plátano de Zona Bananera (Magdalena)

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con alta exposición a déficit hídrico, con mano de obra mixta o contratada, predios propios en promedio de 2,2 ha, en su mayoría siembran en monocultivo y no reciben asistencia técnica.	Alta	Media	Media	Viable con restricciones
2. Productores con alta exposición a déficit hídrico, con mano de obra familiar, predios propios en promedio de 2,6 ha, que siembran en monocultivo y no reciben asistencia técnica.	Alta	Media	Media	Viable con restricciones
3. Productores con muy alta exposición a déficit hídrico, con mano de obra mixta y contratada, predios propios en promedio de 2,2 ha, en su mayoría siembran en monocultivo y no reciben asistencia técnica.	Muy alta	Media	Media	Viable con restricciones
4. Productores con muy alta exposición a déficit hídrico, con mano de obra familiar, predios propios en promedio de 2,6 ha, que siembran en monocultivo y no reciben asistencia técnica.	Muy alta	Media	Baja	Viable con restricciones

Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio uno

Los productores del dominio uno se encuentran ubicados en zonas con un grado de exposición agroclimática alta, es decir, se encuentran en áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico. De esta manera, estos productores requieren de manera prioritaria la implementación de medidas que mitiguen los efectos negativos asociados a la condición de déficit hídrico.

La sensibilidad de los cultivos de los productores de este dominio a condiciones de déficit hídrico es de grado medio, esto se debe a que los productores en Zona Bananera dedican gran parte del área sembrada al cultivo de plátano, asimismo, hace falta diversificación en los cultivos establecidos (poca agrodiversidad). Los productores no cuentan con suficientes esquemas de manejo fitosanitario. Por otro lado, realizan prácticas de fertilización, aunque la mayoría sin hacer análisis de suelos.

Finalmente, la capacidad de adaptación frente a la condición de déficit hídrico de los productores de este dominio es media; debido a que cuentan con disponibilidad de agua para uso productivo, tienen estrategias de almacenamiento en épocas secas, poseen fincas propias y la toma de decisiones se facilita en su mayor parte por la tradición productiva, lo cual es una ventaja como capital social por el aporte de conocimientos y experiencia en la actividad. La mano de obra es abundante en la zona y disponer de ella es fácil. Como indicador desfavorable, estos productores no cuentan con animales que se puedan ver representados como activos líquidos, además, la baja fuente de ingresos provenientes de otras actividades económicas aparte de la agrícola, muestra la dependencia económica del productor de esta actividad. Asimismo, se presenta una muy baja información climática, baja participación de productores en redes sociales, de asistencia técnica y acceso a crédito. Por último, las condiciones de mercado en épocas de déficit no favorece la capacidad de adaptación, en términos de la disminución de la facilidad y estabilidad, para llevar a cabo la comercialización de plátano (Figura 17).

