



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

Municipio de Santa Cruz de Lorica
Departamento de Córdoba



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	
Manuel Ramón Espinosa Carvajal	Investigador máster, facilitador regional
Sony Reza García	Profesional de apoyo a la investigación
Paula Cecilia Polo Pérez	Profesional de apoyo a la investigación
José Antonio Cantero Rivero	Profesional de apoyo a la investigación
Joan Sebastián Gutiérrez Díaz	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D., líder producto 6
Gonzalo Rodríguez Borray	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, 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 que se ven 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. Turipaná, 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

Índice de figuras	VII
Índice de tablas.....	IX
Introducción	1
Objetivos.....	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo.....	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y el municipio.....	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Santa Cruz de Lorica.....	4
Exposición del sistema productivo de plátano a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba)	9
Zonas del municipio de Santa Cruz de Lorica con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano	17
Gestión de la información agroclimática-agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático	20
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano hartón ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba)	21
a. Conservación y manejo integrado de suelos.....	23
b. Fertilización orgánica.....	24



Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas.	27
Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano a déficit hídrico del suelo en el municipio de Lórica (Córdoba)	31
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lórica (Córdoba)	41
Dominio de recomendación	41
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos.....	41
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lórica.	42
Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio	43
Dominio 1.....	43
Dominio 2.....	45
Bibliografía.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.....	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba.....	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Santa Cruz de Lorica, en el periodo 1980-2011.....	6
Figura 4. Aptitud del uso del suelo en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba) para el sistema productivo de plátano.	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis de febrero a marzo.	16
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Santa Cruz de Lorica para el sistema productivo de plátano en condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico (Córdoba).....	18
Figura 7. Arriba, balance hídrico atmosférico y abajo, balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de plátano en Santa Cruz de Lorica (Córdoba) entre los meses de junio de 2015 a enero de 2016.....	22
Figura 8. Preparación de Biol para fertilización del cultivo del plátano, parcela de integración de Lorica (Córdoba).....	26
Figura 9. Implementación de siembra con curvas de nivel para el cultivo del plátano.Fuente: Corpoica (2016).....	28



Figura 10. Manejo del suelo para el cultivo del plátano con cobertura vegetal (A) y sin cobertura vegetal (B).....	30
Figura 11. Establecimiento de barreras con la especie mango Tommy en el cultivo de plátano.....	31
Figura 12. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.	44
Figura 13. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2.	46



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Santa Cruz de Lorica durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Santa Cruz de Lorica durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011.	8
Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica. Fuente: Corpoica (2015b).	16
Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo del municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba.....	43



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático construido como concepto novedoso en el área agropecuaria, por el proyecto 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 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 escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

Con 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 agricultores) e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Córdoba fue priorizado el cultivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica.

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 (condición presentada durante el período de validación de opciones tecnológicas en la parcela de integración), en el municipio de Lorica, en el departamento de Córdoba.



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano hartón (*Musa* AAB Simonds) frente al riesgo agroclimático en la vereda Candelaria del municipio de Lorica (Córdoba), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Presentar información agroclimática del municipio de Santa Cruz de Lorica 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 en condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Santa Cruz de Lorica.
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

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 exposición, la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema frente al 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 frente a la amenaza. 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 con las características socioeconómicas de los productores locales.

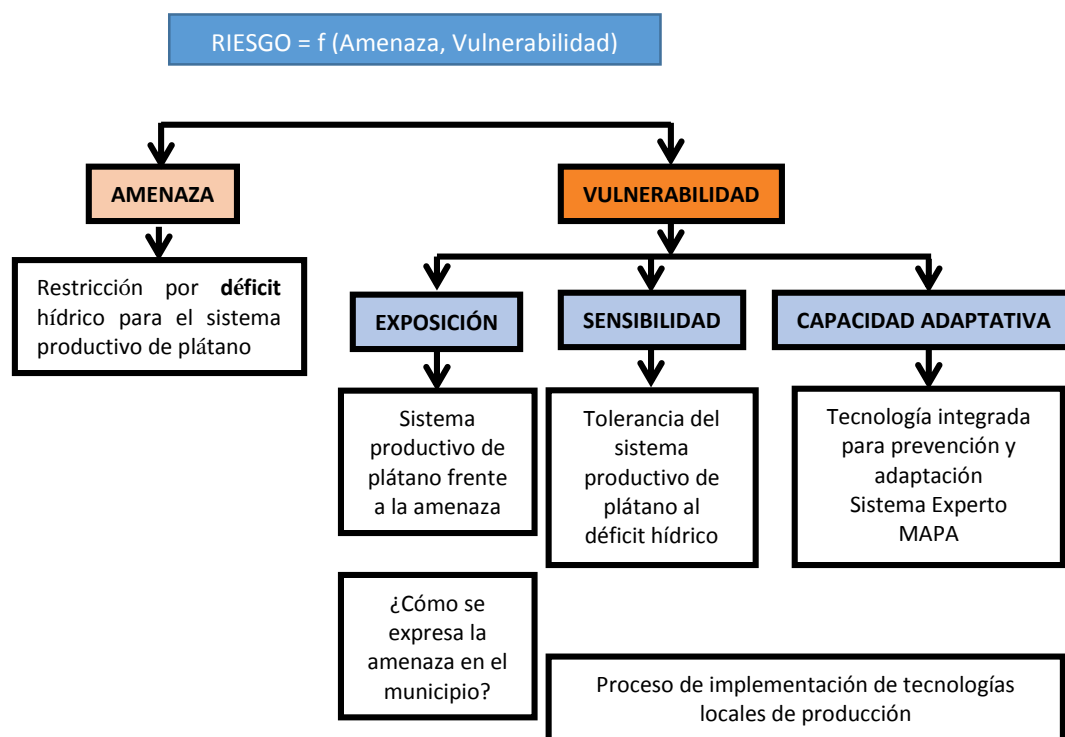


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.

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

A escala departamental: es necesario reconocer la naturaleza de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, dicha variabilidad está determinada por 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, paisaje, altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración (ET_0), distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información es posible identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a las 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 Santa Cruz de Lorica

Lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen algunas zonas o sectores del municipio más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y paisaje determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequías extremas y temperaturas altas y bajas que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios. En el municipio de Santa Cruz de Lorica predominan las planicies aluviales y los lomeríos. La subzona hidrográfica de mayor influencia es el Bajo Sinú. Las zonas aluviales relativamente planas de con relieves bajos o de mínima altitud cercanos al nivel del mar, mientras que los lomeríos tienen superficies disectadas de lomas y/o colinas (Corpoica, 2015a). Las características geomorfológicas de estos paisajes hacen que la dinámica de las aguas

superficiales y subterráneas sea diferente a escala local, pero territorialmente las aguas de los lomeríos llegan a las zonas bajas por escorrentía como se observa en la figura 2.

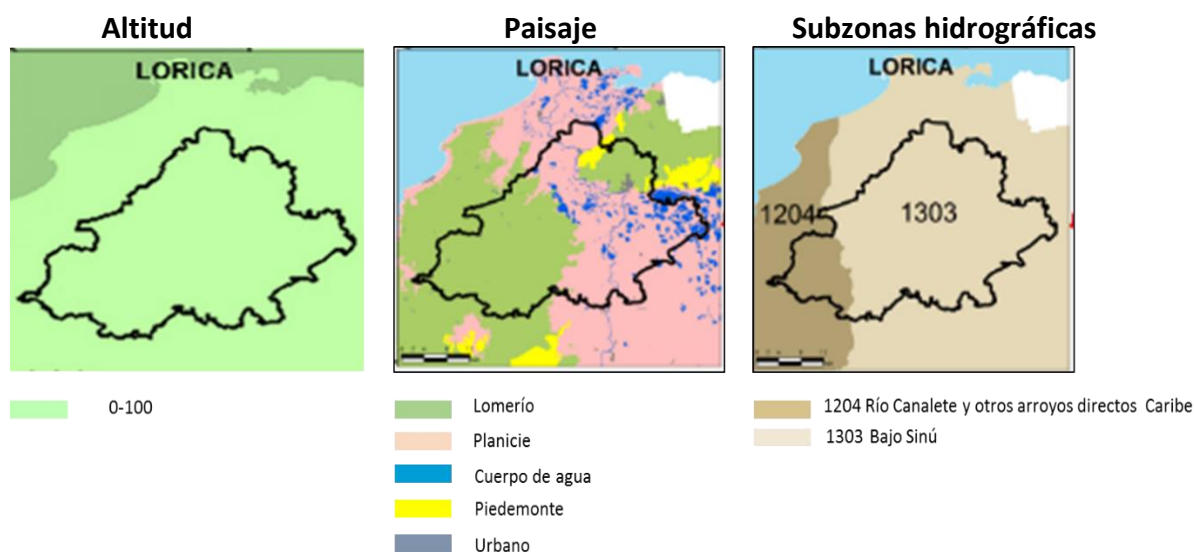


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Santa Cruz de Lórica, Córdoba.
Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con lo cual es posible examinar 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. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Santa Cruz de Lórica (Córdoba) se destacan:

Precipitación: en la figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Santa Cruz de Lórica, la línea verde representa la precipitación promedio y, las barras rojas y azules los eventos de variabilidad (El Niño y La Niña). El año extremo de déficit de lluvia fue 2002 en el que las lluvias se encontraron por debajo del promedio durante todo el año. El año de exceso de lluvia fue 2010, en los primeros meses (enero, febrero, abril y mayo) de este año, cuando aún se presentaba el evento El Niño, la precipitación estuvo por debajo del promedio, pero a partir del mes de junio los registros fueron superiores al promedio.

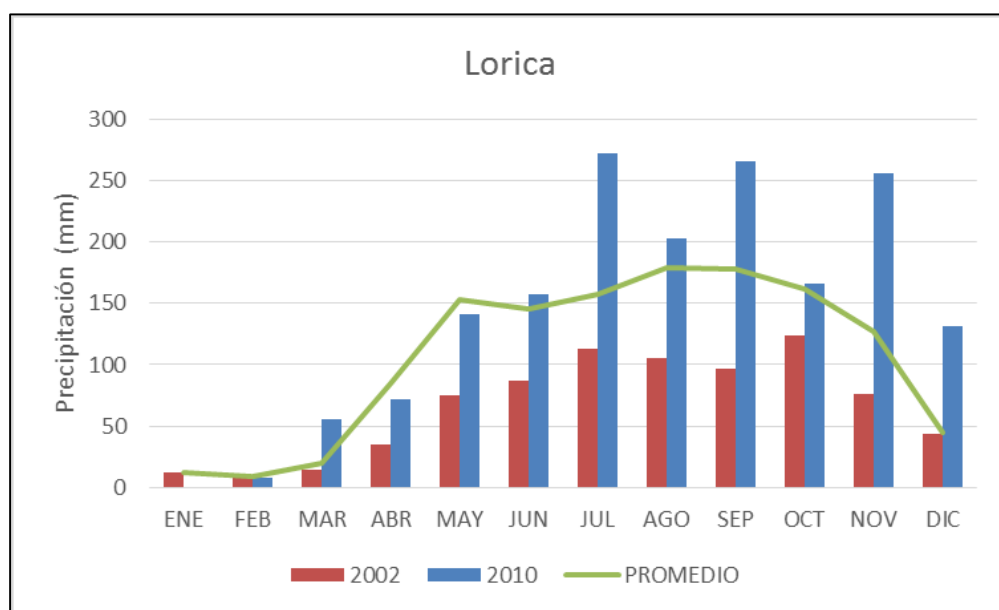


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Santa Cruz de Lorica, en el periodo 1980-2011.

