



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de plátano

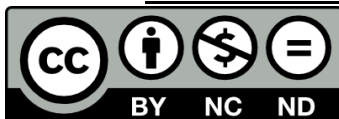
**Municipio de Dibulla
Departamento de La Guajira**



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Octubre 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 | |
|----------------------------------|---|
| Alejandro Vargas Pinedo | Profesional de apoyo a la Investigación |
| Milton Rivera Rojas | Investigador máster |
| Martha Marina Bolaños Benavides | Investigadora Ph.D |
| Alexander Vega Amante | Profesional de apoyo a la investigación |
| Julián Rivera Rojas | Profesional de apoyo a la Investigación |
| María Ledezma Barboza | Profesional de apoyo a la Investigación |
| Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray | Investigador Master |



AGRADECIMIENTOS

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

Al productor, no solo por haber dispuesto su predio para la validación de las opciones tecnológicas presentadas, sino también por su disposición, compromiso y dedicación en pro del desarrollo de la parcela de integración. Sus aportes contribuyeron a obtener los resultados plasmados en este documento.

A los asistentes técnicos, que aportaron al proyecto a partir de sus conocimientos locales.

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

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

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



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Introducción | 10 |
| Objetivos..... | 11 |
| Riesgo agroclimático para el sistema productivo del plátano en Dibulla | 12 |
| Sección 1: factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y el municipio | 13 |
| Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Dibulla | 13 |
| Exposición del cultivo de plátano a amenazas derivadas de la variabilidad en Dibulla ... | 19 |
| Zonas de Dibulla con mayor o menor riesgo agroclimático para el cultivo de plátano ... | 26 |
| Gestión de la información agroclimática-agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca | 29 |
| Sección 2: prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del plátano ante condiciones de déficit hídrico en el suelo en Dibulla | 30 |
| a. Riego por aspersión subfoliar..... | 32 |
| b. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) | 34 |
| Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas | 39 |
| Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano en Dibulla ante condiciones climáticas limitantes | 42 |
| Sección 3: implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de plátano en Dibulla..... | 47 |



| | |
|---|----|
| Dominio de recomendación | 47 |
| Determinación de los dominios de recomendación | 48 |
| Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en Dibulla | 49 |
| Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio | 50 |
| REFERENCIAS | 57 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de plátano en Dibulla, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo..... | 12 |
| Figura 2. Variables biofísicas de Dibulla. | 14 |
| Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio en Dibulla..... | 15 |
| Figura 4. Aptitud de uso de los suelos para sistema productivo de plátano en el municipio de Dibulla..... | 20 |
| Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales en la ventana de análisis I (abril-agosto) bajo condiciones de humedad en el suelo, restrictivas por déficit hídrico para el sistema productivo de plátano, en Dibulla..... | 23 |
| Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales en la ventana de análisis II (septiembre-enero) bajo condiciones de humedad en el suelo, restrictivas por déficit hídrico para el sistema productivo de plátano, en Dibulla..... | 25 |
| Figura 7. Mapa de aptitud agroclimática, en la ventana de análisis I (abril-agosto), para el sistema productivo de plátano en condiciones de déficit hídrico en Dibulla. | 27 |
| Figura 8. Mapa de aptitud agroclimática, en la ventana de análisis II (septiembre-enero) para el sistema productivo del plátano en condiciones de déficit hídrico en Dibulla. | 28 |
| Figura 9. Balance hídrico atmosférico (arriba) y balance hídrico agrícola (abajo) del sistema productivo de plátano en Dibulla, entre los meses de septiembre del 2015 y mayo del 2016. Fuente: (Corpoica, 2016a). | 31 |
| Figura 10. Sistema de riego por aspersión subfoliar en el sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 32 |



| | |
|---|----|
| Figura 11. Sistema de riego por inundación en el sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 33 |
| Figura 12. Sistema de calificación de Stover (1971), modificado por Gauhl (1989), para determinar la severidad de la sigatoka. | 36 |
| Figura 13. Elaboración de trampas para atrapar picudos en Dibulla. | 38 |
| Figura 14. Labor de deshije en el sistema productivo del plátano. | 43 |
| Figura 15. Apuntalamiento en el sistema productivo de plátano..... | 44 |
| Figura 16. Flujo de aire en una barrera rompeviento. | 45 |
| Figura 17. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 1..... | 51 |
| Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 2..... | 52 |
| Figura 19. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 3..... | 53 |
| Figura 20. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 4..... | 54 |
| Figura 21. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 5..... | 55 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Duración, valor ONI y anomalías de precipitación en Dibulla, durante los eventos de <i>El Niño</i> en el período 1980-2011. | 17 |
| Tabla 2. Duración, valor ONI y anomalías de precipitación en Dibulla, durante los eventos de <i>La Niña</i> en el período 1980-2011. | 17 |
| Tabla 3. Calendarios fenológico para el sistema productivo de plátano en Dibulla, para dos ventanas temporales de análisis. | 21 |
| Tabla 4. Descripción de las estrategias empleadas en el MIPE del sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 34 |
| Tabla 5. Escala de evaluación de severidad de la sigatoka, de Stover (1971), modificada por Gauhl (1989). | 36 |
| Tabla 6. Fertilización anual del sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 39 |
| Tabla 7. Promedio ponderado de infestación del sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 40 |
| Tabla 8. Rendimiento del sistema productivo de plátano, de acuerdo con el esquema de manejo..... | 40 |
| Tabla 9. Calidades y pesos de dedos en el sistema productivo del plátano en Dibulla..... | 41 |
| Tabla 10. Índice de Productividad de Agua de los sistemas de riego de Dibulla. | 41 |
| Tabla 11. Relación barrera-cultivo y su efecto en la protección contra el viento. | 46 |
| Tabla 12. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de plátano de Dibulla..... | 50 |



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, construido por el proyecto de *Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático – Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática* (MAPA), contiene herramientas que soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos, contribuyendo a la reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

Según este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción, en 69 municipios de 18 departamentos del país. Para ello se desarrollaron parcelas de integración en 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas participativamente con productores e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. El Fondo Adaptación, en el departamento de La Guajira, priorizó el sistema productivo del plátano (*Musa AAB*), en el municipio de Dibulla.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano a condiciones de déficit hídrico en el suelo, en Dibulla (La Guajira).



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano (*Musa AAB*) ante el riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en Dibulla, mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática de Dibulla para la toma de decisiones en el sistema productivo de plátano en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano ante condiciones de déficit hídrico en el suelo, en Dibulla.
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de plátano en el municipio de Dibulla (La Guajira).

Riesgo agroclimático para el sistema productivo del plátano en Dibulla

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) se expresa en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo, definida por su exposición, por la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y por la capacidad adaptativa del sistema productivo ante el riesgo agroclimático. En la Figura 1 se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo de plátano ante 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 con las características socioeconómicas de los productores.

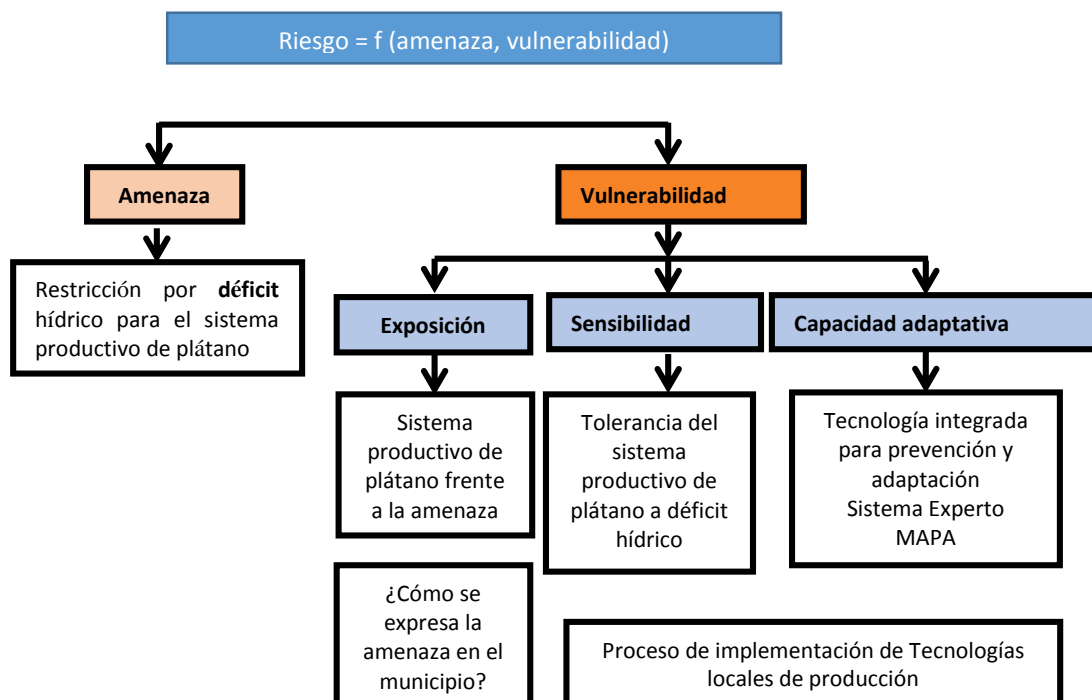


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de plátano en Dibulla, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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

A escala departamental: es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento (deslizamientos, inundaciones, excesos y déficit hídrico), la cual está dada por su ubicación geográfica, variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración $[ET_0]$).

A escala municipal: el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, altitud y paisaje) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración $[ET_0]$, y de las anomalías porcentuales de precipitación, temperaturas dadas por la variabilidad climática relacionada con los fenómenos de *El Niño* y de *La Niña*, y 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, consultar el Sistema Experto (SE)-MAPA.

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Dibulla

Lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen de algunas zonas o sectores del municipio más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y el paisaje, entre otras variables, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequías y temperaturas altas y bajas que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios.

Dibulla, ubicado en el occidente de La Guajira, abarca las subzonas hidrográficas de río Ancho y de otros que van directos al Mar Caribe (88,9 % del área del municipio), la parte baja del río Tapias (10,98 %) y los ríos Ranchería y Alto Cesar (0,12 %) (Figura 2) (Corpoica, 2015a).

Dibulla registra altitudes desde 0 hasta más de 4000 metros sobre el nivel del mar (msnm), predominando altitudes de 0 a 500 msnm (66,55 % del área total) al norte del municipio (Figura 2). El municipio se caracteriza por paisajes montañosos (71,49 %) representados por topografías escarpadas y empinadas en la Sierra Nevada de Santa Marta, lomerío y piedemonte (22,6 %), además por planicies de relieves bajos en un 5,61 % del área total del municipio.