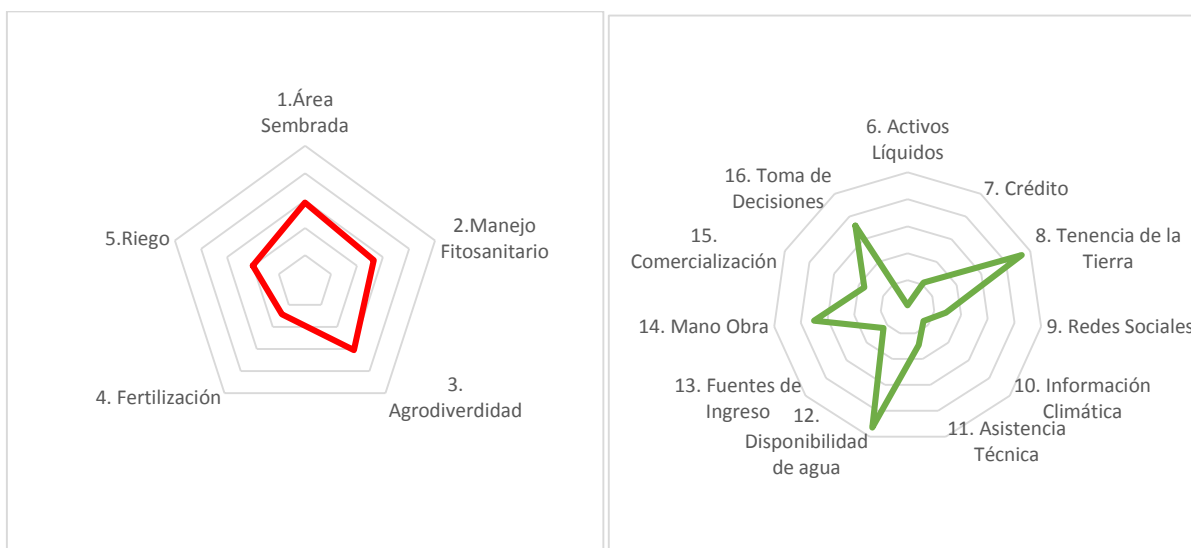


Figura 17. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) para los productores del dominio uno.

El análisis microeconómico se realizó para cultivos ya establecidos, cada periodo de implementación de la opción se propone para dos años (tres cepas). Se parte del hecho de que los productores con cultivos ya establecidos y tradición productiva pueden contar con un capital financiero acumulado y disponible, lo que representa una ventaja frente al inconveniente de la falta de acceso a crédito. De esta manera, la implementación de las opciones tecnológicas resulta viable financieramente para este tipo de productores. Se estima que la implementación de esta opción implique un aumento en costos de alrededor del 9 % por hectárea frente al manejo tradicional, los cuales corresponden a mano de obra, y que genere mayores ingresos debido al aumento en producción en un 30 % por hectárea en un escenario de déficit hídrico, aumento que se obtendría a partir de la segunda y tercera cepa.

En este sistema productivo, la mano de obra es vital ya que la requiere para todas las actividades. Con el fin de implementar esta opción, la mano de obra se encuentra estimada aproximadamente en un 70 % del costo total por hectárea, el restante 30 % de los costos corresponde a servicios e insumos. De esta manera, en la medida en que estos productores cuentan con mano de obra mixta o contratada para realizar sus labores productivas, van a requerir una inversión de capital financiero inicial de acuerdo con el porcentaje de mano de obra contratada sobre la total requerida, más insumos y servicios para financiar su implementación.

De esta manera, por ejemplo, un productor representativo de este grupo que siembra 1 ha en plátano y posee mano de obra mixta (que contrata el 55 %), requerirá financiar aproximadamente un 40 % del total de mano de obra requerida (mano de obra a contratar) más un 30 % del total de costos correspondiente a insumos y servicios. En esta medida, el productor puede implementar la opción y obtener un capital financiero que aumenta en el tiempo, manteniendo el área sembrada.

Dominio dos

Al igual que los productores del dominio uno, estos se encuentran ubicados en zonas con un grado de exposición agroclimática alta, es decir están en áreas condicionadas a prácticas de manejo o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico. De esta manera, igual que en el caso de los productores del dominio 1, estos productores requieren de manera prioritaria la implementación de medidas que mitiguen los efectos negativos asociados a la condición de déficit hídrico

La sensibilidad del cultivo de los productores de este dominio a condiciones de déficit hídrico es de grado medio. Los productores en Zona Bananera dedican gran parte del área sembrada a plátano; asimismo, se presenta una muy poca diversificación de los cultivos de los que provienen los ingresos del productor (agrodiversidad). El manejo fitosanitario aumenta de manera negativa la sensibilidad de los cultivos, ya que los productores tienen entre uno o dos tipos de manejo de plagas y enfermedades, los cuales resultan insuficientes para la situación que se presenta en la zona. Por otro lado, realizan prácticas de fertilización, aunque la mayoría sin hacer análisis de suelos.