Fuente: Corpoica (2015a).

La precipitación en el municipio es principalmente monomodal. A partir del mes de marzo, el volumen de lluvias se incrementa según el registro promedio. En años extremos del evento El Niño, el período crítico del año va desde marzo a diciembre, ya que normalmente se espera un incremento de las lluvias luego de apreciarse una temporada de baja precipitación.

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

- El valor de la anomalía en porcentaje, que indica en qué porcentaje podría aumentar o disminuir la precipitación.
- El valor del Índice Oceánico El Niño (ONI), el cual indica qué tan fuerte fue El Niño con (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5)¹.

¹ Cuando la variación supera valores de 0.5, durante por lo menos cinco meses consecutivos, se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a -0.5, también de forma

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 tablas 1 y 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos El Niño-Oscilación Sur, ENOS o ENSO, (en inglés) en los últimos 32 años, y que constituyen información de referencia para analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno.

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

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1993 - Mar 1994	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	14%	-2%	7%	-5%	-30%	-39%	-16%	-37%	-6%

Fuente: Corpoica (2015a).

Las mayores anomalías negativas se registraron en ocho de los nueve eventos El Niño, mostrando la clara influencia de este fenómeno en el comportamiento de las lluvias en este municipio. Las anomalías de lluvias más intensas se presentaron en el evento El Niño de mayo de 2002 a marzo de 2003 con -39%. Se presentaron aumentos de las lluvias en los eventos El Niño de 1982-1983 y 1991-1992 de 14% y 7% respectivamente.

consecutiva en cinco meses, es un evento La Niña. Este índice que puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos, permite conocer la condición climática que se presentará en la zona. Consúltelo en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml).

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Santa Cruz de Lorica durante los eventos 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	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	-2%	3%	24%	2%	-39%	-32%	57%

Fuente: Corpoica (2015a).

Durante los eventos La Niña se observó que en el evento de julio 2010 a abril 2011 se presentaron las más intensas anomalías positivas con un valor de 57% seguido del evento de septiembre 1995 a marzo de 1996 con 24%. Se observaron anomalías negativas en los eventos de octubre del 2000 a febrero de 2001 y de septiembre de 2007 a mayo de 2008. En el resto de eventos, las anomalías estuvieron por debajo del 10%.

Se debe considerar que la temperatura de la superficie del océano Pacífico no es el único factor que modula la precipitación, por lo cual es importante tener en cuenta otros factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) que regula los periodos estacionales de lluvias, así como las distintas corrientes oceánicas que alteran tales periodos.

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas: con la cartografía temática del proyecto MAPA se puede identificar la susceptibilidad a exceso hídrico en eventos La Niña, la susceptibilidad a déficit hídrico en eventos El Niño, la susceptibilidad biofísica a inundación, las áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consultar el SE – MAPA.

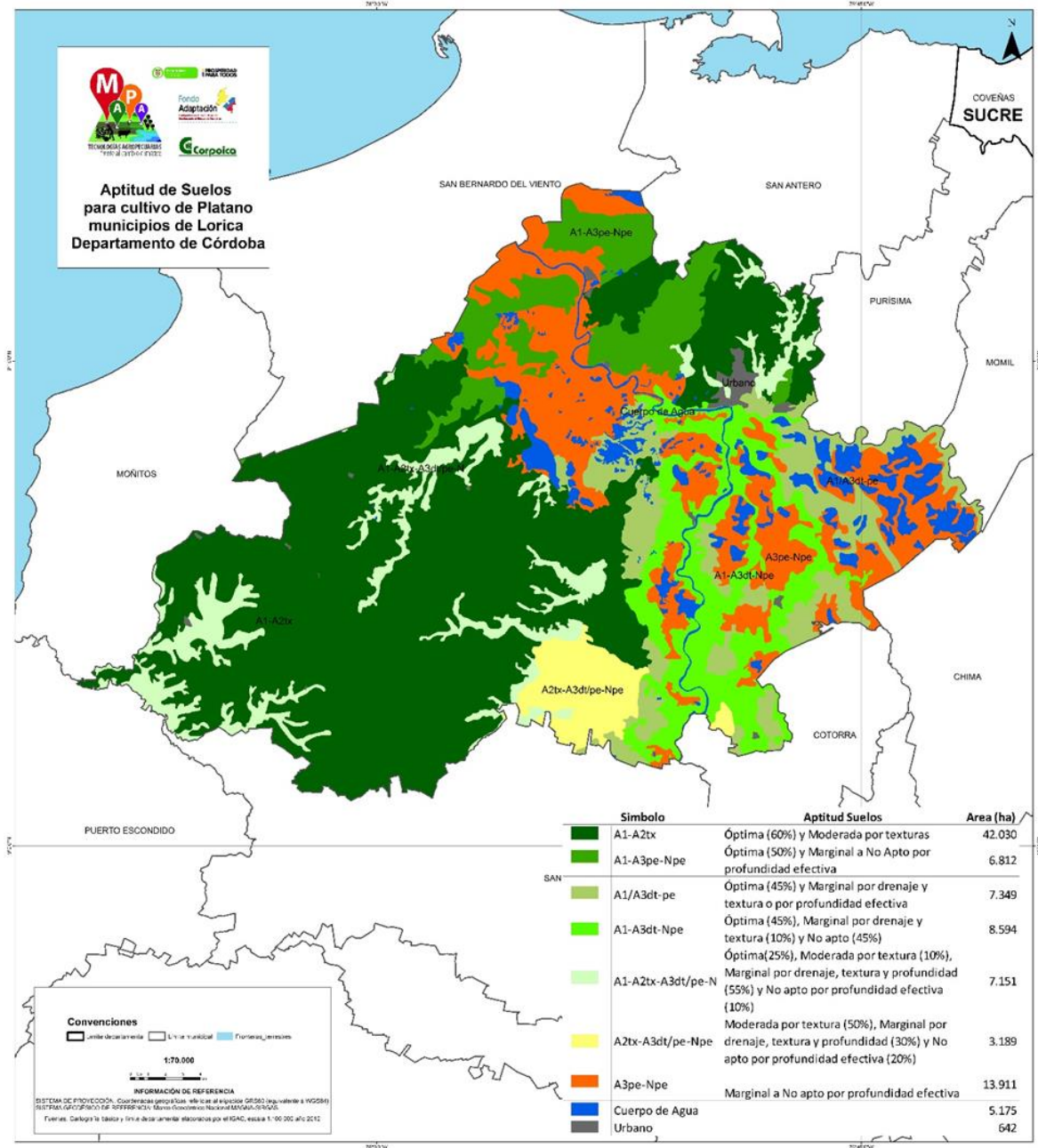


Exposición del sistema productivo de plátano a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Santa Cruz de Lorica

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

Para evaluar la exposición se deben identificar:

- a. **Las limitaciones de los suelos en el municipio:** en el mapa de aptitud de suelos a escala 1:100.000. Hay que tener en cuenta que algunas limitaciones como las propiedades químicas pueden manejarse (con aplicación de enmiendas y fertilizantes), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas) (figura 4).












Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%	
	A1-A2tx	Óptima (60%) y moderada por texturas	42,030	44,3%
	A1-A3pe-Npe	Óptima (50%) y marginal a no apto por profundidad efectiva	6,812	7,2%
	A1/A3dt-pe	Óptima (45%) y marginal por drenaje y textura o por profundidad efectiva	7,349	7,7%
	A1-A3dt-Npe	Óptima (45%), marginal por drenaje y textura (10%) y no apto (45%)	8,594	9,1%
	A1-A2tx-A3dt/pe-N	Óptima (25%), moderada por textura (10%), marginal por drenaje, textura y profundidad (55%) y no apto por profundidad efectiva (10%)	7,151	7,5%
	A2tx-A3dt/pe-Npe	Moderada por textura (50%), marginal por drenaje, textura y profundidad (30%) y no apto por profundidad efectiva (20%)	3,189	3,4%
	A3pe-Npe	Marginal a no apto por profundidad efectiva	13,911	14,7%
	Cuerpo de agua		5,175	5,5%
	Urbano		642	0,7%
	Total general		94,853	100

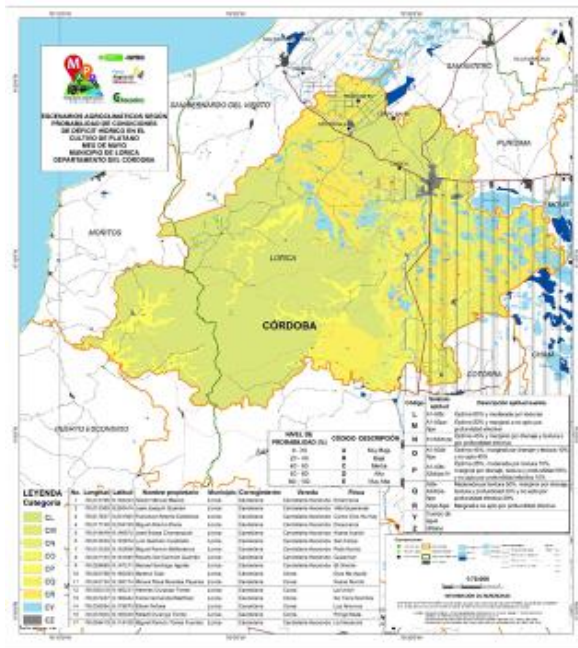
Figura 4. Aptitud del uso del suelo en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba) para el sistema productivo de plátano. . Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: Para el cultivo de plátano, en Santa Cruz de Lorica, para cultivo el de plátano se presentan suelos con aptitud óptima (A1), moderados por textura, aproximadamente 44% del municipio con 42.080 ha. Con aptitud marginal, no aptos por profundidad efectiva, se estima un 7,2% de los suelos del municipio (6.812 ha aprox.). Los suelos no aptos (13,9% del municipio o 13.911 ha) presentan limitantes por profundidad efectiva muy superficial (figura 4).

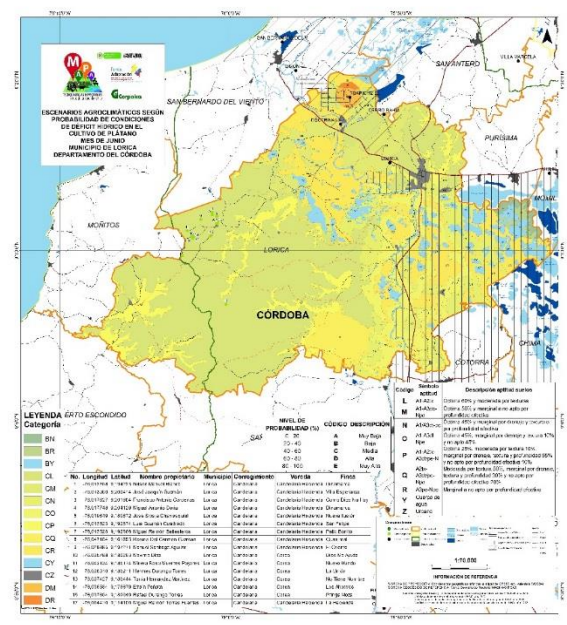
- b. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico para el sistema productivo de acuerdo con el mes de siembra o etapa fenológica:** esto se puede identificar en los mapas de escenarios agroclimáticos (figura 5). Con base en el cálculo del índice de severidad de

sequía de Palmer² (Palmer, 1965), en el municipio de Santa Cruz de Lórica, se presentaron probabilidades medias (40 – 60%, tono amarillo), altas (60 – 80%, tono naranja) y muy altas (80- 100%, tono rojo) de ocurrencia de condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico; estas probabilidades pueden generar un estrés hídrico severo o extremo para el plátano según la etapa fenológica del cultivo que se muestra en la tabla 3.