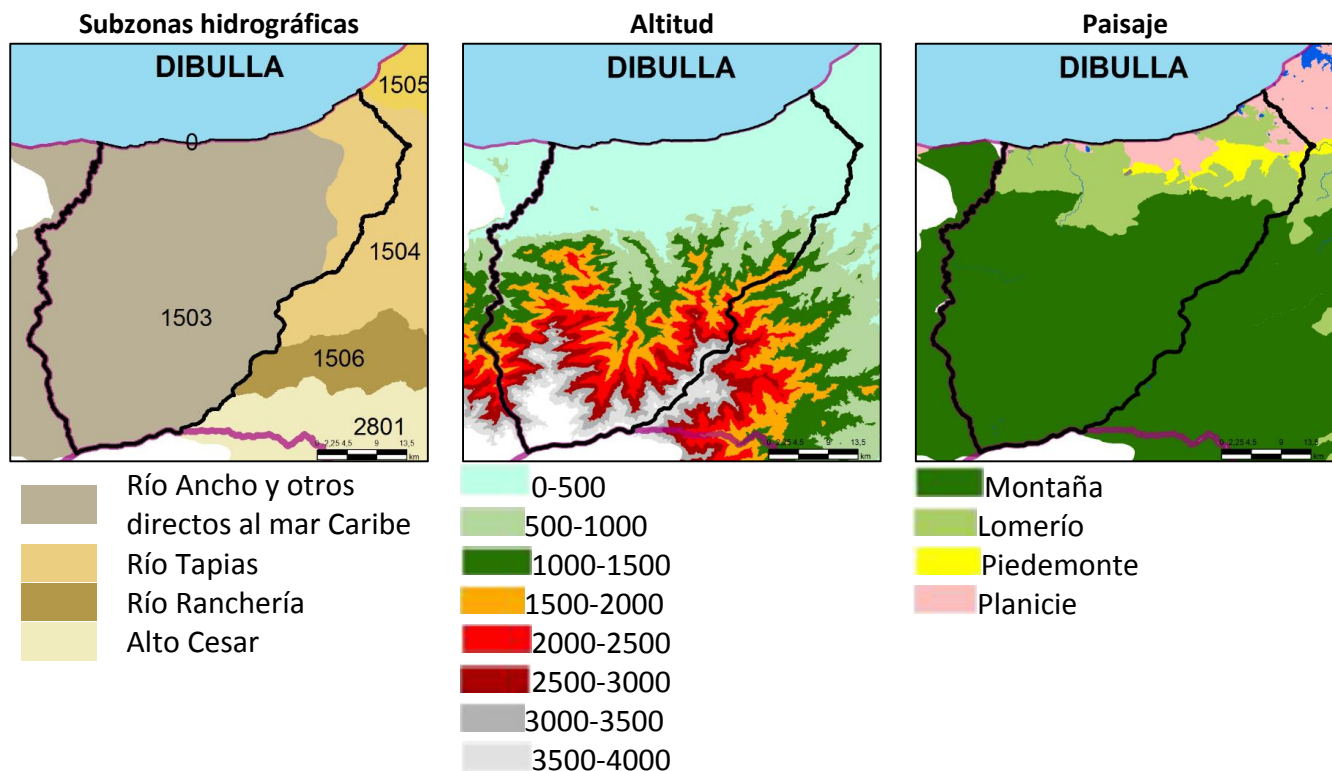


Figura 2. Variables biofísicas de Dibulla.
Fuente: Corpoica, 2015a.

Lo segundo a revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con los que es posible identificar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para el análisis climático de Dibulla se destacan:

Precipitación: en la Figura 3 se muestra la variación mensual de la precipitación en Dibulla. La línea verde punteada representa la precipitación promedio (1.353 mm/año) y las barras rojas y azules la precipitación en los años de menor (1991) y mayor (2010) precipitación, respectivamente. En 1991, las lluvias se redujeron un 16,9 % (1.124,1 mm), mientras que en 2010 el aumento fue de 32,4 % (1.791,5 mm), particularmente en el segundo semestre del año.

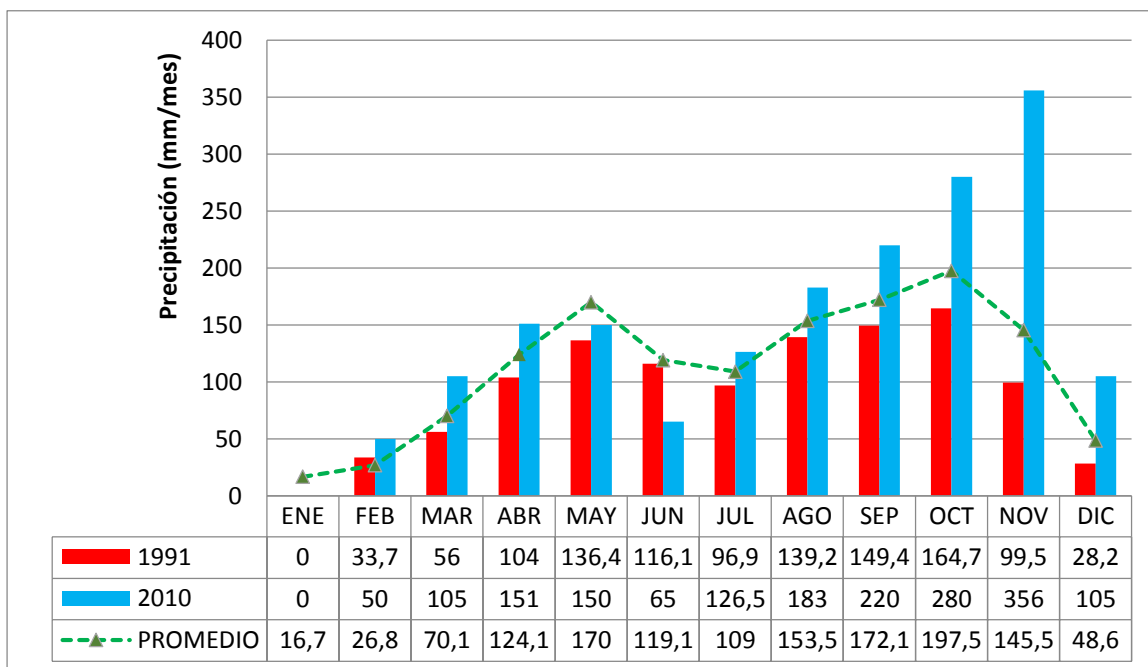


Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio en Dibulla.
Fuente: Corpoica, 2015a.

Las lluvias tienen distribución bimodal con dos temporadas lluviosas, la primera entre marzo y mayo, y la segunda entre agosto y noviembre; entre los meses de junio y julio hay una disminución de las precipitaciones. La temporada seca comprende los meses de diciembre, enero y febrero. El periodo crítico corresponde a aquellos meses en los cuales los productores no están preparados para afrontar el déficit hídrico, es decir, los meses en los cuales normalmente se presentan precipitaciones (septiembre, octubre y noviembre), aunque el periodo crítico aumenta si el evento se extiende por varios meses o coincide con periodos secos.

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

- El valor porcentual de la anomalía: que indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación, y
- El valor del Índice Oceánico El Niño (ONI),¹ el cual indica qué tan fuerte es la variación de la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical, e identificar eventos cálidos (*El Niño* - valores mayores a 0,5) o fríos (*La Niña* - valores menores a -0,5).

Los valores ONI son útiles para monitorear la variación de la temperatura del Océano Pacífico Tropical e identificar los fenómenos de *El Niño* y de *La Niña*. Se calculan 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). Cuando la variación supera valores de +0,5 °C se habla de un evento de *El Niño*, y cuando los valores son menores a -0,5 °C es un evento de *La Niña*, durante por lo menos cinco meses consecutivos para ambos casos.

Las Tabla 1 y Tabla 2 muestran la duración e intensidad de los fenómenos ENSO en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno. En Dibulla se registró una disminución de las lluvias del 29 % con respecto al promedio multianual, asociado al valor de ONI más alto durante el periodo analizado, el cual fue de 2,5. Sin embargo, se han presentado reducciones de lluvias asociadas a *El Niño*

¹ Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: <http://bit.ly/29LNC2H>

de hasta 33 % (mayo de 1982 a junio de 1983). El periodo de mayor duración de un evento de *El Niño* es de 19 meses.

Tabla 1. Duración, valor ONI y anomalías de precipitación en Dibulla, durante los eventos de *El Niño* en el período 1980-2011.

| | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inicio | May-82 | Ago-86 | May-91 | May-94 | May-97 | May-02 | Jun-04 | Ago-06 | Jul-09 |
| Fin | Jun-83 | Feb-88 | Jun-92 | Mar-95 | May-98 | Mar-03 | Feb-05 | Ene-07 | Abr-10 |
| 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 | 1,9 |
| Anomalía | -33 % | 13 % | -8 % | -3 % | -29 % | 5 % | 5 % | -23 % | -17 % |

Fuente: Corpoica, 2015a.

Para el caso de *La Niña*, la mayor anomalía positiva ha sido de 42 %, con un rango de valor ONI de -0,7 a -1,9 y una máxima duración de 24 meses, resaltando que también se puede presentar una anomalía negativa, es decir, una reducción de las precipitaciones de hasta el 34 %.

Tabla 2. Duración, valor ONI y anomalías de precipitación en Dibulla, durante los eventos de *La Niña* en el período 1980-2011.

| | | | | | | | |
|------------------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Inicio | Oct.-84 | Mayo-88 | Sep.-95 | Julio-98 | Oct.-00 | Sep.-07 | Julio-10 |
| Fin | Sep.-85 | Mayo-89 | Marzo-96 | Junio-00 | Feb.-01 | Mayo-08 | Abril-11 |
| 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 | -15 % | -34 % | 24 % | -3 % | -28 % | -2 % | 42 % |

Fuente: Corpoica, 2015a.

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

Velocidad del viento: una de las particularidades climáticas del municipio son los fuertes vientos, los cuales se encuentran en un rango promedio de 5 a 7 m.s^{-1} (18 a $25,2 \text{ Km.h}^{-1}$) alcanzando velocidades máximas de hasta 33 m.s^{-1} ($118,8 \text{ Km.h}^{-1}$), con probabilidad máxima de ocurrencia de $0,14 \%$ (IDEAM, 2015). La anomalía de velocidad del viento durante *El Niño* puede variar $-0,2 \text{ m.s}^{-1}$ ($-0,72 \text{ Km.h}^{-1}$), mientras que, en eventos *La Niña*, la anomalía sería hasta de 0.2 m.s^{-1} ($0,72 \text{ Km.h}^{-1}$) (IDEAM, 2015).

Para mayor información sobre el riesgo climático relacionado con vientos, puede consultar el Atlas de Vientos del IDEAM en:
<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas: con la cartografía temática del proyecto MAPA se pueden identificar la susceptibilidad a exceso hídrico bajo eventos de *La Niña*, la susceptibilidad a déficit hídrico bajo eventos de *El Niño*, la susceptibilidad biofísica a inundación, la afectación de la capacidad fotosintética analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), las áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o las áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).



Para mayor información sobre la susceptibilidad de Dibulla a las amenazas climáticas, consultar el SE-MAPA.

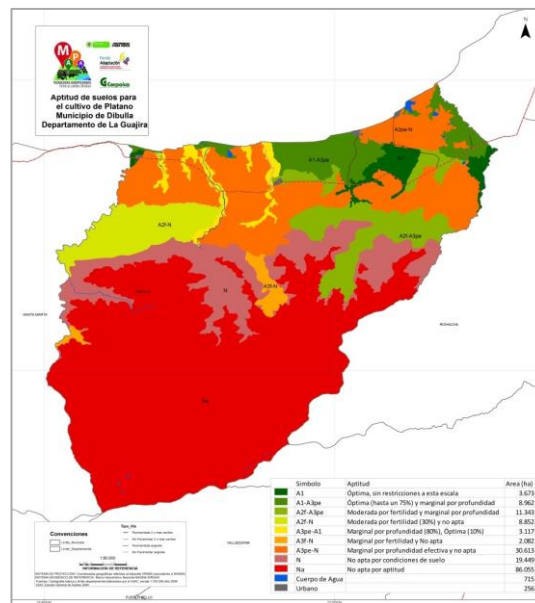
Exposición del cultivo de plátano a amenazas derivadas de la variabilidad en Dibulla

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por características de los suelos y por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio. Para evaluar la exposición, determine su ubicación e identifique:

- a. **En el mapa de aptitud de suelos:** las limitaciones de los suelos en el municipio. Es importante tener en cuenta que algunas limitaciones pueden manejarse con relativa facilidad (como las características químicas, mediante acondicionamiento o fertilización), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas y texturas).