La capacidad de adaptación de estos productores es media, esto se debe a que cuentan con disponibilidad de agua para uso productivo, asimismo, tienen estrategias de almacenamiento en épocas secas, poseen fincas propias y la toma de decisiones se facilita debido a la tradición productiva, lo cual es una ventaja como capital social por el aporte de conocimientos y experiencia en la actividad, además, cuentan con alta disponibilidad de mano de obra. Como indicadores desfavorables, estos productores cuentan con un nivel de activos en animales muy bajo, y carecen de fuentes de ingresos significativas provenientes de otras actividades económicas aparte de la agrícola. Asimismo, se presenta una muy baja participación de productores en redes sociales y poco acceso a información climática, una baja asistencia técnica y dificultades de acceso a crédito. Por otro lado, las condiciones de mercado en épocas asociadas a periodos de producción con déficit hídrico en el suelo, generan limitantes en términos de la comercialización del

producto, lo cual se relaciona con la nueva situación de oferta y demanda asociada a la condición climática (Figura 18).

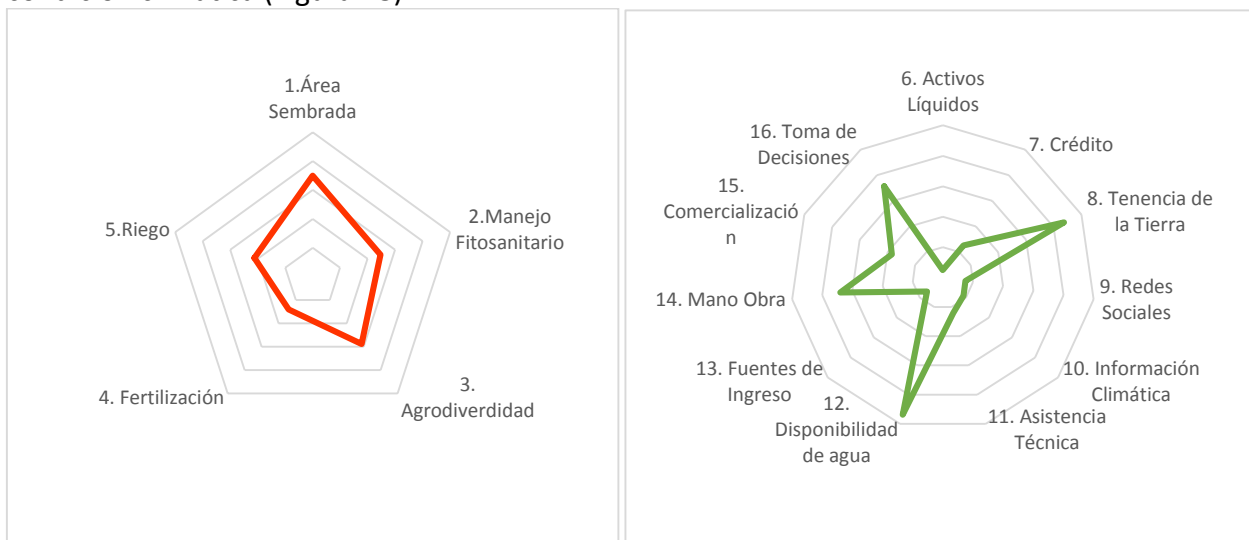


Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio dos.

El análisis microeconómico se realizó para cultivos ya establecidos, cada periodo de implementación de la opción se propone para dos años (tres cepas). Se parte del hecho de que los productores con cultivos ya establecidos y tradición productiva pueden contar con un capital financiero acumulado y disponible, lo que representa una ventaja frente al inconveniente de la falta de acceso a crédito. De esta manera, la implementación de la opción de manejo integrado de la fertilización y manejo integrado de Sigatoka, resulta viable financieramente para este tipo de productores. Se estima la implementación de esta opción implique un aumento en costos de alrededor del 9 % por hectárea frente al manejo tradicional, los cuales corresponden a mano de obra, y generará mayores ingresos debido al aumento en producción en un 30 % en un escenario de déficit hídrico, aumento que se obtendría a partir de la segunda y tercera cepa.

En este sistema productivo, la mano de obra es vital ya que se requiere para todas las actividades. Para la implementación de esta opción, la mano de obra se encuentra estimada aproximadamente en un 70 % del costo total, el restante 30 % de los costos corresponde a servicios e insumos. De esta manera, estos productores van a requerir una inversión de capital financiero inicial de acuerdo con el porcentaje de mano de obra contratada más el costo de insumos y servicios para financiar su implementación.