Mayo

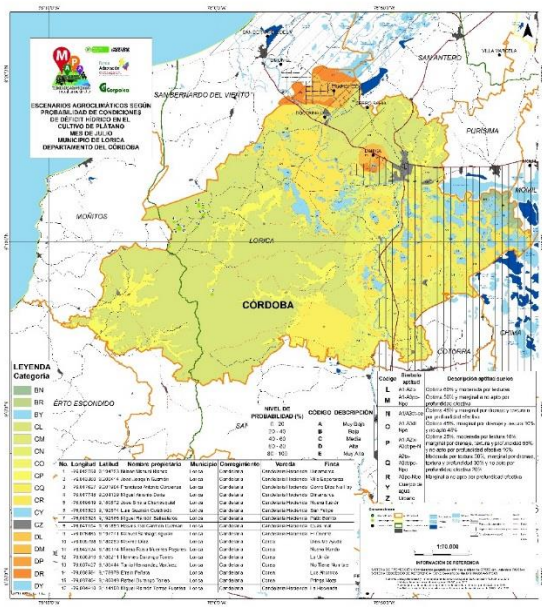


Junio

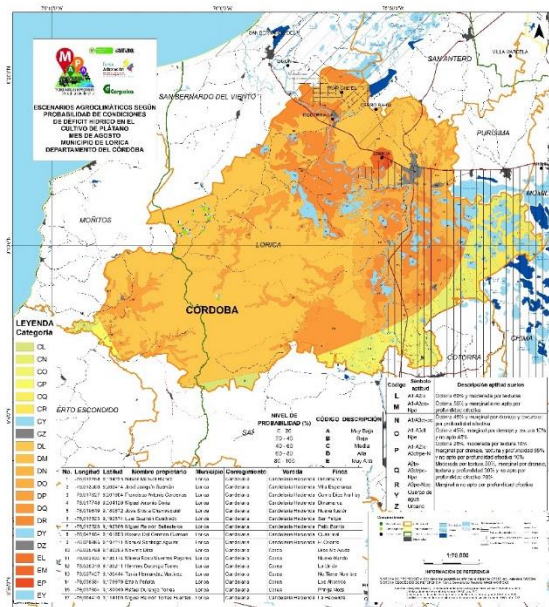


² Mide la duración e intensidad de un evento de sequía, a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

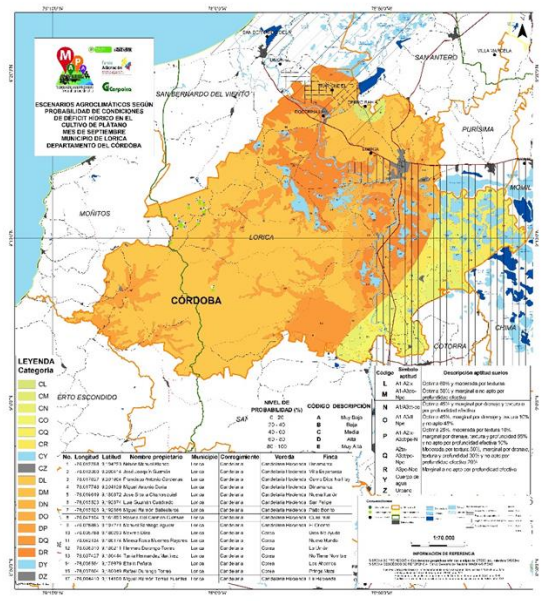
Julio



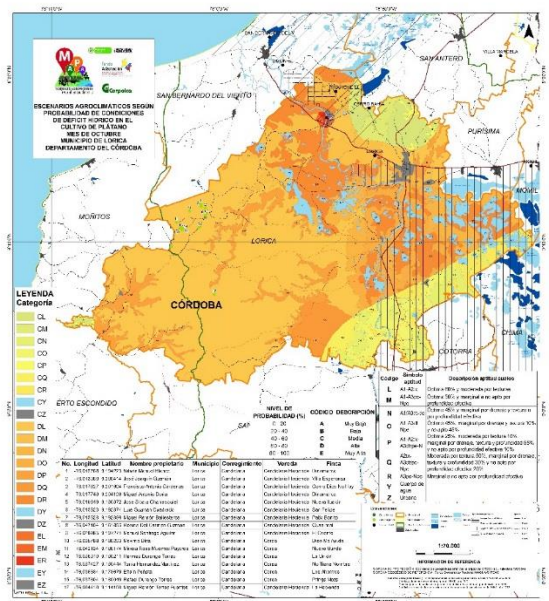
Agosto



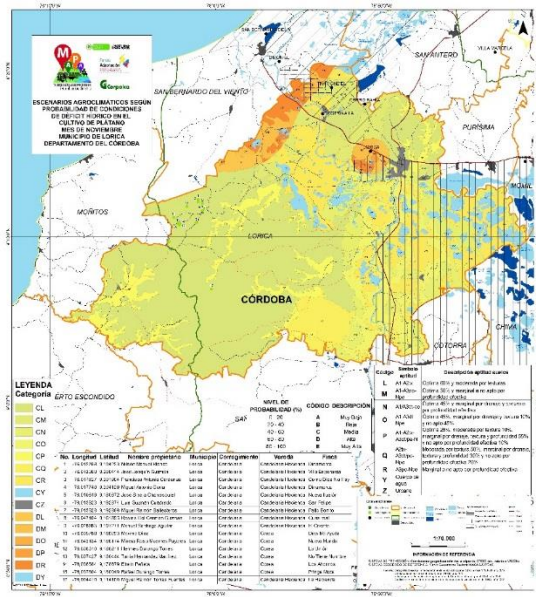
Septiembre



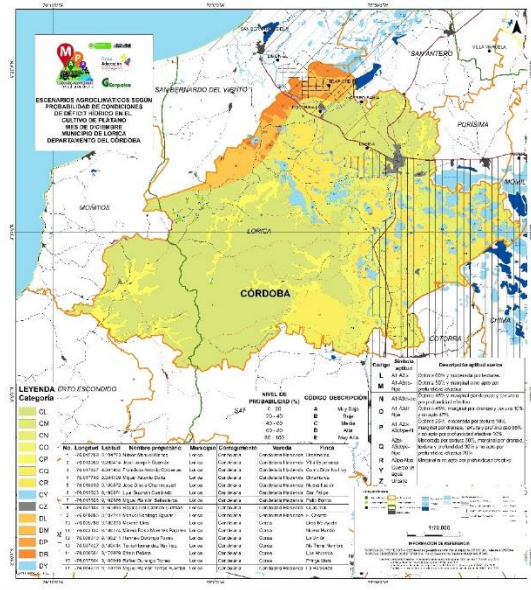
Octubre



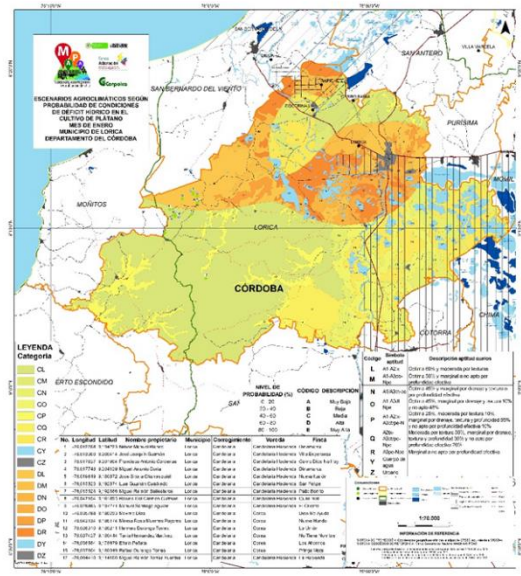
Noviembre



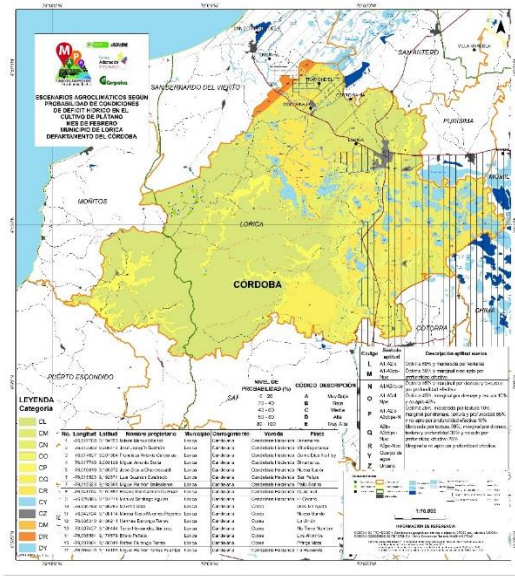
Diciembre



Enero



Febbrero



LEYENDA Categoría

CL
CM
CN
CO
CP
CQ
CR
CY
CZ
DL
DM
DN
DO
DP
DQ
DR
DY
DZ
EL
EM
ER
EY
EZ

NIVEL DE PROBABILIDAD (%)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
0 – 20	A
20 – 40	B
40 – 60	C
60 – 80	D
80 – 100	E

Código	Símbolo de aptitud	Descripción aptitud de suelos
P	A1-A2tx	Óptima (60%) y moderada por texturas
Q	A1-A3pe-Npe	Óptima (50%) y marginal a no apto por profundidad efectiva
R	A1/A3dt-pe	Óptima (45%) y marginal por drenaje y textura o por profundidad efectiva
S	A1-A3dt-Npe	Óptima (45%), marginal por drenaje y textura (10%) y no apto (45%)
T	A1-A2tx-A3dt/pe-N	Óptima (25%), moderada por textura (10%), marginal por drenaje, textura y profundidad (55%) y no apto por profundidad efectiva (10%)
U	A2tx-A3dt/pe-Npe	Moderada por textura (50%), Marginal por drenaje, textura y profundidad (30%) y no apto por profundidad efectiva (20%)

W	A3pe-Npe	Marginal a no apto por profundidad efectiva
Y	Cuerpo de Agua	
Z	Urbano	

Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis de febrero a marzo. Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica.

Descripción o Etapas fenológicas	Duración (días)	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
		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	1	2	3	4	1	2	3	4								
Aparición del retoño	90																																																
Desarrollo del retoño hasta aparición de la inflorescencia	150																																																
Floración	15																																																
Desarrollo y formación del fruto	30																																																
Maduración - cosecha	20																																																

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: con base en el calendario fenológico local del municipio de Santa Cruz de Lorica, la ventana de análisis se estableció entre los meses de febrero y mayo, en los que fue calculada la probabilidad de ocurrencia de condiciones restrictivas por déficit hídrico.