En la Figura 4 se presenta el mapa de aptitud de suelos para el sistema productivo de plátano en Dibulla (Corpoica, 2015b). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es de 1:100.000.

Para tener en cuenta: en Dibulla solo un 2,1 % de los suelos del municipio (3673 ha) presenta aptitud óptima sin restricciones, y un 5,1 %, óptima con restricciones por profundidad. Aunque existen zonas con diferentes grados de moderación y marginalidad por profundidad y fertilidad, la mayor área del municipio es No apta (60,2 %).



| Símbolo | Aptitud | Área | |
|---------------|----------------|---------|------|
| | | ha | % |
| | A1 | 3673 | 2,1 |
| | A1-A3pe | 8962 | 5,1 |
| | A2f-A3pe | 11.343 | 6,5 |
| | A2f-N | 8852 | 5,1 |
| | A3pe-A1 | 3117 | 1,8 |
| | A3f-N | 2082 | 1,2 |
| | A3pe-N | 30.613 | 17,5 |
| | N | 19.449 | 11,1 |
| | Na | 86.055 | 49,1 |
| | Cuerpo de agua | 715 | 0,4 |
| | Urbano | 256 | 0,1 |
| Total general | | 175.117 | 100 |

Figura 4. Aptitud de uso de los suelos para sistema productivo de plátano en el municipio de Dibulla.

Fuente: Corpoica, 2015b.

Mapas de escenarios climáticos: con base en el cálculo del índice de severidad de sequía de Palmer² (Palmer W. , 1965), según los meses y etapa fenológica de referencia (Tabla 3), en las Figuras 5 y Figura 6 se presentan las probabilidades de déficit hídrico del suelo en dos ventanas de análisis: abril-agosto y septiembre-enero.

Tabla 3. Calendarios fenológico para el sistema productivo de plátano en Dibulla, para dos ventanas temporales de análisis.

| Ventana I (abril-agosto) | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | |
|--|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Aparición del retoño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo del retoño hasta que aparece la bellota | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo y formación del fruto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maduración y Cosecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ventana II (septiembre - enero) | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | | Enero | | | |
|--|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Aparición del retoño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo del retoño hasta que aparece la bellota | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo y formación del fruto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maduración y Cosecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

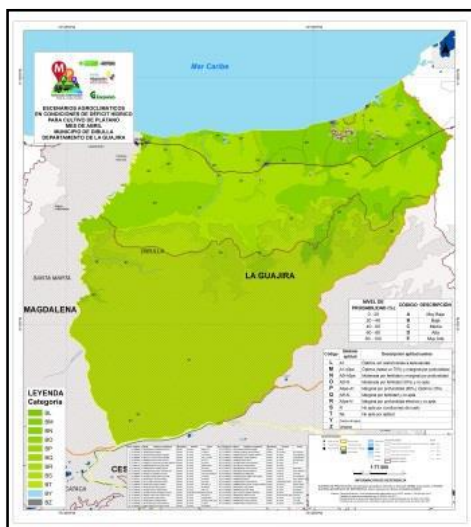
Fuente: Corpoica, 2015b.

En las dos ventanas de análisis se presentan probabilidades bajas (20-40 %, tonos verdes), medias (40-60 %, tonos amarillos) y altas (60-80 %, tonos naranjas) de déficit hídrico en el suelo. En la ventana I, y hacia el noroccidente del municipio, en los meses de julio y agosto (Figura 5) se manifiesta un mayor riesgo, dado que coinciden con la etapa de desarrollo del retoño hasta la aparición de la bellota. En la ventana II, y en la zona norte del municipio, existe un mayor riesgo entre noviembre y enero (Figura 6), pues corresponde a

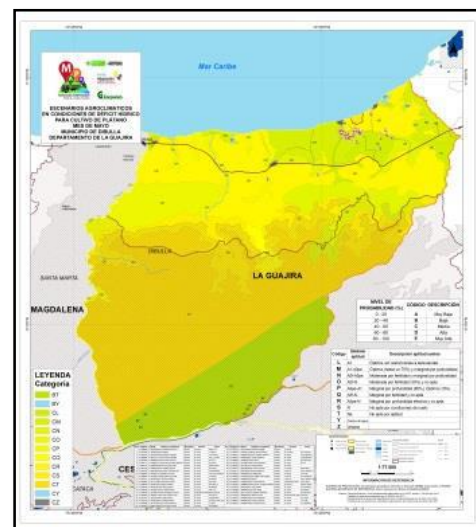
² Mide la duración e intensidad de un evento de sequía a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

etapas de desarrollo del retoño hasta la aparición de la bellota, la floración, el desarrollo y la formación del fruto, la maduración y la cosecha (Corpoica, 2015b).

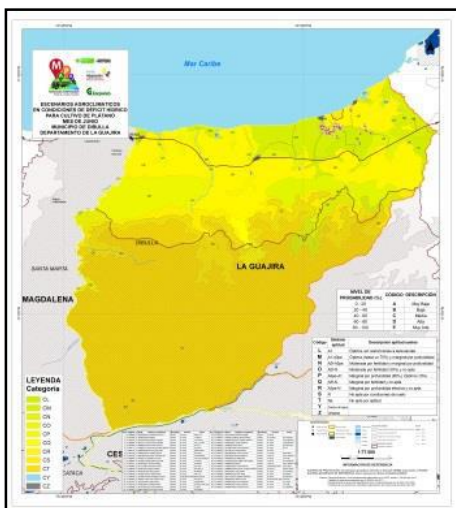
Abril



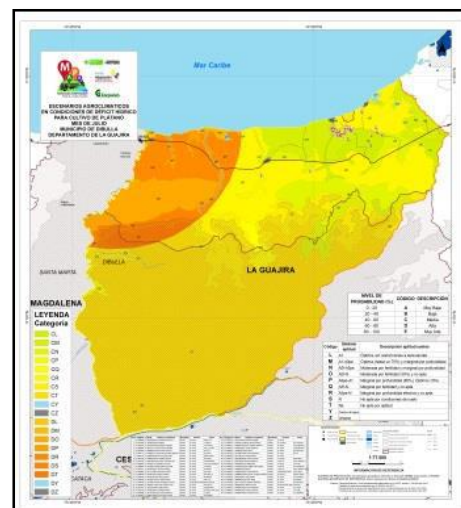
Mayo



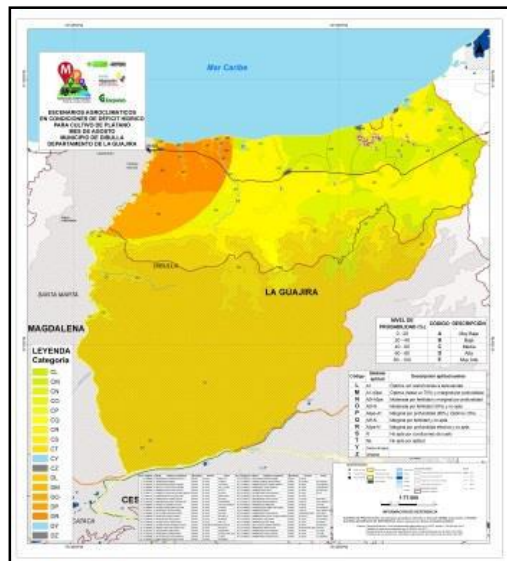
Junio



Julio



Agosto



Convenciones

| | |
|----|----|
| CO | BL |
| CP | BM |
| CQ | BN |
| CR | BO |
| CS | BP |
| CT | BQ |
| CU | BT |
| CY | BU |
| CZ | BY |
| DR | BZ |
| DS | CL |
| DU | CM |
| EU | CN |

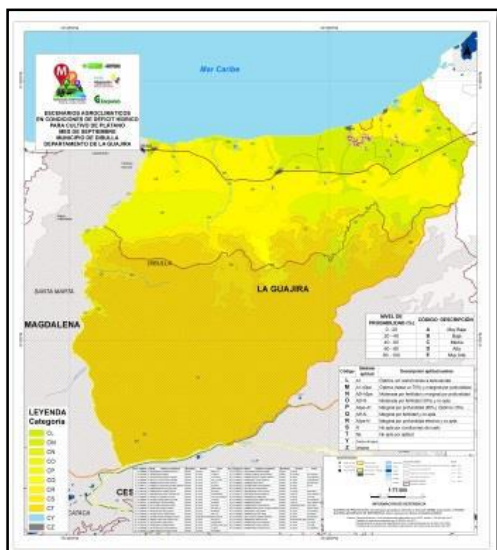
| Probabilidad de déficit hídrico en el suelo | Código | Descripción |
|---|--------|-------------|
| 0-20 | A | Muy baja |
| 20-40 | B | Baja |
| 40-60 | C | Media |
| 60-80 | D | Alta |
| 80-100 | E | Muy alta |

| Código | Símbolo de la aptitud | Descripción de la aptitud de los suelos |
|--------|-----------------------|--|
| L | A1 | Óptima, sin restricciones a esta escala |
| M | A1-A3pe | Óptima (hasta un 75 %) y marginal por profundidad |
| N | A2f-A3pe | Moderada por fertilidad y marginal por profundidad |
| O | A2f-N | Moderada por fertilidad (30 %) y no apta |
| P | A3pe-A1 | Marginal por profundidad (80 %) y óptima 10 % |
| Q | A3f-N | Marginal por fertilidad y no apta |
| R | A3pe-N | Marginal por profundidad efectiva y no apta |
| S | N | No apta por condiciones de suelo |
| T | Na | No apta por aptitud |
| Y | | Cuerpo de agua |
| Z | | Urbano |

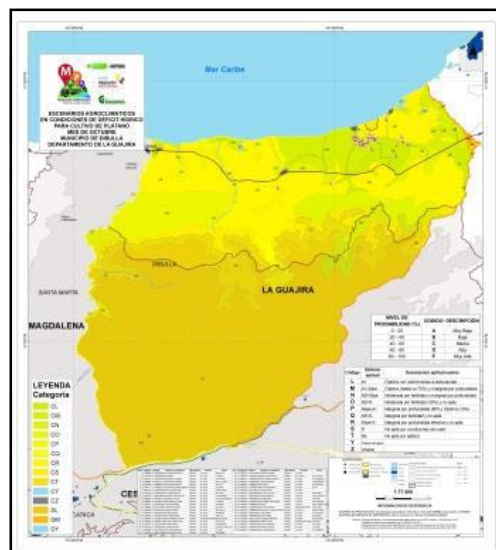
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales en la ventana de análisis I (abril-agosto) bajo condiciones de humedad en el suelo, restrictivas por déficit hídrico para el sistema productivo de plátano, en Dibulla.

Fuente: Corpoica, 2015b.