Un productor representativo de este grupo siembra 1,6 ha en plátano, si tiene mano de obra familiar y contrata el 30 %, requerirá financiar, aproximadamente, un 21 % del total de mano de obra requerida (mano de obra a contratar) más un 30 % del total de costos correspondiente a insumos y servicios. El productor obtiene un capital financiero que aumenta en el tiempo manteniendo el área sembrada.

Dominio tres

Los productores de este dominio están ubicados en zonas de exposición muy alta frente a una condición de déficit hídrico, es decir, en áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico. Esto implica que este conjunto de productores necesitan de manera prioritaria la implementación de tecnologías que permitan una mayor adaptación a épocas de déficit hídrico.

La sensibilidad de los cultivos de los productores de este dominio es de grado medio, se observa que en Zona Bananera dedican gran parte del área sembrada a plátano, asimismo, se presenta una insuficiente diversificación de los cultivos de los que provienen los ingresos del productor; el manejo fitosanitario es insuficiente, dado que los productores tienen entre uno o dos tipos de manejo de plagas y enfermedades como máximo, dentro de los cuales se destaca el de síntesis química y/o manual. No obstante, la mayoría cuenta con sistema de riego y fertilizan los cultivos, aunque pocos realizan análisis de suelos, lo cual disminuye el nivel de sensibilidad.

Igual que los grupos de productores de los dominio uno y dos, su capacidad adaptiva es media, cuentan en su totalidad con disponibilidad de agua para uso productivo, tienen asimismo estrategias de almacenamiento en épocas secas, poseen fincas propias y la toma de decisiones es fácil debido a su tradición productiva, lo cual es una ventaja como capital social por el aporte de conocimientos y experiencia en la actividad; asimismo, cuentan con alta disponibilidad de mano de obra en la zona, poseen un nivel medio de acceso a crédito, y condiciones de comercialización relativamente favorables. Como indicadores críticos, estos productores no cuentan con activos en animales, no hay diversificación de sus fuentes de ingresos, lo cual muestra dependencia económica del cultivo. Se presenta un muy bajo acceso a información climática, una baja participación de productores en redes sociales y una baja asistencia técnica (Figura 19).

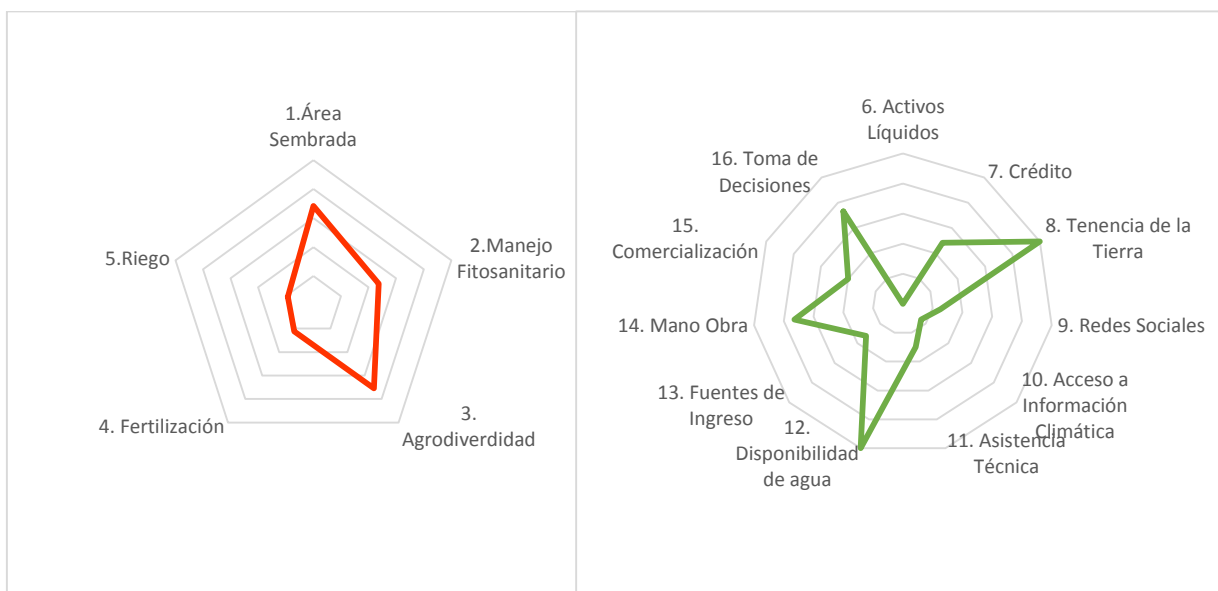


Figura 19. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.