En condiciones climáticas sin anomalías, los retoños se presentan en la segunda semana de marzo y en la época de inicio de las lluvias (60 días aprox.) hasta la aparición de la inflorescencia 120 días. La floración se presenta en septiembre con una duración de 20 días, seguido de la formación del fruto (35 días). En el municipio, el ciclo del cultivo es de 265 días aproximadamente; sin embargo, en condiciones de sequía puede ampliarse debido al retraso en la aparición de los retoños (entre 20 a 30 días).

El cultivo de plátano tiene una alta demanda hídrica para que el desarrollo y crecimiento ocurran normalmente, debido a que poseen una gran superficie foliar transpirante, y es más exigente en agua que otras especies. En un estudio realizado por Castaño (2011) en la región de Caldas, determinaron que esta especie requiere 1.141 mm de agua, durante un ciclo del cultivo; el consumo de agua aumenta gradualmente a medida que el cultivo

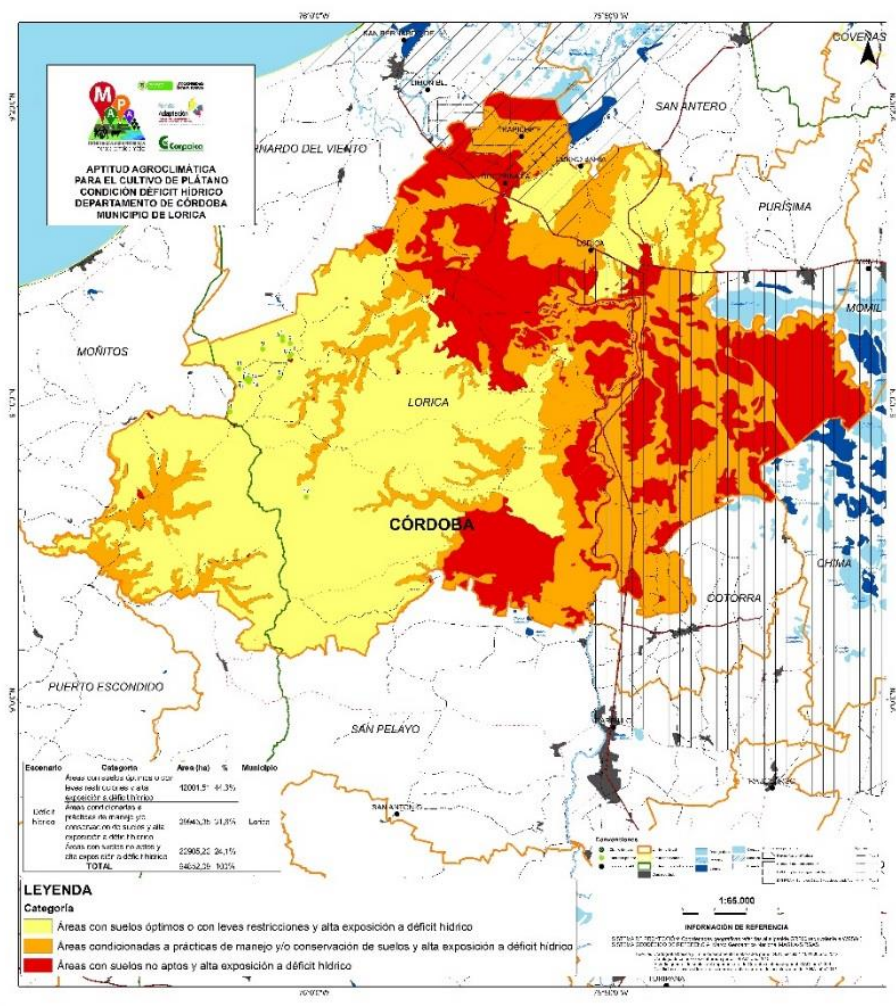
avanza en su desarrollo, siendo la floración la época que requiere mayor uso de agua y la más crítica, en cuanto al déficit hídrico.

Para conocer con mayor detalle los mapas de escenarios agroclimáticos para condición de déficit hídrico, en la ventana de análisis considerada, consultar el SE- MAPA.

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de deficiencias de agua en el suelo para el sistema productivo en dos ventanas temporales 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 marcos de referencia (Corpoica, 2015b).

Zonas del municipio de Santa Cruz de Lorica con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de plátano

A continuación se presenta el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Santa Cruz de Lorica para el cultivo de plátano en condiciones de déficit hídrico (figura 6). Este mapa resume la exposición a déficit hídrico para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.



LEYENDA

Categoría

- 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 y alta exposición a déficit hídrico

Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Santa Cruz de Lorica para el sistema productivo de plátano en condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico (Córdoba). Fuente: Corpoica (2015b).

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas por Corpoica (2015b) para el sistema productivo de plátano, en municipio de Santa Cruz de Lorica, fueron:

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico (en tono amarillo claro) con una ocupación de 44,3% (42.002 ha) del área total del municipio (94.853 ha). Estas áreas presentan suelos con leves restricciones por aptitud óptima asociada a moderadas (por textura). En esta condición hídrica se recomienda planificar la implementación de estrategias que permitan hacer frente al déficit de agua en el suelo.

Áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico (en tono naranja claro) con una ocupación de 31,6% (29.945 ha). Estas áreas presentan suelos con aptitudes asociadas a óptimas, moderadas, marginales (por texturas, profundidad efectiva y drenaje), y no aptas.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico (en tono rojo) con una ocupación del 24,1% (22.905 ha). Estas áreas están restringidas para el cultivo de plátano por presentar suelos marginales debido a la profundidad efectiva muy superficial y a las condiciones hídricas restrictivas; es decir, deficiencias de agua.

Los productores de plátano del municipio de Santa Cruz de Lorica se encuentran en las áreas identificadas como áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico, lo que indica que en esta condición el sistema productivo de plátano presenta alto riesgo agroclimático (Corpoica, 2015b).

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica, consultar el SE – MAPA.

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

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

Información agrometeorológica: esta 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): obtenidos mediante una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: seguimiento a 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.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan el sistema productivo, tales como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos.
- Distribución temporal y de sistema productivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra y cosecha.

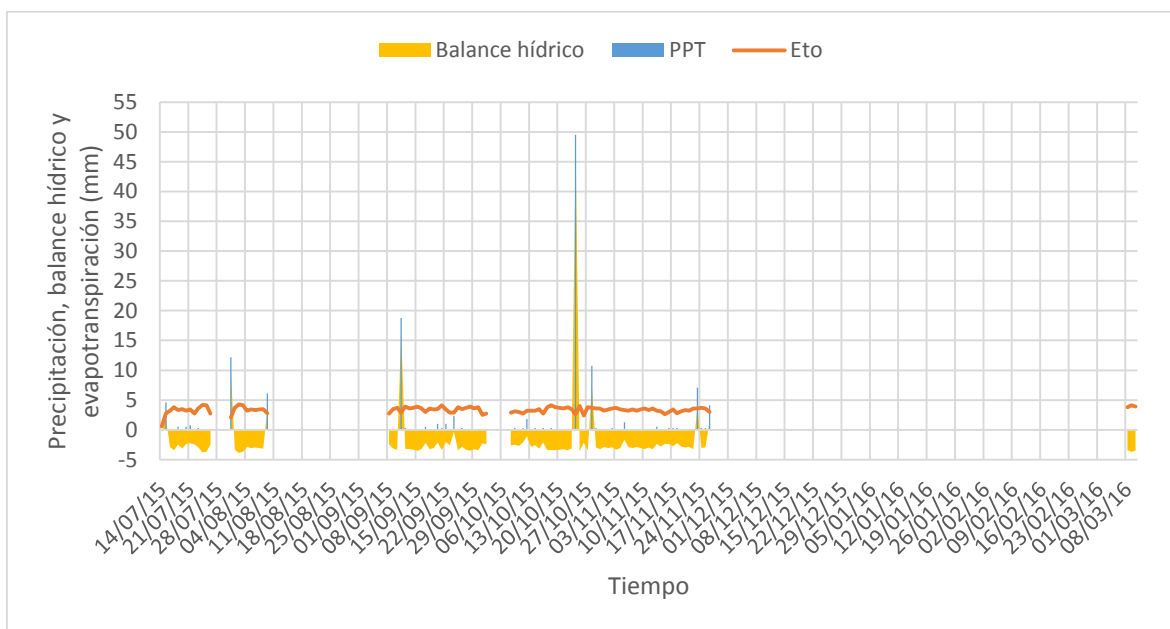
El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas y relacionarse con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos³.

³ En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* encontrará algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano hartón ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba

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 el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de julio de 2015 y marzo de 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo.

El estado del agua en la atmósfera y el suelo se presenta en el balance hídrico atmosférico (figura 7, superior) y el balance hídrico agrícola (figura 7, inferior).



Consúltela en <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>.

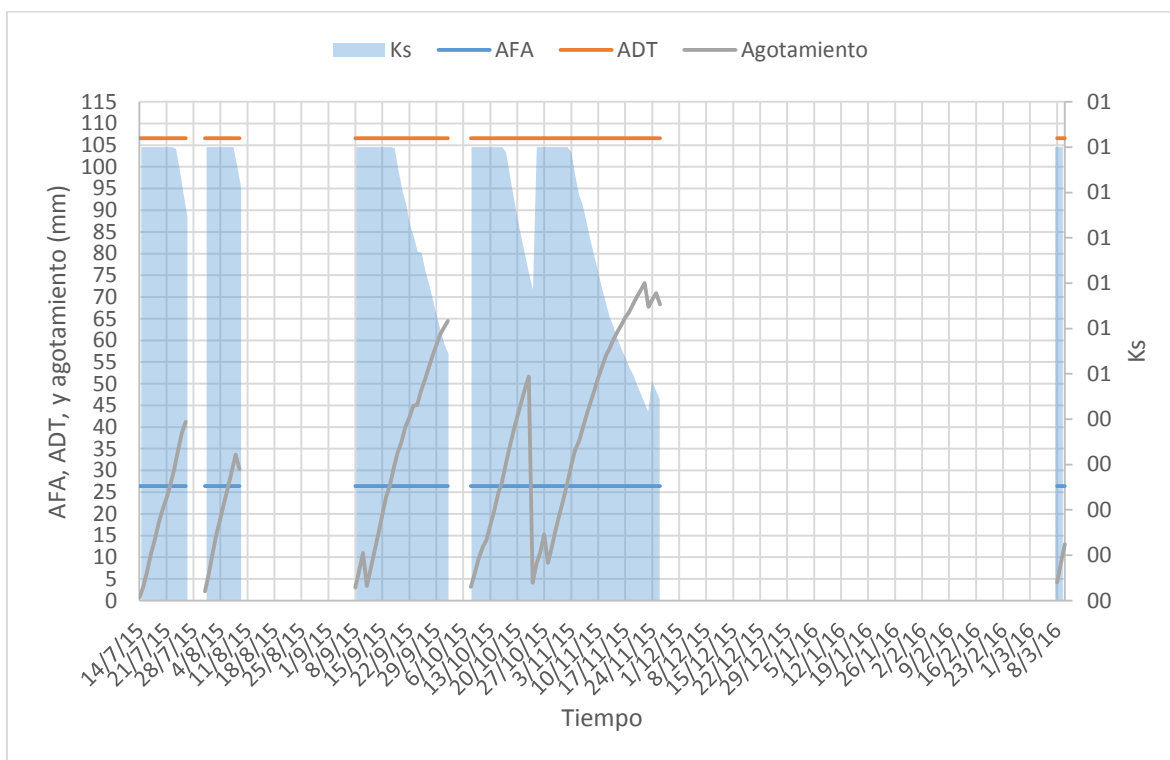


Figura 7. Arriba, balance hídrico atmosférico y abajo, balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de plátano en Santa Cruz de Lorica (Córdoba) entre los meses de junio de 2015 a enero de 2016. Fuente: Corpoica (2016).