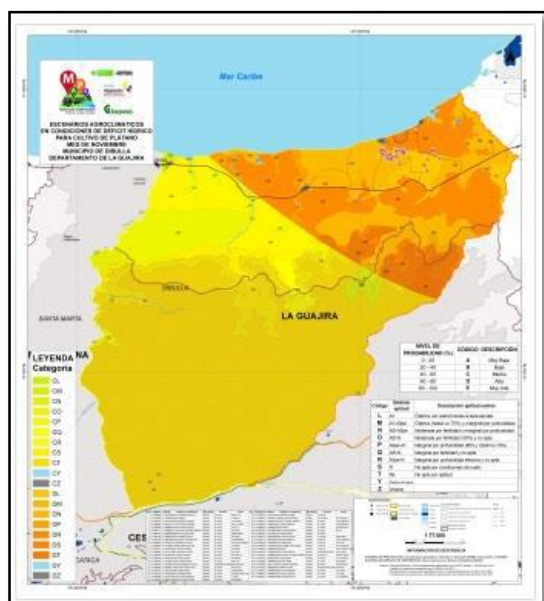
Septiembre



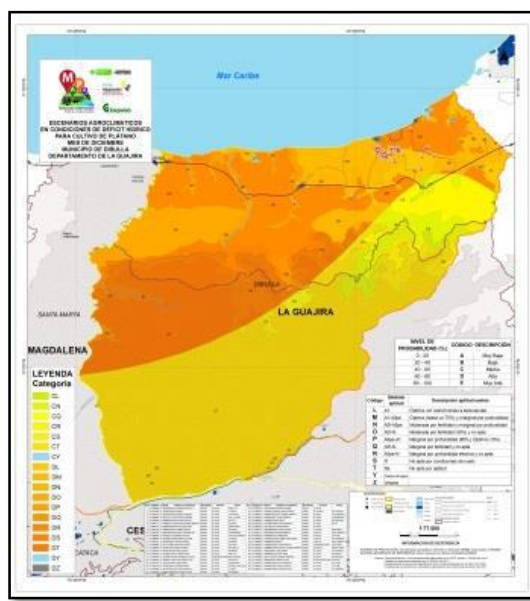
Octubre



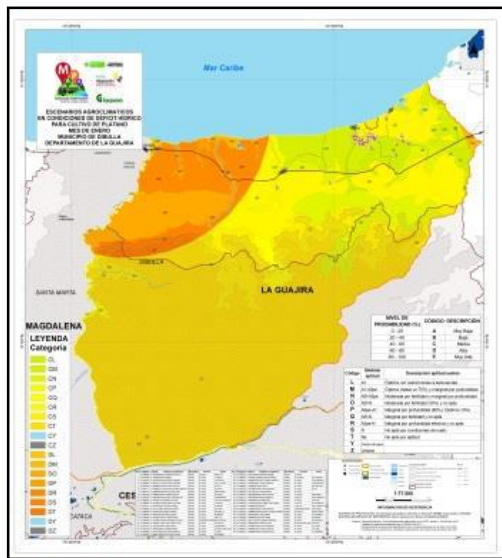
Noviembre



Diciembre



Enero



Convenciones

| | |
|----|----|
| CO | BL |
| CP | BM |
| CQ | BN |
| CR | BO |
| CS | BP |
| CT | BQ |
| CU | BT |
| CY | BU |
| CZ | BY |
| DR | BZ |
| DS | CL |
| DU | CM |
| EU | CN |

| Probabilidad de déficit hídrico en suelo | 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 de la aptitud | Descripción de la aptitud de los suelos |
|--------|-----------------------|--|
| L | A1 | Óptima, sin restricciones a esta escala |
| M | A1-A3pe | Óptima (hasta un 75 %) y marginal por profundidad. |
| N | A2f-A3pe | Moderada por fertilidad y marginal por profundidad |
| O | A2f-N | Moderada por fertilidad (30 %) y no apta |
| P | A3pe-A1 | Marginal por profundidad (80 %), óptima (10 %) |
| Q | A3f-N | Marginal por fertilidad y no apta |
| R | A3pe-N | Marginal por profundidad efectiva y no apta |
| S | N | No apta por condiciones de suelo |
| T | Na | No apta por aptitud |
| Y | Cuerpo de agua | |
| Z | Urbano | |

Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales en la ventana de análisis II (septiembre-enero) bajo condiciones de humedad en el suelo, restrictivas por déficit hídrico para el sistema productivo de plátano, en Dibulla.

Fuente: Corpoica, 2015b.

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de presentar 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 a los calendarios fenológicos locales. Sin embargo, deben ser entendidos como un marco de referencia (Corpoica, 2015b).

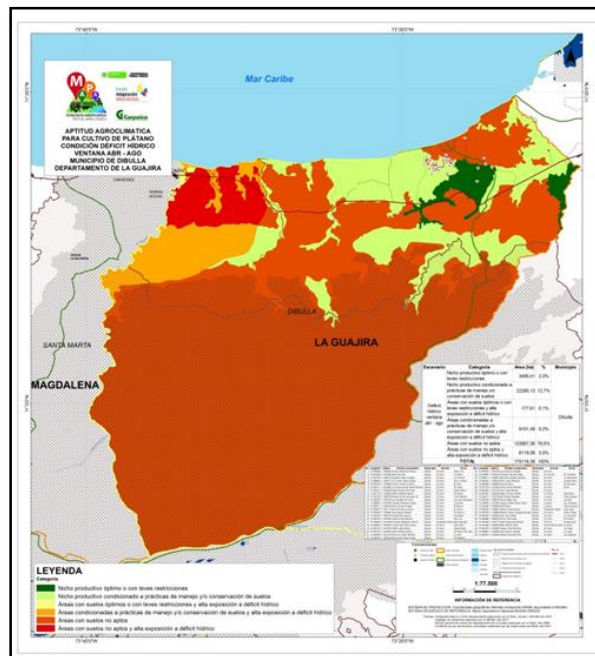
Zonas de Dibulla con mayor o menor riesgo agroclimático para el cultivo de plátano

Los mapas de aptitud agroclimática de Dibulla para el sistema productivo del plátano, en las dos ventanas de análisis, se presentan en las Figura 7 y Figura 8, respectivamente. Estos mapas integran la exposición mensual a déficit hídrico para el cultivo y la aptitud de los suelos. Las aptitudes agroclimáticas identificadas en Dibulla son:

- **Nicho productivo óptimo o con leves restricciones** (solo presente en la ventana I): (tono verde oscuro) 3.495,4 ha, que representan el 2,0 % del área total del municipio (175.117 ha).
- **Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos:** (tono verde claro) en la ventana ocupa 22.265,1 ha (12,7 % del área total del municipio) y en la ventana II, 179,0 ha (0,1 % del área total del municipio). Son suelos con aptitud moderada y marginal para el sistema productivo del plátano, por profundidad efectiva.
- **Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico:** (tono amarillo) con 176,6 ha (0,1 %) en la ventana I, 3.673,0 ha (2,1 %). Son suelos con aptitud óptima y moderada por acidez.
- **Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico:** (tono naranja claro) en la ventana I ocupa 9.101,5 ha (5,2 %) y en la ventana II, 31.185,2 ha (17,8 %). Son suelos con aptitud moderada y marginal por profundidad efectiva superficial.
- **Áreas con suelos no aptos:** (tono naranja oscuro) abarcan 133.957,4 (76,5 %) en la ventana I, y 62.316,1 ha (35,6 %), en la ventana II. Son zonas con baja exposición a déficit hídrico pero limitadas por altitud, relieves y cuerpos de agua.

- **Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico:** (tono rojo) son suelos restringidos principalmente por altitud y relieve: 6.119,4 ha (3,5 %) en la ventana I y 77.763,0 ha (44,4 %) en la ventana II.

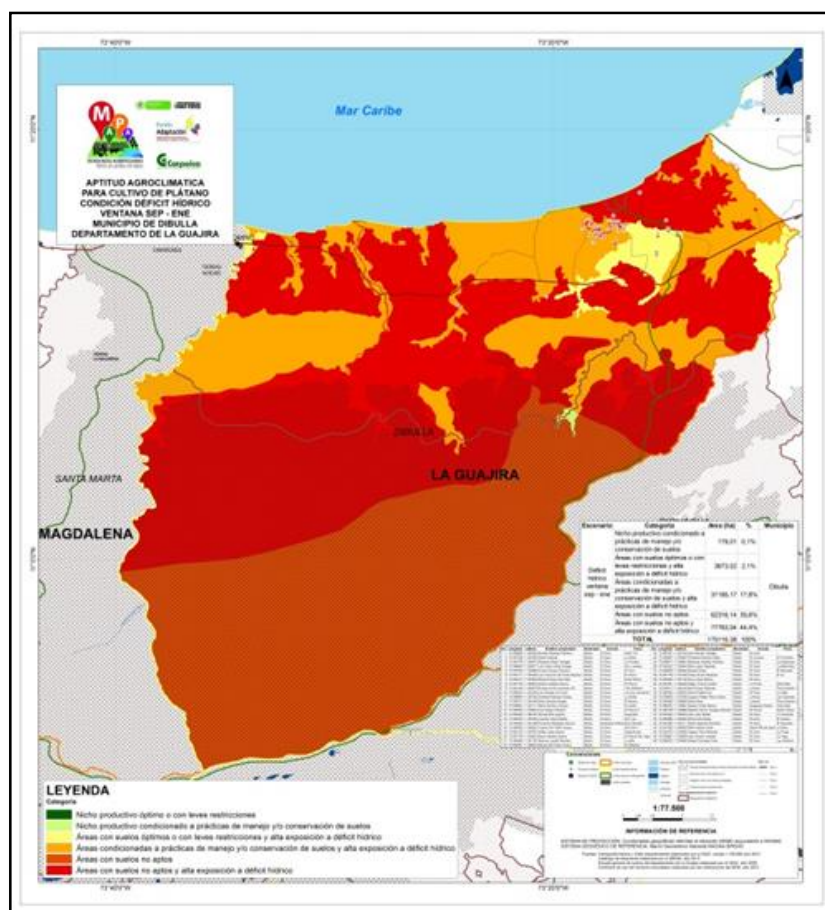
Para tener en cuenta: en la ventana II (septiembre a enero) se presentan las mayores reducciones de precipitación y no se identifican los nichos productivos. En dicha ventana se observa una mayor superficie afectada por déficit hídrico, en periodos que corresponden a las etapas reproductivas y productivas (floración y fructificación).



| LEYENDA | |
|---------|--|
| | Nicho productivo o con leves restricciones |
| | 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 |

Figura 7. Mapa de aptitud agroclimática, en la ventana de análisis I (abril-agosto), para el sistema productivo de plátano en condiciones de déficit hídrico en Dibulla.

Fuente: Corpoica, 2015b



| LEYENDA | |
|---------|--|
| | Nicho productivo o con leves restricciones |
| | 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 |

Figura 8. Mapa de aptitud agroclimática, en la ventana de análisis II (septiembre-enero) para el sistema productivo del plátano en condiciones de déficit hídrico en Dibulla.

Fuente: Corpoica, 2015b.



Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de plátano en Dibulla, consulte el SE-MAPA.

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

Información agroclimática: puede emplearse para tomar decisiones en la planificación agropecuaria, identificar riesgos asociados, relacionar diferentes sistemas productivos con la climatología de cualquier área y mejorar la planificación del uso y manejo del recurso suelo.