Para este grupo de productores se realiza la misma recomendación que para los del dominio uno ya que comparten las mismas características socioeconómicas y del sistema productivo, no obstante, presentan un nivel de exposición agroclimática mayor.

Para este dominio, la recomendación de la tecnología se amplía para el caso de aquellos productores que tengan cultivos establecidos y no cuenten con tradición productiva, ni con un capital suficiente para llevarla a cabo, pero sí tienen acceso a crédito, estos igualmente deben contar con un capital financiero de acuerdo con los requerimientos de mano de obra a contratar más la inversión en insumos y servicios definidos en el dominio uno. De esta manera, un productor representativo que siembre 1 ha, requerirá un crédito de aproximadamente el 64 % del costo total para el primer periodo de implementación (dos años) y para el siguiente periodo requerirá de un crédito alrededor del 22 % del costo total, esto siempre y cuando contrate el 55 % de la mano de obra total requerida. La opción es viable en el tiempo, de acuerdo al comportamiento del capital financiero.

Es importante tener en cuenta que este grupo de productores presenta un nivel de exposición agroclimático mayor para la producción de plátano que los productores del dominio uno, esto se debe a que están ubicados en suelos no aptos para el cultivo; por lo



tanto, además de la opción tecnológica propuesta, es necesario llevar a cabo cuidadosamente el plan de fertilización y manejo del cultivo de acuerdo con la recomendación y la asistencia técnica. Asimismo, en general, se debe realizar una cuidadosa planificación en el manejo de los suelos y del agua (Corpoica, 2015b).

Dominio cuatro

Igual que los productores del dominio tres, están ubicados en zonas de exposición muy alta a una condición de déficit hídrico, es decir, en áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico. Esto implica que este conjunto de productores demanda de manera prioritaria la implementación de tecnologías que permitan una mayor adaptación a épocas de déficit hídrico.

La sensibilidad de los cultivos de los productores de este dominio es de grado medio; se explica principalmente porque los productores en Zona Bananera dedican gran parte del área sembrada al plátano; asimismo, hay poca diversificación de los cultivos de los que provienen los ingresos del productor. De igual manera, el manejo fitosanitario también aumenta de manera negativa la sensibilidad del cultivo, pues no cuentan con esquemas de manejo eficaces que eviten la disminución productiva asociada a plagas y enfermedades. No obstante, la mayoría cuenta con sistema de riego y fertilizan los cultivos, aunque pocos realizan análisis de suelos, lo cual contribuye a la disminución del nivel de sensibilidad.

A diferencia de los productores de los demás dominios, estos productores presentan una capacidad adaptativa baja, esto se debe a que cuentan con un muy bajo nivel de activos en animales, esto, sumado a la muy baja fuente de ingresos provenientes de otras actividades económicas, además de la agrícola, reduce los ingresos generados a partir de estas actividades; asimismo, presentan un muy bajo acceso a información climática, pocas posibilidades de crédito, su participación de productores en redes sociales es escasa, y carecen de asistencia técnica y de facilidad en la comercialización del producto dadas las condiciones de mercado en época de déficit hídrico. No obstante, estos productores cuentan en su totalidad con disponibilidad de agua para uso productivo y con estrategias de almacenamiento en épocas secas, poseen fincas propias y una amplia facilidad en la toma de decisiones debido en su mayor parte por la tradición productiva, lo cual es una ventaja como capital social por el aporte de conocimientos y experiencia en la actividad; asimismo, cuentan con alta disponibilidad de mano de obra en la zona (Figura 20).