Con los datos disponibles de temperatura se pudo obtener la evapotranspiración y con base en esta se calculó el balance hídrico atmosférico, que en gran parte del tiempo de validación muestra valores negativos. Pese a la falta de datos, puede suponerse una tendencia decreciente para el balance hídrico, dada la no ocurrencia de eventos de lluvia y la tendencia constante de la temperatura.

El balance hídrico agrícola presenta el comportamiento del agua en el suelo, tomando en cuenta 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 mesoporos del suelo) y el agotamiento de agua, relacionado con el consumo del cultivo en la parcela de integración durante el periodo de evaluación.

Se evidencia que el agotamiento, es decir la cantidad de agua faltante en la zona radicular, con respecto a la capacidad de campo sobrepasa el AFA en varios momentos. Después de que el agotamiento en la zona radicular exceda a AFA, el agotamiento será lo suficientemente alto como para limitar la evapotranspiración del cultivo, lo cual indica estrés hídrico por déficit de agua en el suelo (Allen et al., 2006).

El coeficiente de estrés hídrico (K_s) es un factor adimensional de reducción de la transpiración, valor que describe el efecto del estrés hídrico en la transpiración del cultivo, cuando se producen limitaciones en el suministro de agua a la planta debido principalmente a la disponibilidad de agua en el suelo. Toma valores entre 0 y 1, valores cercanos a cero indican mayor estrés hídrico en la planta relacionado con limitantes en la disponibilidad del recurso hídrico.

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de generar capacidad adaptativa en el sistema productivo de plátano en Santa Cruz de Lorica (Córdoba):

a. Conservación y manejo integrado de suelos

Comprende las prácticas de siembra con curvas de nivel, cobertura vegetal y barreras vivas/rompevientos.

Siembra con curvas de nivel: esta práctica consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. Es útil para suelos inclinados o en pendiente, los cuales son propensos a la desecación y llegar a punto de marchitez permanente en épocas de déficit hídrico. Además, se convierte en una práctica importante para la realización de otras actividades en el cultivo, como construcción de canales de distribución de aguas lluvias, facilidad en el desplazamiento de los operarios para efectuar labores de fertilización, control de malezas, labores del cultivo, entre otras.

El trazado se hizo con la herramienta de construcción artesanal denominada agronivel. Luego se procedió a calibrarlo y a trazar las curvas en el predio, al tiempo que se marcó con estacas el sitio definitivo para la siembra.

Establecimiento de cobertura vegetal: el buen uso del suelo se logra a través de la incorporación de prácticas de manejo y conservación, como mecanismo para reducir la degradación y llegar a la sostenibilidad del medio (Romero, 2010). La cobertura vegetal es utilizada para proteger el suelo contra la acción directa de las lluvias y para mejorar sus condiciones físicas y químicas para el crecimiento del cultivo. El uso de la especie kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) se hace necesaria además, en una condición de déficit hídrico, para proteger al suelo de la acción directa del sol, evitando que este se reseque al disminuir la pérdida por evaporación, y conservando la humedad por más tiempo. Dicha cobertura se establece entre las calles del cultivo principal.

Establecimiento de barreras vivas: el establecimiento de barreras vivas/rompevientos, para el caso específico de la parcela de integración, consistió en sembrar perimetralmente en el lote de plátano, plantas de mango (*Mangifera indica*) de la variedad Tommy Atkins, separadas entre sí 6 m. Dado el porte alto, copa amplia y raíces profundas que permiten el agarre al suelo de los árboles de mango, se busca prevenir el daño en el cultivo por fuertes vientos. Es conveniente dar un manejo adecuado a la arquitectura de los árboles de mango, realizando podas de formación, de tal manera que no interfieran con el crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano y que sigan cumpliendo su función de protección contra fuertes vientos.

En consideración a que la especie seleccionada por los productores y asistentes técnicos de la zona es de crecimiento más lento que el cultivo de interés, se planteó el establecimiento de la especie matarratón (*Gliricidia sepium*) en los sitios en donde se presenta la mayor entrada de los vientos para así hacer frente a los daños causados, entre tanto los árboles de mango alcanzan el crecimiento deseado.

Aunque Belalcázar, Cayón y Lozada (1991) reportan que el plátano se ve alterado por vientos superiores a $28,4 \text{ km.h}^{-1}$, este sistema se afecta mecánicamente por velocidades de vientos superiores a 20 km.h^{-1} , lo que genera reducción en la tasa fotosintética y afectación en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Herrera y Colonia, 2011).

b. Fertilización orgánica

Consiste en suplir las necesidades nutricionales del cultivo utilizando fertilizantes de tipo orgánico como Biol, lombriabono y compost.

El compost es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizado por microorganismos y macroorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), que da como resultado un producto para ser utilizado en la agricultura, su uso mejora las propiedades físicas, químicas del suelo y la actividad biológica del suelo (CEDECO, 2005).

El uso del compost estimula la diversidad y actividad microbiana en el suelo, mejora la estructura del suelo, incrementa la estabilidad de los agregados, aumenta la porosidad total, el movimiento de agua a través del suelo y el crecimiento de las raíces. Contiene macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (INFOAGRO; 2008).

Preparación del Biol

Materiales para su elaboración: un tanque hermetico de 200 litros, 2 metros de manguera transparente con su acople, una masilla epóxica, un recipiente plastico vacio.

Obtención de microorganismos eficientes: este proceso se realiza de siete a diez días antes de realizar el montaje del biol. Consiste en colocar dentro de un recipiente arroz precocido con agua limpia y tapado con una malla, en posición horizontal, en contacto con el suelo debajo de un árbol frondoso, para capturar los microorganismos y posteriormente depositarlos en el tanque de preparación.

Insumos: 25 kilogramos de melaza, 50 kilogramos de estiércol de vaca, 5 a10 kg de cenizas, 250 cc de yogur, 5 litros de leche, 500 gramos de levadura, 500 gramos de sal, 1 frasco de salsa de soya, agua para completar la mezcla a 200 litros.

Preparación. A la tapa del tanque de 200 litros se le realiza una perforación para acoplar la manguera, asegurando los bordes de la conexión con la masilla epóxica, la manguera deberá quedar en un recipiente plástico con agua para evitar la entrada de oxígeno a la mezcla. Los microorganismos eficientes se llevan a un tanque plástico y se depositan con un poco de agua hasta lavar bien todos los granos, se cuela y el agua obtenida se deposita en el tanque de 200 litros.

Se agregan los 50 kilogramos de estiércol de vaca y se mezclan con la melaza, aplicando siempre agua que ayude a mezclar los ingredientes. Para ello se requerirá un trozo de

madera que sirva de mezclador. La levadura se disuelve en agua después de reactivarla en agua azucarada y se agrega al tanque de la mezcla; igualmente se añade la ceniza, la sal y salsa de soya; se adiciona la leche y el yogur y se mezcla de forma homogénea en el tanque junto con los demás ingredientes (figura 12).

Posteriormente se completa el nivel del agua hasta los 200 litros del tanque, se sella herméticamente y se deja en reposo durante 15 días. Posterior a los 15 días se destapa, se mezcla nuevamente durante diez minutos y se vuelve a tapar. Este proceso se repite cuatro a seis veces hasta que la mezcla tenga un olor agradable después de la fermentación (debe oler a melaza, de ser lo contrario hubo entrada de aire en el tanque y se dañó el producto) (Corpoica, 2011; Restrepo, 2007; INTA, 2010).

Para el plátano se recomienda preparar un litro de producto por 20 litros de agua. Se aplica a las hojas con bomba de espalda o dirigido al suelo. Para épocas de déficit hídrico se aplicó la mezcla cada quince días y en épocas de lluvias, cada 30 días.



Figura 8. Preparación de Biol para fertilización del cultivo del plátano, parcela de integración de Lorica (Córdoba). Fuente: Corpoica (2016).

Para el caso del lombriabono se utiliza un kilo de producto incorporado al hoyo al momento de la siembra. Se realizan aplicaciones al colino de reemplazo a los tres y siete meses de establecido el cultivo en las mismas cantidades.

El suelo en cultivo pierde gran parte de su dinámica biológica debido al uso de agroquímicos y sales de los fertilizantes inorgánicos, a la aplicación de altos volúmenes de agua de riego, que provocan lixiviación y percolación profunda de elementos nutritivos y lavado de bases, cambiando el pH del suelo y causando toxicidad; todos estos factores contribuyen a la pérdida de la fertilidad y la biodiversidad del suelo (Orozco, 1999). En este contexto, la aplicación de residuos orgánicos se recomienda para mejorar la fertilidad y propiedades físicas del suelo. El mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo se logra a través de la promoción e incremento de la actividad microbiana beneficiando la agregación, aireación y capacidad de retención de agua (Muñoz et al., 2013). Cuando la materia orgánica es de fácil descomposición, al agregarse al suelo, enriquece al medio con fauna y flora, especialmente con bacterias. No es necesaria la presencia del agua en el suelo para poder realizar su aplicación, lo cual es especialmente importante en una condición de déficit hídrico, así aumenta la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Muñoz, 1994). Bolaños *et al.* (2003) exponen que la aplicación conjunta de materia orgánica y fertilizante mineral ejerce un efecto positivo sobre el suelo, contribuyendo al crecimiento y la formación de raíces secundarias y terciarias. Esto a su vez, mejora la capacidad de absorción de nutrientes minerales por las plantas de plátano. Barrera *et al.* (2011) reportan que la aplicación de micorrizas + Bocashi + biol incidió positivamente en la mayoría de las variables de crecimiento, desarrollo y producción de plátano hartón.

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 una zona de aptitud agroclimática condicionada 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.

Como práctica de conservación de suelo, las siembras en contorno ayudan a mejorar las condiciones del suelo y favorecen hacer un uso adecuado del mismo. Esta práctica debe ser combinada con otras, ya que aislada no resuelve completamente el problema de la pérdida de suelo por los distintos factores erosivos (FHIA, 2011).

Con la implementación de la siembra con curvas de nivel se favorece la conservación de suelos; se reduce o elimina el arrastre y pérdida del mismo por acción de la lluvia y el viento, se mantiene o se aumenta su fertilidad y con esto se mejoran los rendimientos del cultivo.

Es una práctica recomendada en condiciones restrictivas por déficit de lluvias, en donde se requiere minimizar el deterioro del suelo ocasionado por la erosión o los agentes que lo causan y la pérdida de agua en el suelo por efecto de la radiación solar (FHIA, 2011).