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

- Datos referidos al estado de la atmósfera (tiempo meteorológico), obtenidos a través de una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo, obtenidos del seguimiento de la humedad por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivos, resultado del seguimiento del desarrollo y crecimiento del sistema productivo.
- Prácticas agrícolas empleadas, tales como labores culturales y control de plagas, enfermedades y malezas.
- Fenómenos climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan al sistema productivo, como excesos y déficits de agua, heladas y deslizamientos.
- Distribución temporal de los periodos de crecimiento, épocas de siembra y tiempos de cosecha.



El registro de datos meteorológicos en la finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden analizarse durante el ciclo del sistema productivo, principalmente en etapas fenológicas críticas y relacionarse con las exigencias climáticas del sistema productivo, las necesidades hídricas, el manejo fitosanitario y los rendimientos.³

Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del plátano ante condiciones de déficit hídrico en el suelo en Dibulla

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas-validadas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de plátano en Dibulla. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas en una *parcela de integración* desarrollada por el proyecto MAPA entre los meses de septiembre del 2015 y mayo del 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico atmosférico y en el suelo (Figura 9).

Se observa que la evapotranspiración de referencia (Eto) es mayor a la precipitación durante la mayor parte del periodo, a excepción del mes de octubre del 2015. Los meses en los cuales se presentaron condiciones más intensas de déficit hídrico fueron de noviembre del 2015 a mayo del 2016 (Figura 9 – arriba).

En la Figura 9 (abajo) se presenta la dinámica de la lámina de agua disponible total (ADT: fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente), el agua fácilmente aprovechable (AFA: agua capilar retenida en los poros del suelo) y el agotamiento de agua (Dr: consumo del sistema productivo), en la parcela de integración durante el periodo de evaluación (septiembre del 2015-mayo del 2016). En la mayor parte de este periodo, el agotamiento del agua fue mayor que el agua fácilmente aprovechable, es decir, que el requerimiento de agua por parte del cultivo fue mayor el agua disponible en el suelo, lo cual es un indicativo de déficit hídrico. Solo en algunos

³ En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo. Consúltela en <http://bit.ly/29P68Zg>

periodos el agotamiento fue inferior al AFA. Asimismo, se muestra que a partir de finales de noviembre se presenta una condición de déficit hídrico en la planta, expresado en el coeficiente de estrés hídrico (K_s^4), que se prolongó hasta alcanzar un valor de aproximadamente 0,01 hacia los meses de febrero y marzo del 2016.

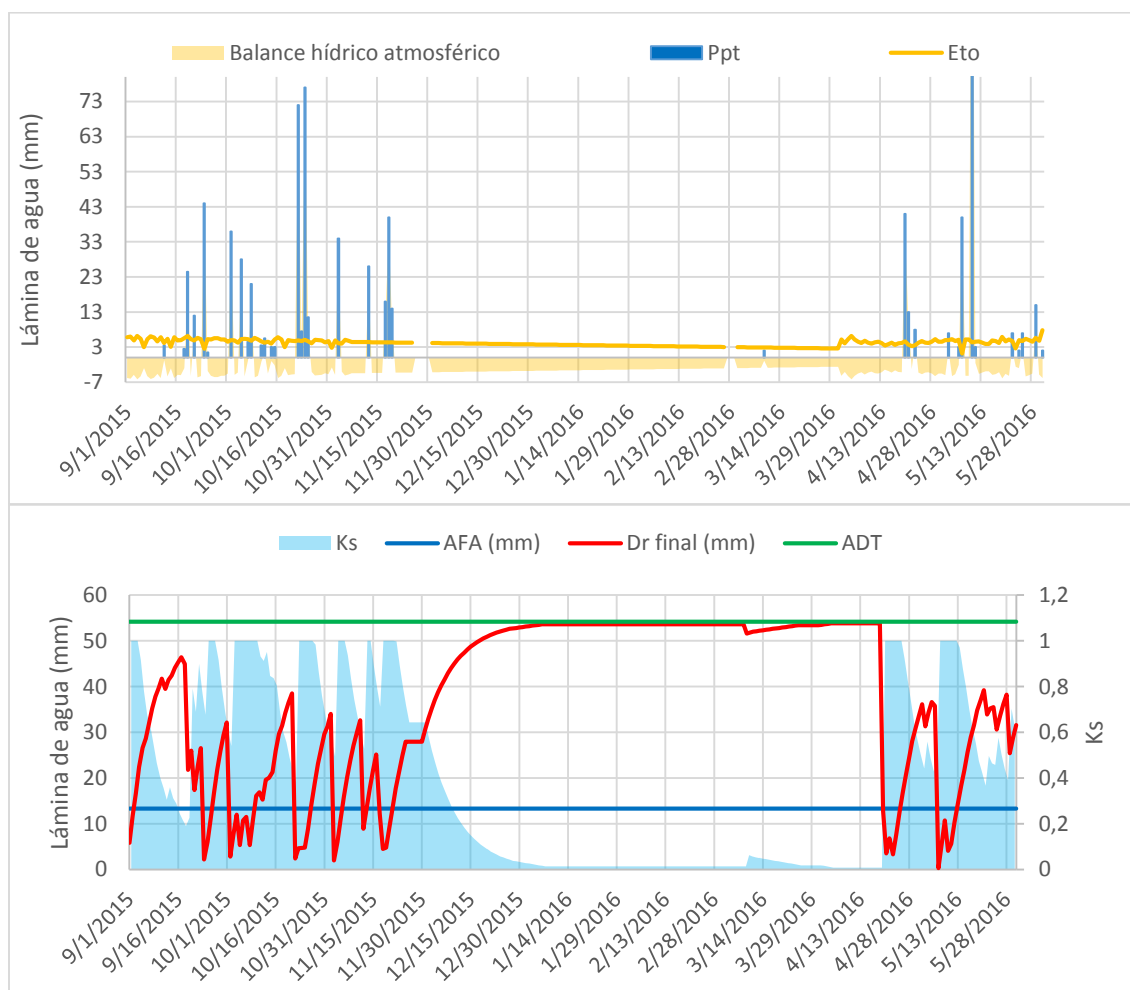


Figura 9. Balance hídrico atmosférico (arriba) y balance hídrico agrícola (abajo) del sistema productivo de plátano en Dibulla, entre los meses de septiembre del 2015 y mayo del 2016.
Fuente: (Corpoica, 2016a).

⁴ Índice que se expresa en un rango de 0 a 1, siendo el valor 1 sin estrés y cercanos a 0 con estrés.

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano ante condiciones de déficit hídrico en el suelo en Dibulla:

a. Riego por aspersión subfoliar

Es un sistema de riego que simula una lluvia uniforme y que se ubica a baja altura, de tal forma que opera debajo de las láminas foliares de las plantas (subfoliar), evitando generar condiciones favorables al desarrollo de enfermedades (Figura 10). Con este tipo de sistema se garantiza el suministro de agua de manera eficiente, aplicando solo la cantidad requerida con base en la determinación de láminas y frecuencias de riego, de acuerdo con el requerimiento de la especie, las propiedades físicas del suelo y la oferta climática. También optimiza la absorción de nutrientes del suelo, lo cual permite a la planta tener una mayor tolerancia a las condiciones de déficit hídrico en el suelo.



Figura 10. Sistema de riego por aspersión subfoliar en el sistema productivo del plátano en Dibulla.

El sistema de riego debe contemplar dos componentes: el primero es el diseño agronómico, es decir, la determinación de cuándo y cuánto regar, y el segundo, el diseño hidráulico, que corresponde a la infraestructura para realizar el riego. Con respecto al diseño agronómico, se considera una Evapotranspiración de referencia (E_{to}) de 5,2 mm/día y un coeficiente de cultivo (K_c) de 1,1, para obtener un uso consuntivo (U_c) de 5,72 mm/día. Con base en las propiedades físicas del suelo (capacidad de campo [CC] de

38,9 %; punto de marchitez permanente [PMP] de 33,65 % y densidad aparente de $1,64 \text{ g/cm}^3$, se determina una lámina neta (LN) de 10,33 mm y una lámina bruta de (LB) de 14,76 mm, con frecuencia de 3 a 4 días. Con relación al diseño hidráulico se puede emplear aspersores Smooth drive a una altura de 1,2 m, los cuales, operando a una presión de 40 PSI, generan una descarga de $3,3 \text{ mm.h}^{-1}$, así, el tiempo aproximado de operación es de 4,5 horas.

Este sistema de riego se comparó con el sistema de riego tradicional implementado por los agricultores de plátano en Dibulla (riego por gravedad), el cual no considera criterios de diseño agronómico y que en su diseño hidráulico utiliza tuberías de 4" que distribuyen el agua en el lote, con una descarga de $33,6 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$. La Figura 11 muestra el uso inadecuado del recurso hídrico con el sistema de riego por inundación.



Figura 11. Sistema de riego por inundación en el sistema productivo del plátano en Dibulla.

Es importante mencionar que el diseño agronómico e hidráulico de riego debe considerara las propiedades físicas de cada lote, por lo cual la información descrita anteriormente se debe considerar como información de referencia.

b. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)

El manejo integrado de plagas y enfermedades se define como una herramienta de manejo de plagas y patógenos mediante acciones de prevención, seguimiento (monitoreo) y control (Alarcón y Jiménez, 2012); este último se realiza a partir de la combinación de métodos químicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y ambientales (Hollier, 2004).

En la Tabla 4 se presentan las principales actividades del esquema MIPE para la sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y el complejo de picudos [picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)], las cuales son las mayores limitantes fitosanitarias del sistema productivo del plátano en Dibulla:

Tabla 4. Descripción de las estrategias empleadas en el MIPE del sistema productivo del plátano en Dibulla.

| Acción | Sigatoka | Picudo |
|-------------------|---|--|
| Prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Manejo adecuado de la sanidad del cultivo y podas sanitarias. • Desinfección de herramientas y elementos al entrar al lote. • Ubicar cajas de desinfección de botas con cal. | <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el comportamiento del insecto y los síntomas que causa. • Manejo de arvenses que sirvan de hospederos. |
| Monitoreo | <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual sistemática semanal o quincenalmente del cultivo, verificando avance de la enfermedad e intensidad. • Plantas marcadas (10-20 %) al azar en estado vegetativo, reemplazándolas cuando pasen a fase productiva. • Verificación de hoja más joven enferma, entre más nueva sea la hoja, mayor el nivel crítico de severidad de la enfermedad. | <ul style="list-style-type: none"> • Inspección sistemática del cultivo, verificando el estado biológico, verificando la intensidad. • Elaboración de trampas (20 por hectárea). |
| Control | <ul style="list-style-type: none"> • Sembrar plantas libres de | <ul style="list-style-type: none"> • Recolectar manualmente insectos |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>patógenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buena fertilización, riego a tiempo y buen drenaje. • Mantener distancias de siembra para buena aireación. • Control de malezas. • Remoción de partes afectadas. • Cosecha oportuna. • Destrucción de residuos de podas. • Control químico. | <p>y larvas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de trampas. • Aporque de plantas. |
|--|---|---|

Manejo integrado de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet): esta enfermedad es la más representativa en musáceas (Patiño et al., 2006), y afecta el área foliar de la planta, lo cual puede disminuir el potencial productivo y generar madurez prematura del fruto (Álvarez et al., 2013). El manejo integrado de esta enfermedad integra los siguientes componentes:

Prevención: aplicando medidas directas para evitar el aumento de fuentes de inóculo. Entre estas medidas se destacan:

- Sembrar plantas libres de patógenos: recurrir a viveros certificados.
- Mantener condiciones adecuadas de humedad del suelo mediante la implementación de riego basado en criterios técnicos.
- Control de arvenses.
- Destrucción de residuos de podas.
- Destronque o la eliminación del vástago o pseudotallo con machete o barreno, el cual se debe realizar tan pronto se efectúe la cosecha del racimo.
- Descalçetamiento, que consiste en quitar las vainas secas que cubren el pseudotallo, para evitar que sea refugio de plagas o inóculo de enfermedades (Palencia et al., 2006).