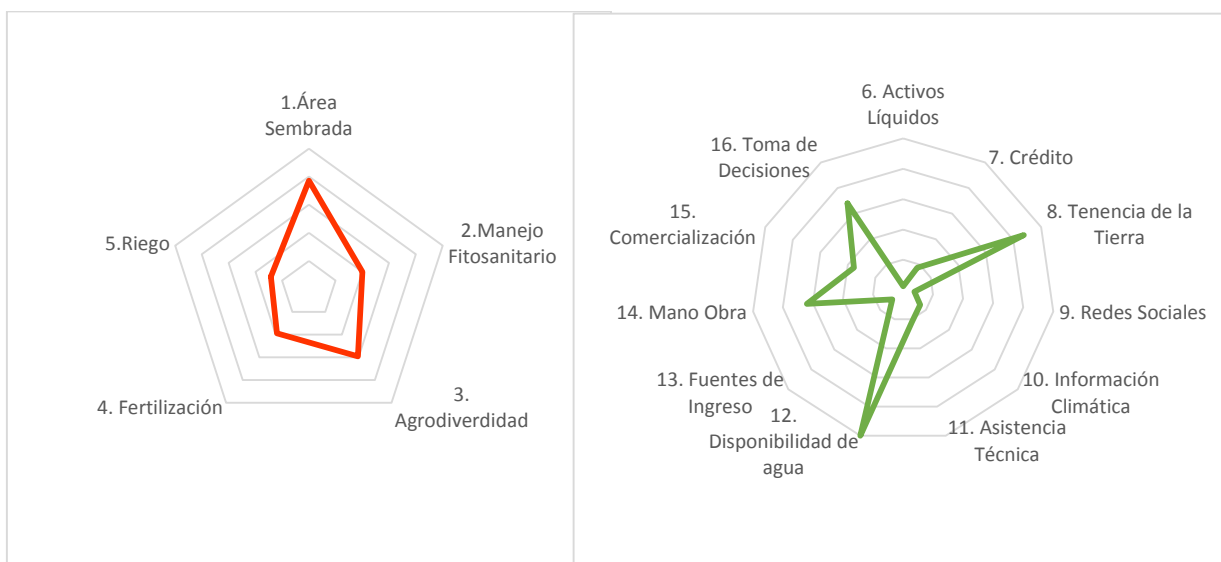


Figura 20. Indicadores de sensibilidad (Izquierda) y capacidad de adaptación (derecha), para los productores del dominio tres.

Para este grupo de productores se recomienda la implementación de la tecnología (manejo integrado de la fertilización y manejo integrado de Sigatoka) al igual que para los productores del dominio dos. No obstante, de manera similar al dominio tres, es necesario advertir que estos productores se encuentran ubicados en suelos no aptos para el cultivo, por lo cual presentan un nivel de riesgo agroclimático aún mayor para la producción de plátano; por tanto, debe llevarse a cabo cuidadosamente el plan de fertilización y manejo del cultivo de acuerdo con la recomendación y la asistencia técnica. Asimismo, en general, se debe tener presente la planificación en el manejo de los suelos y del agua (Corpoica, 2015b).

REFERENCIAS

- Arcila, M., Castellanos, P., Aranzazu, F., Valencia, A. (2010). *Sistema de producción y establecimiento del cultivo del plátano*. Recuperado de <http://www.platanodelquindio.com/2010/09/sistema-de-produccion-y-establecimiento>.
- Belalcázar, S. (1991). El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico. Serie Manual de Asistencia Técnica No. 50. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Subgerencia de Investigación; Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) Canadá; Comité Departamental de Cafeteros del Quindío; Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP), Cali, Colombia.
- Cazorla, C., & Baigorria, T. (s. f.). Antecesores de maíz: barbecho o cultivos de cobertura? EEA INTA Marcos Juárez , 7.
- Corpoica. (2005). Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En *Manual técnico: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos* (pp. 1 -10). Mosquera: Produmedios.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Mosquera: Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.
- Corpoica. (2015b). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para plátano (Zona Bananera), yuca (Sabanas de San Ángel) y maíz (Fundación)*. Mosquera: Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.
- Corpoica. (2016). *Informe Final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Plátano Hartón Municipio de Zona Bananera, Departamento de Magdalena*. Zona Bananera: Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.