La siembra con curvas de nivel como práctica de conservación se aplica particularmente en suelos inclinados o de laderas. La importancia de esta práctica es que al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, las demás labores del cultivo como limpieza y aporques se hacen de la misma manera, facilitando al operario el desplazamiento en el lote. Además, cada surco o hilera del cultivo se opone al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y reduciendo el arrastre de partículas de suelo y la pérdida de nutrientes (FHIA, 2011). La figura 9 ilustra la siembra de curvas a nivel en la parcela de integración de plátano hartón en Santa Cruz de Lorica.



Figura 9. Implementación de siembra con curvas de nivel para el cultivo del plátano. Fuente: Corpoica (2016).

En condiciones de clima tropical, donde se producen intensas lluvias, la cobertura del suelo tiene una acción protectora por la interceptación y absorción del impacto directo de las mismas, lo que previene el sellado de la superficie y preserva la estructura del suelo, así como también estabiliza la capacidad de infiltración del agua durante la ocurrencia del evento meteorológico (INIFAT, 2003).

Los cultivos establecidos como cobertura vegetal viva del suelo, temporal o permanente, y que se cultivan en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación) son también una tecnología versátil y adaptable, que favorece la conservación del suelo y del agua, suprime las malezas, controla las plagas y provee alimentos para el hombre y el ganado. Pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, pero la mayoría son leguminosas (INIFAT, 2003).

En Cuba se reportaron aumentos del nivel de humedad del suelo en cultivo de plátano, mediante la utilización de la técnica de arroke con residuos de las cosechas de *Oryza sativa* (arroz) y de otros cultivos, intercalados simultáneamente como *Canavalia ensiformis* (canavalia), *Brassica oleracea* (col), *Helianthus annuus* (girasol), *Glycine max* (soya), *Zea mays* (maíz), *Crotalaria juncea* (crotalaria), *Vigna* spp.(vignas) e *Ipomoea batatas* (boniato), lo que trajo consigo incrementos en la producción agrícola de dicho cultivo principal y una mayor diversidad de alimentos (INIFAT, 2003).

La importancia de las plantas de cobertura es que mantienen y aumentan el contenido de materia orgánica en el suelo y con el uso de leguminosas, por la capacidad que tienen de fijar nitrógeno de la atmósfera, también se logra aumentar la cantidad de este elemento disponible para el cultivo. Además, mejora otras condiciones del suelo como la textura, estructura, la retención de humedad, el ablandamiento del suelo y la filtración. Asimismo disminuyen la erosión y aumentan la solubilidad y disponibilidad de los otros elementos nutritivos que necesita el cultivo, reduciendo el uso de insumos externos como la urea y otros fertilizantes. Las plantas de cobertura combaten y eliminan las malezas y se pueden sembrar en el mismo terreno donde se van a incorporar, evitando así el traslado de grandes cantidades de materia orgánica hasta el sitio del cultivo (FHIA, 2011).

El uso de la especie Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) se hace necesaria además, en una condición de déficit hídrico, para proteger al suelo de la acción directa del sol, evitando que este se reseque al disminuir la pérdida por evaporación y permitiendo conservar la humedad por más tiempo. En exceso hídrico, marcado por una alta frecuencia de precipitaciones, reduce el impacto directo de la erosión ocasionada al suelo por el lavado y arrastres de sus partículas.

En pendientes muy inclinadas la velocidad de la escorrentía aumenta con la pendiente, y también aumenta la capacidad de transporte de las partículas sueltas. En esta situación la cobertura que está en contacto con el suelo, es muy importante, más aún que la

cobertura aérea; la cobertura de contacto no solamente disipa la energía de las gotas de lluvia, sino que también reduce la velocidad de flujo superficial de agua, y consecuentemente las pérdidas de suelo (Taboada, 2011).

Cómo se observa en la figura 10, con la implementación de esta práctica se protege el suelo contra la acción directa del sol, el viento y antrópica, reduciendo el agrietamiento de este y ayudando a su vez a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo debido a su hábito de crecimiento rastrero, permanente, vigoroso, voluble y de raíces profundas.



Figura 10. Manejo del suelo para el cultivo del plátano con cobertura vegetal (A) y sin cobertura vegetal (B). Fuente: Corpoica (2016).

Las barreras rompevientos son usadas para el control de la erosión eólica, en áreas agrícolas, pastizales, áreas desprovistas de vegetación y en zonas urbanas. Su objetivo es reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios; reducir el movimiento del suelo y conservar la humedad (SAGARPA, 2012).

Con la utilización de barreras vivas en el cultivo del plátano se disminuye la velocidad de entrada del viento al cultivo durante la época seca, de igual forma se realiza un mejor aprovechamiento del agua durante la época de lluvias y control de erosión ocasionada por el escurrimiento en la superficie del suelo, aumentando la infiltración de agua y permitiendo conservar por más tiempo la humedad en el perfil del suelo. Se recomienda

la especie de mango Tommy, siendo esta una variedad de porte alto, copa amplia, raíces profundas que permiten el agarre del suelo, características relevantes que se tienen en cuenta para seleccionar la especie. Es una especie de crecimiento lento pero que se convertirá en una fuente de ingresos adicionales a largo plazo para el productor. La figura 11 ilustra el establecimiento de mango como barrera rompevientos en la parcela de integración.



Figura 11. Establecimiento de barreras con la especie mango Tommy en el cultivo de plátano. Fuente: Corpoica (2016).

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano a déficit hídrico del suelo en el municipio de Lorica (Córdoba)

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de plátano al déficit hídrico en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías para aumentar la capacidad adaptativa del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, al igual que para la condición de exceso de humedad, están contenidas en el sistema experto.

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

Material vegetal de partida de buena calidad

El plátano se reproduce por medio de material vegetativo denominado colinos, cormos, cepas o hijos; es la principal vía de transmisión de las características genéticas deseables; sin embargo, este también es un método que promueve la diseminación de plagas y enfermedades (el picudo negro, gusano tornillo, bacteriosis, moko, entre otras), que hacen que el cultivo pierda rentabilidad y calidad. La semilla se debe seleccionar de una planta madre con buenas características de producción y sanidad. De acuerdo con varios trabajos de investigación, cualquier yema vegetativa o cormo, con su meristemo o punto de crecimiento, puede emplearse como material de siembra (Palencia et al., 2006).

Los tipos de semilla más utilizados son:

Colino de aguja o puyón: Su pseudotallo es de forma cónica, con hojas estrechas, la altura oscila entre 0,5 y 1,0 metro con un peso aproximado de 2 kilogramos, después de cortar la parte aérea. Este tipo de semilla es fácil de sacar, preparar, sembrar y de ciclo vegetativo corto.

Rebrotes. Es una alternativa de producción rápida de semillas que aprovecha yemas y/o rebrotes de 100 a 400 gramos de peso, con potencial para producir una planta y un racimo de óptima calidad. Sistema muy utilizado que consiste en hacer viveros con cormos y pasado un tiempo hacer inducción de brotación, para obtener mayor cantidad de material de siembra. Los cormos producidos usualmente se trasplantan a bolsas de 2 kilos y se pasan a campo una vez la nueva planta tenga entre tres y cinco hojas.

Cabeza de toro. Tipo de semilla muy utilizado en las plantaciones bananeras para resiembras y ajuste de poblaciones en los lotes. Consiste en aprovechar plantas cosechadas para que suministren sus reservas nutricionales los nuevos hijos; las cepas se cortan a un metro de altura de la base del pseudotallo, se limpia la cabeza y se siembra en forma vertical u oblicua en hoyos de 60 x 60 x 60 cm, cubriéndolas con calcetas de la misma planta para evitar la pudrición acelerada del pseudotallo (UNAD, 2014)

Semilleros en bolsas

Los pequeños y medianos productores de plátano, que no tienen fácil acceso a la consecución de semillas por método *in vitro*, pueden utilizar el método de producción de semillas a través del uso de cormos. Tradicionalmente los cormos de plátano, se obtienen de plantaciones comerciales destinadas a la producción de fruta; sin embargo, se recomienda retirarlas con precaución porque el arranque continuo de cormos en áreas de producción reduce considerablemente los rendimientos de fruta de la plantación. Si los productores necesitan abastecerse de cormos provenientes de sus propias plantaciones comerciales destinadas a la producción de fruta, se recomienda realizar el arranque de cormos seleccionando plantas madres que tengan características especiales de conformidad con su genotipo, especialmente un racimo bien conformado y de buen tamaño, buen porte y que estén libres de daños de plagas y enfermedades (FHIA 2009). En condición de déficit hídrico, se recomienda realizar semilleros con los cormos seleccionados, para garantizar la homogeneidad del cultivo en caso de presentarse pérdida en campo después de la siembra.

La realización de semilleros se recomienda para enfrentar periodos de déficit hídrico en el suelo, en donde se presentan pérdidas de plantas en campo ocasionado por estrés hídrico, para ello son utilizadas semillas de tamaño pequeño y con excelentes condiciones fitosanitarias.

Para estimular el enraizamiento de los cormos y el desarrollo del brote vegetativo, se recomienda previamente la realización de camas enraizadoras, con ello se evita la pérdida de bolsas y sustrato de siembra, ya que aún en las mejores condiciones de manejo de los cormos, se estima que un 10% de ellos no germinan. Se deben limpiar los cormos, eliminando únicamente las raíces y brácteas secas, y se deben someter a un proceso de desinfección con insecticidas y fungicidas específicos. Una vez desinfectados se dejan secar antes de su siembra sobre una superficie limpia y previamente desinfectada, evitando apilamientos que deterioren la calidad, garantizando siempre la sanidad, viabilidad y trazabilidad de los cormos (ICA 2009).

La cama enraizadora se construye con arena y aserrín en una relación de 1:1. Estos materiales permiten el fácil manejo y el cosechar la plántula sin romper las raíces. El tamaño de la cama enraizadora es de 1 a 1,20 metros de ancho; el largo de la misma depende de la cantidad del material de siembra y la altura debe ser de 30 cm. Se estima

que se pueden colocar 120-150 cormos por metro cuadrado. Esta cama enraizadora no requiere sombra, pero sí un buen suministro de agua, es importante mantener el sustrato húmedo pero no saturado. Los cormos se colocan de forma continua y luego se cubren con una capa de 3 cm del sustrato. El tiempo que los cormos permanecen en la cama enraizadora es de dos semanas y antes de que empiecen a emitir hojas verdaderas searrancan cuidadosamente para colocarlos en bolsas plásticas (FHIA 2009).

Para asegurar una buena sincronización de crecimiento en el campo es necesario hacer una minuciosa clasificación de las plantas por tamaño. La primera oportunidad de clasificar las plantas se da al momento de sembrar los cormos (enraizados o no) en la bolsa y luego cuando las plantas están listas para ir al campo. La fertilización de las plántulas se hace al follaje semanalmente y se puede utilizar fertilizante foliar en dosis de 5 g.L⁻¹ de agua. Se estima que entre seis y ocho semanas después de la siembra en bolsa las plantas están listas para sembrarse en el campo. Este tiempo permite generalmente que las plantas lleguen a formar dos pares de hojas y 30 cm de altura (FHIA 2009).