Monitoreo o seguimiento: se realiza inspección visual al azar en aproximadamente del 10 al 20 % de las plantas, verificando la hoja más joven enferma, el número de hojas infectadas y su grado de severidad. Se puede determinar el Promedio

Ponderado de Infección (PPI) empleando la metodología de Stover (1971), modificada por Gauhl (1989) (Tabla 5, Figura 12), tomando como hoja número uno a la hoja bandera extendida.

Tabla 5. Escala de evaluación de severidad de la sigatoka, de Stover (1971), modificada por Gauhl (1989).

| Grado | Descripción |
|-------|---|
| 1 | Hasta 10 manchas |
| 2 | < del 5 % de la hoja con manchas |
| 3 | Del 6 al 15 % del área foliar afectada |
| 4 | Del 16 al 33 % del área foliar afectada |
| 5 | Del 34 al 50 % del área foliar afectada |
| 6 | Más del 50 % del área foliar afectada |

Fuente: (Corpoica, 2016a)

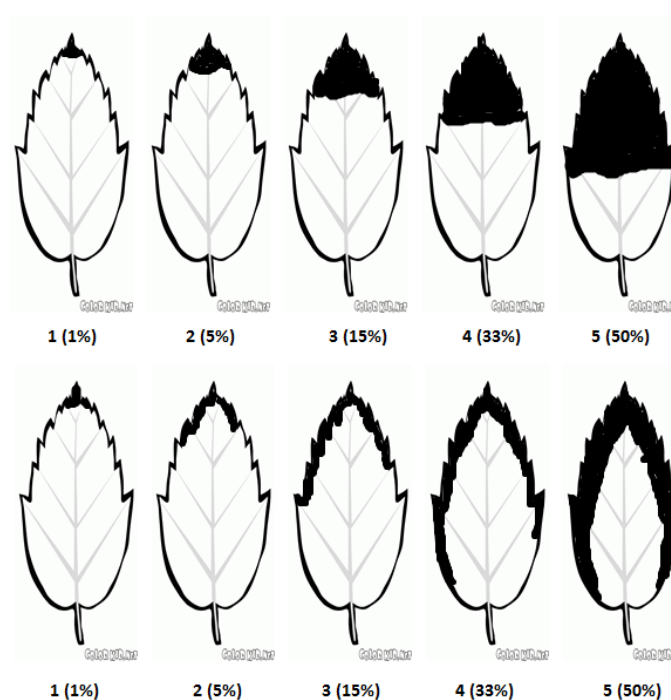


Figura 12. Sistema de calificación de Stover (1971), modificado por Gauhl (1989), para determinar la severidad de la sigatoka.

Se registran los datos de:

- **Número de hojas por planta (H/P):** se enumeraron las hojas, tomando como hoja uno la hoja bandera extendida.
- **Hoja más joven enferma (HMJE):** se contó la hoja más joven con síntomas de la enfermedad, contando como primera la hoja bandera extendida.
- **Porcentaje de hojas infectadas (%HI):** se contó el número de hojas infectadas y se calculó el % HI.

Con los datos registrados se calcula el PPI:

$$\% \text{ Hojas Infectadas por Grado} = \frac{\text{número total de hojas en cada grado}}{\text{número total de hojas}} * 100$$

$$PPI = \frac{\text{Suma de (\% hojas en cada grado * grado respectivo)}}{100}$$

Control: algunas prácticas para el control y la prevención de la sigatoka que se deben implementar con frecuencia semanal a quincenal, son:

- Manejo de arvenses, es decir, control mecánico con guadaña y machete, realizándolo con una periodicidad de quince días, de acuerdo con el seguimiento.
- Deshije, con el cual se disminuye la humedad circundante en la planta (Orozco et al., 2008), lo cual evita el desarrollo de la enfermedad. Se debe realizar con machete para evitar desanclar la planta.
- Deshoje, con el que se eliminan hojas amarillas, necróticas, dobladas, secas y bajas, para favorecer la libre circulación del viento. No siempre es necesario eliminar toda la hoja, solo basta remover la parte afectada, dejando el tejido sano que puede ser funcional para la planta. Cuando las hojas están afectadas en un porcentaje superior al 60 %, las hojas de plátano se eliminan, y cuando el porcentaje de afectación es inferior, la labor que se hace es el despunte, eliminando solo la parte de la hoja afectada.

Picudo negro y picudo rayado (*Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*), cuyo estado larval consume el tejido, dejando perforaciones que debilitan el sistema radical de la planta, detienen la emisión de brotes y acortan la vida útil del cultivo, además de ser la puerta de entrada de microorganismos (ICA, 2012) (Carballo, 2001).

Prevención: busca reducir la población de insectos para evitar que se convierta en plaga. Algunas acciones de prevención son:

- Manejo de arvenses que sirvan de hospederos.
- Erradicación de residuos de podas o cosecha que también sirvan de hospederos.

Monitoreo y control: se deben buscar perforaciones y galerías en el cormo y pseudotallo, o síntomas externos como debilidad general, amarillamiento, reducción en el crecimiento, tallos delgados y poca emisión de colinos (ICA, 2012).

Las plantas cosechadas pueden servir como trampas de monitoreo y control (Figura 13). Se construyen 20 trampas por hectárea, a las cuales se les aplica un producto biológico con principio activo de *Beauveria bassiana*. De esta manera se hace control y también se monitorea la población.



Figura 13. Elaboración de trampas para atrapar picudos en Dibulla.

La nutrición de las plantas es un componente relevante en el MIPE (Hellal y Abdelhamid, 2013), pues un adecuado balance nutricional entre el suelo y las plantas contribuye en la trofobiosis del sistema productivo, disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades (Feldhaar, 2014) (Chaboussou, 1967). En la Tabla 6 se muestra una propuesta de fertilización para el sistema productivo del plátano en Dibulla.

Tabla 6. Fertilización anual del sistema productivo del plátano en Dibulla

| Fertilizante | Cantidad Kg.ha ⁻¹ |
|---------------|------------------------------|
| Sulfato de Mg | 22 |
| DAP | 34 |
| Urea | 146 |
| Cloruro de K | 200 |
| Borozinco | 4 g/planta |
| Menores | 50 g/planta |

El plan de fertilización debe ajustarse con base en el resultado del análisis químico del suelo, por lo que el esquema expuesto anteriormente se debe interpretar como marco de referencia.

Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas

Las ventajas comparativas se presentan en una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas descritas anteriormente son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos, y deben ser ajustadas para cada sistema productivo de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Los resultados corresponden a un sistema productivo establecido en alta densidad, a una distancia de 3 m entre surcos y 1,5 m entre plantas, para una densidad de siembra de 2200 plantas/ha. Los resultados corresponden a la combinación de las opciones tecnológicas, en comparación con el manejo local.

Como se muestra en la Tabla 7, el promedio ponderado de infección (PPI) se mantiene por debajo del límite de afectación a partir del cual se debe ejercer control químico (2,0), sin

embargo, se destaca que los menores valores de PPI se presentan con el uso de riego por aspersión, en comparación con el riego por inundación.

Tabla 7. Promedio ponderado de infestación del sistema productivo del plátano en Dibulla.

| Esquema de manejo | PPI |
|-------------------------------|-----|
| Riego por aspersión + MIPE | 1,4 |
| Riego por aspersión sin MIPE | 1,3 |
| Riego por inundación + MIPE | 1,9 |
| Riego por inundación sin MIPE | 1,5 |

Con relación al promedio mensual de picudos capturados se observa también una reducción con el riego por aspersión, y un mayor número con el esquema de manejo local (riego por inundación y sin MIPE) (Tabla 8).

En la Tabla 8 se muestra el peso promedio por racimo y el rendimiento en cada esquema de manejo. Se observa un mayor rendimiento en los esquemas que utilizan riego por inundación, sin embargo, como se muestra en la Tabla 9 en los esquemas de manejo con riego por aspersión se obtiene una mejor calidad de la producción, lo cual impacta de mejor manera los ingresos del productor.

Tabla 8. Rendimiento del sistema productivo de plátano, de acuerdo con el esquema de manejo

| Esquema de manejo | Peso racimo (kg) | Rendimiento (t/ha ⁻¹) |
|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Riego por aspersión con el MIPE | 12,19 | 26,81 |
| Riego por aspersión sin el MIPE | 12,79 | 28,13 |
| Riego por inundación con el MIPE | 14,07 | 30,96 |
| Riego por inundación sin el MIPE | 12,67 | 27,88 |

Con el riego por aspersión se aumenta el porcentaje de dedos de primera a 58,0 %, en comparación con el riego por inundación (29,2 %), y se disminuye el porcentaje de calidades inferiores: de segunda, 36,8 % con aspersión, en comparación con el 62,5 % con inundación, y de puntilla de 8,33 % con inundación a 5,2 % con aspersión (Tabla 9).

Tabla 9. Calidades y pesos de dedos en el sistema productivo del plátano en Dibulla

| Esquema de manejo | Calidad | | | | | | Número Total de dedos | Peso racimo (kg) |
|----------------------------------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------------------------|------------------------|
| | Primera | | Segunda | | Puntilla | | | |
| | Número | Peso (g) | Número | Peso (g) | Número | Peso (g) | | |
| Riego por aspersión con el MIPE | 11,3 | | 6 | | 1 | | 18,3 | 12,19 |
| Riego por aspersión sin el MIPE | 10,3 | 800 | 8,8 | 500 | 1 | 150 | 20,1 | 12,79 |
| Riego por inundación con el MIPE | 7,4 | | 16 | | 1 | | 24,4 | 14,07 |
| Riego por inundación sin el MIPE | 6,4 | | 14,5 | | 2 | | 22,9 | 12,67 |

Con relación al uso adecuado del recurso hídrico, el volumen de agua aplicado durante todo el ciclo fue un 65,8 % menos con el riego por aspersión, en comparación con el de inundación (Tabla 10). Asimismo, el índice de productividad de agua (IPA⁵) muestra un ahorro del 150 % de agua por cada kilogramo producido.

Tabla 10. Índice de Productividad de Agua de los sistemas de riego de Dibulla.

| Sistema de riego | Lámina de agua aplicada $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ | Total peso racimo kg | Rendimiento ($\text{t}.\text{ha}^{-1}$) | IPA ($\text{m}^3.\text{kg}^{-1}$) |
|---------------------|--|-------------------------|--|--|
| Aspersión subfoliar | 5510 | 12,5 | 27,5 | 0,2 |
| Inundación | 16.128 | 13,4 | 29,5 | 0,5 |

Otras ventajas...