Corpoica. (2016). *Plan de Manejo Agroclimático Integrado del sistema productivo de Plátano Hartón (Musa AAB).* Municipio de Acandí, departamento de Chocó: Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.

Corpoica-CIAT. (2015). *Informe de Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Atlántico y Bolívar en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre CORPOICA y el CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPO.*

Delgado, E., González, O., Moreno, N., y Romero, D. (2002). *Efecto del desmane sobre la calidad del racimo en platano FHIA 21 (Musa AAAB) en los llanos occidentales de Venezuela.* Cartagena: Asociación de Bananeros de Colombia.

FAO. (22 de 04 de 2016). *Depósito de documentos de la FAO.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s09.htm>

Gauhl, F. (1994). *Epidemiology and Ecology of Black Sigatoka (Mycosphaerella fijiensis) on Plantain and banana (Musa spp.) in Costa Rica, Central America.* The International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France.

Herrera, M., y Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano.* Huancayo: Universidad Agraria de la Molina.

Huerta, J. (2007). *Efecto de la cobertura vegetal y raíces en la erosión del suelo.* Tesis (Maestría en Ciencias, especialista en Hidrociencias). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. México.

Imodóvar, W., & Díaz, M. (2007). *Identificación y manejo de Sigatoka negra y otras enfermedades de plátano y guineo.* Mayagüez: Universidad de Puerto Rico. Recuperado de http://academic.uprm.edu/walmodovar/HTMLobj276/Manual_ID_y_MIP_de_SN_y_Enferm_Plat_y_Guineo.pdf

IPCC. (2012). *Managing the Risks of extreme events and disasters to advance climate.* Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

- Lafite, H. (1993).** *Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo.* México D. F.: CIMMYT.
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008).** Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.
- Mejía, S., Narro, L., Tapia, J., & Atencio, L. (s. f.).** Corpoica V-159. *Variedades de maíz de grano blanco.* Montería, Córdoba, Colombia: Corpoica, Fontagro, CYMMYT. Recuperado de http://infoagro.net/archivos_Infoagro/CambioClimatico/TecnologiaInnovadora/CartillaMaiz_Corpoic.pdf
- Méndez, E., Beer, J., Faustino, J. Otálora, A. (1998).** *Plantación de árboles en línea. Módulo de enseñanza agroforestal.* 2da ed. Costa Rica: CATIE.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011).** *Guía de prácticas climatológicas.* Ginebra, Suiza: OMM.
- Orozco, M., Orozco, J., Pérez, O., Manzo, G., Farías, J., & Silva, W. (2008).** Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33(3), 189-196.
- Ospina, J. (2015).** Manual Técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. *Gobernación de Antioquia.* doi:ISBN: 978-958-8711-73-7
- Palmer, W. (1965).** Meteorological drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, 45, 58.
- Palencia, G., Gómez, R., Martín, J. (2006).** Manejo Sostenible del Cultivo del Plátano. En Calle Hoyos Luz María. Produmedios. Bucaramanga.
- Pound, B. (23 de agosto de 2016).** Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América. Recuperado de <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Pound7.htm>
- Ruíz, J., Medina, G., González, I., Flórez, H., Ramírez, G., Ortiz, C., . . . Martínez, R. (2013).** *Requerimientos agroecológicos de cultivos.* Jalisco: SAGARPA -INIFAP.



- Ureste, J., & Campos, S. (1995).** Respuesta del cultivo de maíz a la labranza de conservación en cuatro diferentes suelos tropicales. *Agronomía Mesoamericana*, 6, 80-87. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v06n01_080.pdf
- Urrea, G., & Navas, A. (s. f.).** ICA V-156 e ICA V-109 *Variedades mejoradas de maíz para el clima cálido*. Montería, Córdoba, Colombia: Convenio Corpoica- Fenalce.
- Violic, A. (23 de agosto de 2016).** *Labranza cero en maíz labranza cero en maíz*. Recuperado de <http://www.sap.uchile.cl/>:
http://www.sap.uchile.cl/descargas/agronomia/0101_Labranza_cero_en_maiz.PDF



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingrese por:

www.corpoica.org.co » sección Microsites » Link MAPA Pestaña Sistema Experto

<http://www.corpoica.org.co/site-mapa/sistexp>