Prácticas culturales para el manejo del cultivo

Deshoje: esta práctica consiste no solo en la eliminación de las hojas secas y dobladas sino también en las conocidas como bajeras, favoreciendo de esta manera la circulación del viento, la penetración de los rayos solares y previniendo el ataque de algunas plagas y enfermedades. Para el control de la sigatoka negra se realiza esta práctica, ya que la eliminación de las hojas manchadas reduce el inóculo del hongo; por ello se recomienda la eliminación de las hojas enfermas con tejidos verdes, cuando está comprometido más del 50% del área foliar. Estos cortes se hacen en la base del limbo, dejando de 20 a 30 cm de pecíolo. Es conveniente evitar las heridas al pseudotallo, principalmente a cultivos atacados por bacteriosis o moko. Esta labor se debe hacer semanalmente. Se recomienda hacer labores de eliminación del inóculo, conocido como cirugía, eliminando únicamente las lesiones por sigatoka. Esta labor se realiza con una deshojadora bien afilada, para no generar rasgaduras en la hoja (AUGURA 2009).

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 (ICA, 2012).

Deshije: el deshije es fundamental para mantener una plantación en condiciones apropiadas y obtener un máximo rendimiento. Consiste en seleccionar él o los hijos que se dejarán por unidad de producción, eliminando los restantes. Un buen sistema de deshije dará como resultado una producción uniforme durante todo el año; si no se realiza en el tiempo y la forma adecuada, traerá como consecuencia plantas débiles, con raíces pequeñas y de baja calidad.

Para plantaciones recién establecidas, el primer deshije es selectivo; consiste en dejar el hijo más grande, vigoroso y de mayor profundidad; se realiza aproximadamente a los tres o cuatro meses después de la siembra.

El primer hijo de producción (hijo de espada) se selecciona preferiblemente al lado opuesto de la inclinación de la madre, cuando tiene una altura aproximada de 0.80-1.0 m; la siguiente generación (nieto) se selecciona de uno de los brotes del primer hijo seleccionado (CENTA, 2002).

Destronque y picado de pseudotallo: tan pronto se cosecha el racimo, se corta el tronco por debajo del doblamiento de la mata. Cuando se realizan los deshojes se aprovecha para cortar la parte descompuesta del pseudotallo. Finalmente, se elimina la cepa o penca cuando esta esté completamente descompuesta. Esto permite mayor entrada de luz solar a la base de la planta, y se evita el desarrollo de plagas y enfermedades por el proceso de descomposición de los pseudotallos, además se recupera el espacio y permite que las plantas que queden desarrollen hijos vigorosos y sanos.

Después del destronque es necesario picar finalmente los troncos o vástagos para lograr su rápida descomposición, este material debe quedar en las calles, cuyo objetivo es controlar malezas y su descomposición se convierte en abono orgánico (Villamizar, 2012).

Consiste en la eliminación gradual del pseudotallo que permanece en pie luego de realizar la cosecha, únicamente se elimina la parte seca o podrida. En la región de Urabá se deja el pseudotallo de la planta cosechada por encima de 1.50 m, para favorecer el anclaje del hijo y transferirle nutrientes almacenados a este.

Manejo Integrado de enfermedades

Algunas de las principales limitantes fitosanitarias y estrategias de manejo en el sistema son:

Sigatoka: es causada por tres especies de hongos del género *Mycosphaerella* (*M. eumusae*, *M. fijiensis* y *M. musicola*), en condiciones favorables para su diseminación, causa pérdidas considerables en la producción debido a la pérdida de follaje y a la maduración prematura de los frutos. Se reportan pérdidas de 18% y 13% de la producción en banano y plátano, respectivamente (Mayorga, 2010).

La lluvia es importante en la liberación del inóculo, la precipitación provee condiciones de humedad que favorecen en desarrollo de las infecciones, permitiendo establecer una época con relativa baja incidencia y otra de alta incidencia (Douglas y Ronald, 1992).

Para realizar un control más eficiente y racional es necesario determinar cuál es la hoja de la planta más joven manchada (HNJM), lo que es un indicador de la incidencia y severidad de la enfermedad y servirá para determinar la “línea crítica” para el refuerzo de su control. La “línea crítica” es el nivel mínimo que, a través del tiempo, un agricultor decide mantener, en cuanto a la hoja más joven manchada (HMJM). Una vez definida esta línea crítica se procede (Alarcón y Jiménez, 2012) así:

- Marcar 10 plantas jóvenes de aspecto sano y vigoroso, distribuidas al azar, en cada lote homogéneo.
- Evaluar semanalmente cuál es la HMJM en las 10 plantas.
- Promediar el resultado semanal y graficarlo, comparándolo con la línea crítica.
- Si el resultado arroja una línea que se desplaza hacia abajo o se mantiene muy cerca de la línea crítica, significa que la enfermedad está siendo manejada satisfactoriamente. Si la tendencia es ascendente, significa que la enfermedad ha incrementado y es necesario reforzar las medidas de manejo.

Entre los métodos culturales de manejo, la práctica más común es la remoción de follaje con el propósito de eliminar el inóculo potencial. La labor es eficiente pero debe ser muy

racional para no causar daño extra al deshojar, para lo cual se deben seguir ciertas indicaciones (Corpoica, 1999):

- Corte las hojas afectadas por sigatoka negra y amarilla, también las hojas secas y verdes quebradas.
- Corte solo la porción enferma de las hojas poco afectadas.
- Para deshojar utilice una media luna o un machete recortado y con buen filo por los dos lados.
- Desinfecte la herramienta con hipoclorito de sodio a 20%, cada vez que pase de una planta a otra.
- Al deshojar, deje adherida a la planta la mayor parte del peciolo que sostiene la hoja de la planta.
- Deshoje y despunte cada mes si su plantación está afectada por sigatoka amarilla y cada 15 días si está afectada por sigatoka negra.
- Como mínimo debe dejar ocho hojas verdes hasta producción, así cultivará racimos de calidad comercial.

Moko: ocasionada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, requiere de tres elementos para su manejo: prevención, monitoreo y control (Alarcón y Jiménez, 2012).

Las prácticas de *prevención* apuntan a evitar la diseminación de la enfermedad, para lo cual es fundamental:

- Utilizar colinos libres de la enfermedad, preferiblemente certificados por el ICA. Se puede realizar la propagación a partir de plantas del lote de las cuales se conozca su historial y se tenga certeza de no estar afectadas por la enfermedad.
- Evitar el ingreso de material vegetal de otras fincas o lotes de los que se tenga sospecha que la enfermedad está presente.
- Se debe realizar la desinfección de las herramientas con las cuales se realizan los deshijos, deshojes, descalcete, cosecha u otras prácticas culturales.
- Eliminar las bellotas ya maduras.

- Realizar el control de vectores como los picudos, los cuales también pueden ser factores que predisponen para infectarse.

El *seguimiento* debe permitir la identificación temprana de la enfermedad:

- Los síntomas externos son el amarillamiento general de la planta, la muerte de las hojas que se secan pero no se caen de la planta y en los racimos se observa una maduración de los plátanos con colores naranjas y rojizos, y anillos negros en la pulpa. Al realizar corte en la base del pseudotallo o entre este, se observan puntos marrones en los haces vasculares. Puede afectar tanto a plantas adultas como a hijuelos, mostrando los mismos síntomas de clorosis, amarillamientos y desecación de las hojas (Alarcón y Jiménez, 2012).
- Aunque la determinación de la incidencia es importante, para lo cual se debe revisar todas las plantas, una vez se identifique la presencia de la enfermedad se debe hacer un control y monitoreo en los sitios específicos (focos) en los cuales se identificó la enfermedad, considerando un manejo de zonas (Álvarez *et al.*, 2003; Alarcón y Jiménez, 2012).

Algunas prácticas de *control* por desarrollar son:

- Las plantas afectadas (focos) deben ser erradicadas con el uso de herbicidas sistémicos inyectados (5-10 ml de glifosato al 20%) (Alarcón y Jiménez, 2012).
- Demarcar y encerrar el área circundante (diámetro de 5 metros o las cinco plantas más cercanas al foco). Las plantas de esta zona también deben ser erradicadas con herbicida.
- No realizar zanjas o conexión de los drenajes de la zona crítica con las demás zonas del lote, ya que la bacteria se disemina por el agua.
- Utilizar herramientas y elementos de protección personal exclusivos para estas zonas. Desinfectar y limpiar adecuadamente.
- Una vez las plantas erradicadas estén secas se deben picar y no remover del área.
- También se debe evitar la circulación, por lo cual se debe demarcar ubicando una sola entrada en la que se disponga de una lavacalzado con bactericidas, hipoclorito de sodio al 50% o yodo al 10%.



- Álvarez *et al.*, 2003 recomienda la adición de materia orgánica y el uso de *Trichoderma viride* y *Bacillus subtilis*, así como la siembra y/o incorporación de flor de muerto (*Tagetes patula*) en dosis de 1 kg.m² (Alarcón y Jiménez, 2012).

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de plátano hartón en Santa Cruz de Lorica consultar el SE - MAPA.



Como se expuso en las secciones 1 y 2, son dos los determinantes del riesgo agroclimático: la amenaza y la vulnerabilidad. 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 tecnológicas integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático. Es oportuno 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 propuestas 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 el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba)

Dominio de recomendación

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores 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, que deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso y no ser consideradas como un criterio único o una receta rígida.

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, acordes a 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 y que dependen 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 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 implementarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de plátano en el municipio de Santa Cruz de Lorica.

En la Tabla 4 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro, se relacionan el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa 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 todos los productores de este sistema. De la misma forma, el grado de sensibilidad que se presenta es medio para todos los dominios, al igual que la capacidad de adaptación.

Finalmente, la última columna (5) muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del uso de fertilización orgánica y realización de prácticas de manejo y conservación de suelo, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio, estableciendo además proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso, las opciones son viables para todos los dominios.

Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de plátano del municipio de Santa Cruz de Lorica, Córdoba.

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de Adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores pequeños con extensión de menos de 2 ha en plátano con mano de obra familiar y con alta exposición a déficit hídrico.	Alta	Media	Media	Viable
2. Productores con más de 2 ha en plátano y con alta exposición a déficit hídrico.	Alta	Media	Media	Viable

Fuente: Corpoica (2015b).

Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

Los productores del dominio 1 se caracterizan por estar ubicados en zonas con una exposición agroclimática alta ante una condición de déficit hídrico. En cuanto al grado de sensibilidad, para este dominio es medio, debido a que los productores no cuentan con sistema de riego, no presentan diversidad de cultivos que ayuden a sus ingresos, pero realizan buenas prácticas agronómicas en el cultivo por lo que no presentan problemas fitosanitarios por plagas o enfermedades.

La percepción sobre la disminución de la producción a consecuencia de los efectos de la sequía es alta, puesto que no realizan ningún tipo de práctica de cobertura de suelo en las plantaciones que les permitan disminuir las pérdidas de humedad. Finalmente se resalta que tienen un sistema de producción tradicional con pocos rendimientos lo que le representa una baja rentabilidad al productor.

Por otra parte, la capacidad adaptativa es media, en donde los productores se ven favorecidos por presentar asistencia técnica de calidad en campo y ser propietarios de los predios, pero limita la falta de acceso y uso de créditos bancarios. Adicionalmente se destaca que la infraestructura vial que poseen limita la comercialización del producto, pero al ser dueños de los predios que habitan les podría de cierto modo permitir acceder a algún tipo de crédito que les ayude a mejorar la infraestructura de sus fincas con la construcción de diques, pozos profundos, canales etc. con el objetivo de disminuir la sensibilidad (figura 12).