- Con respecto al riego por inundación, evita el lavado de nutrientes por lixiviación, las plantas presentan un mejor anclaje y menos costo operacional (40 %), teniendo en cuenta el tiempo que demora cada sistema de riego para regar una hectárea.
- Al ser riego subfoliar disminuye la incidencia de la sigatoka, ya que estudios previos han demostrado que la humedad sobre las hojas favorece el desarrollo de la enfermedad, Gauhl, (1994), citado por Orozco *et al.*, 2008).

⁵ El Índice de Productividad de Agua (IPA) expresa la cantidad de agua consumida para la producción de un kilogramo de plátano.



Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano en Dibulla ante condiciones climáticas limitantes

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo del plátano en Dibulla se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema. A continuación se presentan algunas prácticas con aplicación potencial ante condiciones climáticas limitantes, que complementan las opciones tecnológicas descritas anteriormente:

Renovación del sistema productivo de plátano

El sistema productivo de plátano en Dibulla tiene una tradición de más de 20 años, en los cuales se ha manejado con un sistema de regeneración a partir de hijuelos, lo cual se traduce en una pérdida paulatina de potencial productivo.

Con una renovación progresiva se busca un aumento significativo en la producción a mediano plazo, sin impactar de una manera negativa en el corto plazo.

Deshije

Consiste en conservar una adecuada secuencia de producción (madre, hijo, nieto), logrando una correcta distribución de la población y conservando la unidad productiva.

Con el deshije se favorece el desarrollo adecuado de la planta madre y el hijuelo para obtener mejoras en el rendimiento y la calidad (Belalcázar et al., 1991), se evitan microclimas favorables para el desarrollo de la sigatoka negra (Orozco et al., 2008) y se mejoran la aireación del sistema productivo de plátano.

La labor se realiza cada dos meses o cuando se requiera, desinfectando correctamente las herramientas a utilizar (hipoclorito de sodio al 20 %). Se identifica el hijuelo, de acuerdo con la posición con respecto a la madre (no debajo del racimo de la planta madre), que sea el de mayor vigor y mejor posición de acuerdo con las plantas referentes a su alrededor, para mantener en lo posible las distancias de siembra (Figura 14).



Figura 14. Labor de deshije en el sistema productivo del plátano.
Fuente: (Corpoica, 2016b).

Manejo de volcamiento

Una limitante en el cultivo del plátano son los fuertes vientos, pues por encima de 20 km.h⁻¹, se generan volcamientos y pérdida de follaje (Herrera y Colonia, 2011), lo cual significa disminución en la producción. Como se mencionó anteriormente, en Dibulla se presentan altas velocidades del viento que, junto a factores como la siembra superficial, deshijos inoportunos, infestación de picudos y plantaciones muy viejas con mantenimiento deficiente, predisponen las plantas al volcamiento.

El manejo del volcamiento integra el apuntalamiento y el uso de barreras rompevientos (Corpoica, 2016b).

- **Apuntalamiento planta a planta:** consiste en amarrar una planta con la otra para evitar el volcamiento. Esta labor se realiza amarrando la planta a la altura del racimo y se apuntala a la base de las plantas vecinas (Figura 15), teniendo en cuenta que el amarre se realice en el costado opuesto a la ubicación del racimo (Delgado et al., 2002).



Figura 15. Apuntalamiento en el sistema productivo de plátano.

Fuente: Corpoica, 2016b.

- **Incorporación de barreras vivas:** la barrera rompevientos es un conjunto de hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera que se ubica de forma perpendicular a la dirección predominante del viento. Esta debe ser alta y densa, de tal forma que reduzca eficazmente la velocidad del viento (Montagnini et al., 2015).

En Dibulla se debe procurar reducir la velocidad de viento que entra por la zona de barlovento (noreste de Dibulla), de tal forma que sea débil por la zona por donde circula (sotavento) (Figura 16).



Figura 16. Flujo de aire en una barrera rompeviento.
Fuente: Corpoica, 2016b.

Para la implementación de esta labor es necesario identificar los árboles potenciales que puedan servir para su establecimiento. En Dibulla se pueden utilizar árboles que se siembran comúnmente en la zona, como mangos (*M. indica* L.) o zapotes (*P. sapota*) que por su doble función sirven para romper vientos y generar ingresos adicionales con la comercialización de sus frutos.

La zona protegida por la barrera rompeviento equivale a 15 veces su altura, aproximadamente (Mendez et al., 1998). En otras palabras, una barrera de 10 m de altura protegerá una distancia de 150 m lineales, lo que equivale a aproximadamente 50 hileras de plátano sembradas a 3 m (Tabla 11).

Tabla 11. 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 (distanciadas a 3 m) |
|--------------------------|---|--|
| 5 | 75 | 25 |
| 10 | 150 | 50 |
| 15 | 225 | 75 |
| 20 | 300 | 100 |

Es importante mencionar que los árboles actúan como *buffer* de cambios en el ambiente (Montagnini et al., 2015), por lo cual su establecimiento como barrera rompevientos no solo reduce la vulnerabilidad frente a los fuertes vientos, sino que permite la regulación de microclima y favorece la dinámica ecosistémica, reduciendo la incidencia y severidad de problemas fitosanitarios en condiciones climáticas restrictivas.

Construcción de drenajes

Los suelos se saturan de agua en períodos de exceso hídrico; anegamiento que puede producir pudrición de raíces en el plátano, ya que las raíces de las musáceas son superficiales (Martínez y hoyos, 2012; Belalcázar et al., 1991). Esto puede generar muerte por anegamiento o, sumado a la velocidad de los vientos que se presentan en Dibulla, producir volcamientos. Por tanto es necesaria la construcción de canales, en el sentido de la pendiente, para hacer una evacuación rápida del agua. Se distinguen:

- Canales primarios: tienen como función recoger y evacuar rápidamente las aguas provenientes de los canales secundarios y terciarios.
- Canales secundarios: base del sistema de drenajes, cuya profundidad y ancho están dados por la topografía, el nivel freático del suelo y la cantidad de canales terciarios que conecte.
- Canales terciarios: se construyen al interior del lote para evitar encharcamientos y se conectan a canales secundarios.
- Canales cuaternarios: también llamados sangrías, sirven para evacuar el agua que permanece en encharcamientos leves.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de plátano en Dibulla, consulte el SE-MAPA.

Como se expuso en las secciones 1 y 2, la amenaza y la vulnerabilidad son los determinantes del riesgo agroclimático. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y la segunda, a la interacción del 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 tecnológicas integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo ante el 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 ofrecen 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 en Dibulla

Dominio de recomendación

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores relativamente uniformes, a 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, que deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso.

Determinación de los dominios de recomendación

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, acordes 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 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. Los dominios entonces 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 con respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y en la solución del modelo, dando como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de implementarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en Dibulla

Las características de agrupación de los dominios de recomendación se presentan en la Tabla 12. En las columnas dos tres y cuatro se presentan el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico para cada dominio. Finalmente, en la última columna se referencia la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas validadas.

Es de resaltar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico en el municipio presenta los más altos niveles de la escala, siendo alta para los productores de los dominios uno, dos, tres y cuatro, y muy alta para los productores del dominio cinco. El grado de sensibilidad que presentan los productores de los sistemas productivos en Dibulla ante una condición de déficit hídrico es medio para los dominios del uno al cuatro, y bajo para el dominio cinco. Del mismo modo, la capacidad adaptativa es media para los productores de los dominios uno, dos, tres y cuatro, y alta para el dominio cinco.

Los resultados del modelo microeconómico evalúan la viabilidad financiera de la implementación de un manejo integrado de plagas y enfermedades en asocio con un sistema de riego por aspersión subfoliar, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio, estableciendo proporciones y posibles restricciones para la implementación. Para este caso resulta viable el uso de este esquema de producción para todos los productores de la zona.

Tabla 12. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de plátano de Dibulla.

| Dominio | Exposición | Sensibilidad | Capacidad de adaptación | Viabilidad financiera de la opción tecnológica |
|--|------------|--------------|-------------------------|--|
| 1. Productores minifundistas con predios inferiores a 10 hectáreas, alta exposición agroclimática y sin acceso a crédito. | Alta | Alta | Media | Viable |
| 2. Productores minifundistas con predios inferiores a 10 hectáreas, sin acceso a crédito y menos vulnerables. | Alta | Media | Media | Viable |
| 3. Productores minifundistas con predios inferiores a 10 hectáreas, con bajo capital disponible, sin acceso a crédito y alta exposición agroclimática. | Alta | Media | Media | Viable |
| 4. Productores minifundistas con predios inferiores a las 10 hectáreas, con acceso a crédito y alta exposición agroclimática, | Alta | Media | Media | Viable |
| 5. Productores medianos con predios entre 20 y 50 hectáreas, sin acceso a crédito y muy alta exposición agroclimática. | Muy Alta | Baja | Alta | Viable |

Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 incluye productores que carecen de un sistema de riego, además presentan una alta relación de área sembrada con plátano en el predio, así como un insuficiente manejo fitosanitario y de fertilización, y presentan una sensibilidad alta a condiciones de déficit hídrico. De igual modo, son productores que muestran una tenencia

de propiedad sobre el predio. Además poseen una suficiente oferta de mano de obra en la zona y gozan de excelentes condiciones de comercialización, encontrándose así en una capacidad de adaptación media (Figura 17).



Figura 17. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 1.

Ese dominio está dirigido a productores minifundistas con predios no superiores a 10 hectáreas, de las cuales destinan alrededor de dos hectáreas al cultivo del plátano. Según el análisis microeconómico, resulta viable la adopción de la opción tecnológica del manejo integrado de plagas y enfermedades en conjunto con un sistema de riego por aspersión subfoliar, debido al comportamiento del capital bajo este esquema de producción familiar.

Es importante mencionar la mano de obra como un elemento fundamental en el cultivo del plátano, pues este es altamente demandante de fuerza laboral en desarrollo de las actividades; sin embargo, se prevé que adoptando el paquete tecnológico, los productores de este dominio necesitarán contratar alrededor de un 55 % de mano de obra adicional a la familia, para suplir la demanda laboral del cultivo.

El capital del que disponen estos productores les permite adoptar las opciones tecnológicas validadas sin necesidad de requerir recursos a través del crédito. Sin embargo, esta opción puede convertirse en una alternativa favorable para aumentar el área cultivable en periodos futuros.

Se prevé que la adopción de las tecnologías permitirá al productor mantener una producción aproximada de 47.000 frutos por hectárea, por ciclo, que es un rendimiento que dará utilidades al productor. No obstante, limita el hecho de que pese a que los productores de este dominio poseen una buena disponibilidad del recurso hídrico, las pequeñas áreas de sus predios (menores a 10 ha) y la falta de acceso a crédito dificultan aumentar el área cultivada.

Dominio 2

Este dominio de recomendación incluye productores que no poseen un sistema de riego y tienen una baja agrobiodiversidad en el predio, por lo que presentan una sensibilidad media a condiciones de déficit hídrico. Del mismo modo, son productores que reciben asistencia técnica agropecuaria, son propietarios de los predios y cuentan con una limitada oferta de mano de obra en la zona; por esto se encuentran en un grupo de capacidad de adaptación media (Figura 18).



Figura 18. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 2.

Este dominio está dirigido a productores minifundistas (con predios inferiores a 10 hectáreas) que destinan, en promedio, tres hectáreas al cultivo del plátano. De acuerdo con los resultados del análisis microeconómico, las opciones tecnológicas evaluadas son viables y favorecen financieramente el sistema productivo.