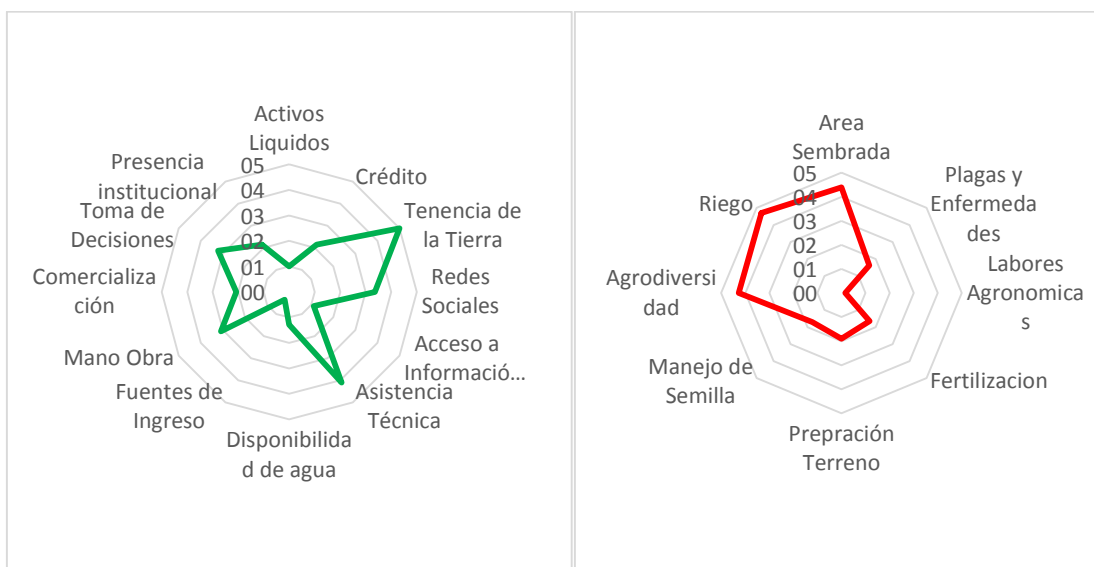


Figura 12. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.

La alta exposición que presentan los productores del dominio 1, hace necesario la implementación de opciones tecnológicas como la fertilización orgánica y la cobertura vegetal para mantener el sistema de producción en épocas restrictivas por déficit hídrico, en este sentido dichas opciones a pesar de generar un aumento en los costos de producción, permiten el retorno del capital de inversión y generar ingresos al productor.

De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de fertilización orgánica, asociada a adecuación del terreno, es viable con relación al comportamiento del capital financiero asociado a este esquema de producción. En este sentido, esta opción constituye una medida efectiva de reducción de los efectos adversos que conlleva una condición de déficit hídrico. En específico para los productores de este dominio se recomienda adoptar las tecnologías desde el primer periodo y disponerlas para la totalidad de los predios. Si bien esta implementación tecnológica no permite la venta de jornales, esto no constituye una limitante para el nuevo esquema de producción, en el cual se prevé que sea necesario contratar un 40% de la mano de obra total requerida (en adición a la mano de obra familiar disponible). Finalmente se recomienda ampliar los esquemas de disponibilidad de crédito para los productores de la zona, pues esto puede representar una herramienta de soporte financiero en momentos en que las condiciones económicas lo demanden.

Dominio 2

Los productores del dominio 2 se encuentran ubicados en zonas que presentan una exposición agroclimática alta; es decir, que están en predios condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos, además de tener alta probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico. El grado de sensibilidad de los cultivos de estos productores es medio, puesto que presentan un bajo nivel de diversidad de cultivos, niveles inferiores de fertilización, no cuentan con fuentes hídricas e infraestructura de riego; no obstante se ven favorecidos por implementar buenas labores de manejo del cultivo. Por su parte, la capacidad de adaptación es media, debido a que la mano de obra disponible es mínima, la agrobiodiversidad de cultivos es baja, razón por la cual dependen económicamente del sistema de producción de plátano, pero presentan buena disponibilidad de acceso a crédito y son propietarios de los predios.

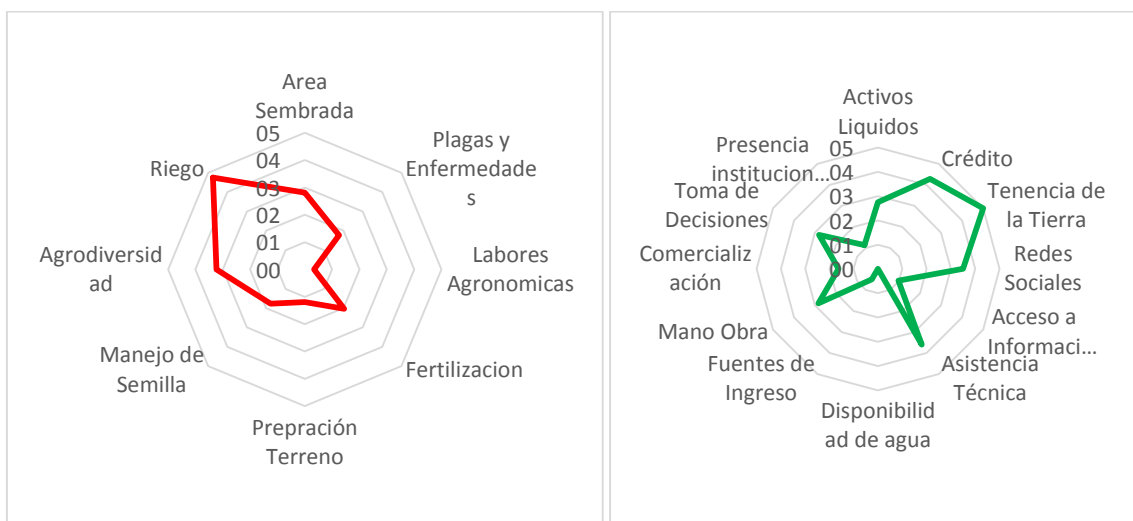


Figura 13. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2.

Con relación al análisis microeconómico, la implementación de fertilización mediante abonos orgánicos –asociada a adecuación del terreno para la siembra es viable de acuerdo con la acumulación de capital, asociada a la producción con estas tecnologías. En este sentido, esta opción constituye una medida efectiva de reducción de los efectos adversos de una condición de déficit hídrico. Para los productores de este dominio se recomienda adoptar las tecnologías desde el primer periodo y llevarlas a cabo en la totalidad del área a sembrar. Esta implementación tecnológica no permite la venta de jornales, sin embargo esto no es una limitante para llevar a cabo el nuevo esquema de producción, en el cual se espera que sea necesario contratar un 35% de la mano de obra total requerida (en adición a la mano de obra familiar disponible). Finalmente, al igual que para los productores del dominio 1, se recomienda ampliar los esquemas de disponibilidad de crédito para los productores de la zona, pues esto puede representar una herramienta de soporte financiero en momentos en que las condiciones económicas lo demanden.



BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J. & Jiménez, Y. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa spp.), medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: ICA..
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación..
- Álvarez, E., Pantoja, A., Ceballos, G., & Gañán, L. (2003). *Manejo del moko en América Latina y el Caribe*. CIAT y FAO. 40 p.
- Asociación de Bananeros de Colombia. (2009). Medellín. AUGURA. Recuperado de <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/colombia-1/publicaciones-colombia/cartilla-banano-definitiva.pdf>
- Barrera J, Combatt E., & Ramírez Y. (2011). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano hartón (Musa AAB). *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*. 5(2),186-194.
- Belalcázar, S., Cayón, G., & Lozada, J. (1991). Ecofisiología del cultivo. En S. Belalcázar, *El cultivo del plátano en el trópico* (pp. 93-109). Cali: ICA..
- Bolaños, M., Morales, H., & Celis, L. (2003). Fertilización (orgánica-química) y producción de 'Dominico hartón'. *Infomusa*, 12, 36-45.
- Borrero, C. (2008). Infoagro. Recuperado de http://www.infoagro.com/abonos/fertilizantes_fitosanitarios.htm.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (2002). El Salvador. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Platano.pdf>
- Corpoica. (2013). *Plan para el manejo de los impactos en el sector agropecuario ocasionados por la emergencia Invernal*. Bogotá: Universidad Tecnológica



- Pedagógica de Colombia–UPTC, 4D Elements Consultores y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Sede C.I Tibaitatá.
- Corpoica. (1999). *El deshoje y despunte en plátano y banano, una alternativa para el manejo de la sigatoka negra y amarilla*. Pereira: Corpoica.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación consultado de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos del departamento de Córdoba*. 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 berenjena (San Pelayo), ñame (Ayapel) y plátano, (Lorica)*. Proyecto 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 Santa Cruz de Lorica, departamento de Córdoba*. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.
- Douglas, M., & Ronald, R. (1992). El combate de la sigatoka negra. Departamento de investigaciones CORBANA,(4), 22.
- FAO. (1976). A Framework for Land Evaluation. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Soils bulletin*, 32.
- Fundación hondureña de investigación agrícola. (2009). La Lima: FHIA; Recuperado de http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf
- Herrera, M., & Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano*. Huancayo: Universidad Agraria de la Molina.



- Instituto Colombiano Agropecuario. (2009). Bogotá: ICA. Recuperado de http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Manuales-Tecnicos-Viveristas/Manuales/M_MUSACEAS_FT.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2009). Bogotá: ICA. Recuperado de http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Manuales-Tecnicos-Viveristas/Manuales/M_MUSACEAS_FT.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* spp.). Medidas para la temporada invernal. Produmedios. Bogotá. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf.
- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, Alejandro de Humboldt, (INIFAT). (2003). Manual de agricultura orgánica. La Habana, Cuba. Recuperado de http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=50&cf_id=24. 141 p.
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Mayorga, M. (2010). Manchas de sigatoka de las musáceas. En C. Jica, *Últimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia* (pp. 32-38). Bogotá: DIGA estudios de diseño.
- Muñoz, J., Velásquez M., & Salvador, E. (2013). El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Revista Chapingo*. Recuperado de <http://www.chapingo.mx/revistas>



- Muñoz, R. (1994). Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En Silva M., F. (ed.). *Fertilidad de suelos, diagnóstico y control* (pp. 293-304). Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Orozco, J. (1999). Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo del banano. En *Memorias del Taller Internacional Producción de Banano Orgánico y Ambientalmente Amigable* (pp. 82-88). Guácimo, Costa Rica: EARTH.
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano*. Bucaramanga, Colombia: Corpoica-Corpoboyacá.
- Palmer, W. (1965). Meteorological drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). México: SAGARPA. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Cortinas%20rompevientos.pdf>
- Taboada, L. (2011). Prácticas agro-culturales de conservación de suelos. Perú. [Recuperado de <https://es.scribd.com/document/74195533/COBERTURA-VEGETAL>
- Universidad Nacional a Distancia (UNAD). (2015). *Modelo tecnológico, el cultivo del plátano en el eje cafetero*. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022._Entorno_conocimiento_2014-2/Paq_Tec_Platano_1_.pdf
- Villamizar, F. (2002). *Determinación del tiempo de crecimiento para cosecha y comportamiento fisiológico poscosecha del banano 'Gross Michael'*. Manizales: Universidad nacional de Colombia.



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>