Con respecto a la mano de obra, se prevé que los productores requieran contratar fuerza laboral adicional a la familiar, aproximadamente en un 60 %, cantidad necesaria para realizar las actividades del cultivo. Su capital inicial sugiere que no tienen necesidad de acceder a crédito para adoptar el paquete tecnológico.

Se pronostica que la producción bajo el esquema de la opción tecnológica generará rendimientos de 47.000 plátanos por ciclo, lo que permitirá un buen nivel de utilidades al productor.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores que poseen un sistema de riego tecnológicamente insuficiente para la producción, sin embargo, su baja agrodiversidad y la alta relación del área sembrada con plátano en el predio originan una sensibilidad media a condiciones de déficit hídrico. Asimismo, son productores que gozan de una alta oferta de mano de obra en la zona, reciben asistencia técnica agropecuaria y tienen buenos acuerdos de intercambio en el proceso de comercialización; es un grupo con capacidad de adaptación media (Figura 19).



Figura 19. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 3.

Este dominio está dirigido a productores minifundistas, con predios no superiores a 10 hectáreas, de las cuales destinan aproximadamente dos hectáreas al cultivo del plátano.

Según el análisis microeconómico, la adopción de las opciones tecnológicas (manejo integrado de plagas y enfermedades, y sistema de riego por aspersión subfoliar) es viable para estos productores, de acuerdo con la dinámica del capital financiero. Sin embargo, se prevé que requieran contratar mano de obra adicional a la familiar, para cubrir alrededor del 40 % de la fuerza laboral que necesitan para la producción.

La producción estimada por ciclo se mantendrá en niveles de alrededor de 47.000 plátanos por hectárea; sin embargo, la falta de acceso a crédito y tener baja disponibilidad de agua pueden limitar el aumento del área a cultivar en periodos futuros, por lo que se recomienda buscar mecanismos que faciliten el acceso a capital de inversión como los créditos bancarios.

Dominio 4

En este dominio de recomendación están productores que, dado su insuficiente manejo fitosanitario del cultivo, la ausencia de un sistema de riego y la alta relación del área sembrada con plátano en el predio, presentan una sensibilidad media a condiciones de déficit hídrico. Asimismo, son productores que acceden a recursos a través de crédito, gozan de oferta de mano de obra en la zona y son propietarios del predio, razones por las cuales se encuentran en un grupo con capacidad de adaptación media (Figura 20).

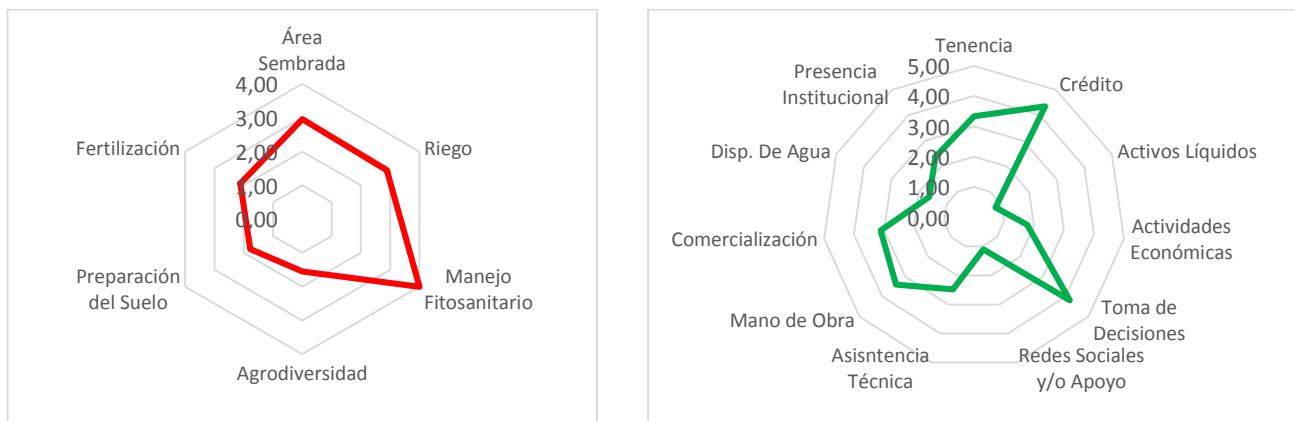


Figura 20. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 4.

Este dominio está orientado a productores minifundistas con predios no superiores a 10 hectáreas, donde destinan 2,5 hectáreas, en promedio, al cultivo del plátano. De acuerdo con el análisis microeconómico, la adopción de las opciones tecnológicas validadas es viable, en concordancia con el comportamiento del capital bajo este modelo de producción.

El capital inicial disponible permite adoptar el paquete tecnológico sin necesidad de hacer uso del crédito, a pesar de tener acceso a este. Igualmente, se pronostica que requerirán contratar mano de obra adicional a la familiar, de aproximadamente el 65 % del total requerido para la producción.

Dadas las condiciones socioeconómicas que presenta este dominio, se recomienda aumentar el área cultivada con plátano en los periodos futuros. Finalmente, se espera que el rendimiento por ciclo esté alrededor de los 47.000 plátanos, lo que se asocia a utilidades beneficiosas para el productor.

Dominio 5

El dominio de recomendación 5 incluye productores que, debido a su baja relación del área sembrada con plátano, a la tenencia de un sistema de riego y a las prácticas de fertilización que llevan a cabo, presentan una sensibilidad baja a condiciones de déficit hídrico.



Figura 21. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 5.



Igualmente, la tenencia en propiedad sobre el predio, así como el servicio de asistencia técnica que reciben y los altos activos líquidos que poseen, les representa una alta capacidad de adaptación (Figura 21).

Este dominio está dirigido a medianos productores (con predios entre 20 y 50 hectáreas), de las cuales destinan dos hectáreas, en promedio, al cultivo del plátano. Conforme al comportamiento del capital, las opciones tecnológicas validadas son viables para este grupo de productores.

Dadas sus condiciones, se recomienda que la implementación del paquete tecnológico la hagan de manera progresiva, empezando con 1,5 hectáreas y luego con el total de área cultivable a partir del segundo ciclo. La mano de obra se destaca como factor importante para la adopción de las opciones tecnológicas, pues tendrán que contratar aproximadamente el 55 % de la demanda de fuerza laboral total del cultivo, para que esta sea factible.

Se espera que el rendimiento por ciclo esté alrededor de los 47.000 plátanos, lo que se asocia con un modelo de producción que permite utilidades beneficiosas al productor, confirmando así la viabilidad de la implementación de las opciones tecnológicas ante una condición de déficit hídrico.

REFERENCIAS

- Alarcón, J., y Jiménez, Y. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa AAB). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: ICA. 48 p.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., y Ceballos, G. (2013). *La sigatoka negra en plátano y banano. Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicada a la agricultura familiar*. CIAT y FAO. 6 p.
- Belalcázar, S., Cayón, G., y Lozada, J. (1991). Ecofisiología del cultivo. En S. Belalcázar, *El cultivo del plátano en el trópico* (págs. 93-109). Cali, Colombia: ICA. 376 p.
- Carballo, M. (2001). Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. *Hoja Técnica No. 36. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 59, 1-4.
- Chaboussou, F. (1967). La trophobiose ou les rapports nutritifs entre la Plante-hôte et ses parasites. *Annales de la Société Entomologique de France*, 3 (3), 797-809.
- Corpoica. (1999). *El deshoja y despunte en plátano y banano, una alternativa para el manejo de la sigatoka negra y amarilla*. Pereira: Corpoica.
- Corpoica. (2015a). *Componente 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de La Guajira*. Mosquera, Cundinamarca, 88 p.: Proyecto de Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Corpoica. (2015b). *Producto 2: Mapas de zonificación de la aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para plátano (Dibulla) y melón (Fonseca)*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica.
- Corpoica. (2016a). *Producto 6: Plan de manejo agroclimático integrado de los sistemas productivos priorizados. Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de plátano*. Municipio de Dibulla, departamento de La Guajira. 36 p.: Corpoica.



- Corpoica. (2016b). *Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo del plátano (Musa ABB). Municipio de Acandí (Chocó). Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático*. Bogotá, D.C.: Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA). 35 p.
- 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 Corpoica*. Bogotá, D.C.: Corpoica.
- Delgado, E., González, O., Moreno, N., y Romero, D. (2002). *Efecto del desmane sobre la calidad del racimo en plátano FHIA 21 (Musa AAB) en los llanos occidentales de Venezuela*. Cartagena: Asociación de Bananeros de Colombia.
- Feldhaar, H. (2014). Ant nutritional ecology: linking the nutritional niche plasticity on individual and colony-level to community ecology. *Current Opinion in Insect Science*, 5, 25-30.
- Gauhl, F. (1989). *Untersuchungen zur Epidemiologie und Ökologie der Schuwargen sigatoka Krankheit. (Mycosphaerella fijiensis Morelet) an Kockbonanen (Musa sp) in Costa Rica*. Göttingen (West Germany), 128 p.: Thesis. Univ.
- Gauhl, F. (1994). *Epidemiology and Ecology of Black Sigatoka (Mycosphaerella fijiensis) on Plantain and Banana (Musa spp.) in Costa Rica, Central America*. Montpellier, France: The International Network for the Improvement of Banana and Plantain.
- Hellal, F., y Abdelhamid, M. (2013). Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max* L.) production. *Acta biológica colombiana*, 2 (18), 239-250.
- Herrera, M., y Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano*. Huancayo, Perú: Universidad Agraria de la Molina.
- Hollier, C. A. (2004). Integrated pest management. En R. N. Trigiano, M. T. Windham, y A. S. Windham, *Plant Pathology. Concepts, and laboratory exercises* (págs. 337-344). Boca Ratón, Florida, USA: CRC Press.



- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa spp.). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, D.C., Colombia: Produmedios. 51 p.
- IDEAM. (2015). *Mapa de vientos del Ideam*. Obtenido de <http://bit.ly/2asRZk6>
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lores, A. L., y Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29 (3), 5-10.
- Martínez, A., y Hoyos, L. (2012). Banano. En G. Fisher, *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (págs. 349-369). Bogotá, D.C.: Produmedios.
- Mayorga, M. (2010). Manchas de sigatoka de las musáceas. En C. JICA, *Últimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia* (págs. 32-38). Bogotá: DIGA estudios de diseño.
- Méndez, E., Beer, J., Faustino, J., y Otálora, A. (1998). *Plantación de árboles en línea. Módulo de enseña agroforestal. 2da ed.* San José, Costa Rica: CATIE.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., y Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Cali, Colombia: CIPAV.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Orozco, M., Orozco, J., Pérez, O., Manzo, G., Farías, J., y Silva, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33 (3) , 189-196.
- Palencia, G., Gómez, R., y Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano*. Bucaramanga: Produmedios.



Palmer, W. (1965). *Meteorological drought. Department of commerce. Research paper No 45.* Washington D.C: Weather Bureau.

Patiño, L., Bustamante, E., y Salazar, L. (2006). Efecto de sustratos foliares sobre la sigatoka negra (*mycosphaerella fijiensis*, morelet) en banano (*musa x paradisíaca* L.) y plátano (*musa acuminata* colla). *Agricultura Técnica (Chile)* 67 (4), 437-445.

Stover, R. H. (1971). *Banana, plantain and abaca diseases* . Kew, Surrey, England, 316 p. : Commonwealth Mycological Institute.



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>