



# Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo de mango de hilaza (*Mangifera indica* L.)

Municipio de Clemencia  
Departamento de Bolívar



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Fondo Adaptación

Julio 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	Cargo
Sony de la Consolación Reza García	Investigador Ph.D.
Manuel Ramón Espinosa Carvajal	Investigador máster
Luis Manuel Carvajal Petro	Profesional de apoyo a la investigación
Antonio María Martínez Reina	Investigador Ph.D.
Luis Felipe Castelblanco	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph.D.
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster
Jorge Leonardo Abril Castro	Profesional de apoyo a la investigación



## 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 para el buen 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

AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo.....	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio ..	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Clemencia .....	4
Exposición del sistema productivo de mango de hilaza a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Clemencia.....	8
Con base en la información anterior, en qué zonas del municipio de Clemencia el cultivo de mango de hilaza tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva.....	14
Riesgo agroclimático en la finca - gestión de la información agroclimática y agrometeorológica.....	17
Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo mango de hilaza ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Clemencia, Bolívar .....	19
? Aplicación de podas.....	21
? Fertilización integrada .....	23
Ventajas comparativas de las tecnologías integradas.....	27
Prácticas complementarias que se pueden implementar dentro del sistema productivo de mango de hilaza en Clemencia (Bolívar) para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.....	29
Sección 3: Criterios para la implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar) .....	39
REFERENCIAS .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar).....	3
<b>Figura 2.</b> Mapas de zonificación según variables biofísicas: altitud (izq.), paisajes (centro) y subzonas hidrográficas (der.) para el municipio de Clemencia (Bolívar).....	5
<b>Figura 3.</b> Comparación de la precipitación en años extremos respecto al promedio para el municipio de Clemencia en el departamento de Bolívar (1980-2011) .....	6
<b>Figura 4.</b> Aptitud de uso de suelos para cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar).....	9
<b>Figura 5.</b> Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia, en condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico en la ventana de análisis noviembre-mayo. ....	12
<b>Figura 6.</b> Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Clemencia para el sistema productivo de mango de hilaza, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo. ....	16
<b>Figura 7.</b> (Arriba) balance hídrico atmosférico, (abajo) balance hídrico agrícola para el sistema productivo de mango de hilaza municipio de Clemencia (Bolívar) entre los meses de mayo de 2014 y noviembre 2015.....	20
<b>Figura 8.</b> Proceso de poda de estructura en árboles jóvenes.....	21
<b>Figura 9.</b> Poda de formación en árboles jóvenes de mango de hilaza.....	22
<b>Figura 10.</b> a) Proceso de poda de reproducción en árboles adultos. b) Proceso de poda de rejuvenecimiento en árboles adultos.....	23
<b>Figura 11.</b> Proceso de elaboración de abono orgánico biol, parcela de integración mango de hilaza, Clemencia (Bolívar) .....	25



<b>Figura 12.</b> Proceso de elaboración de abono orgánico tipo Compost. ....	26
<b>Figura 13.</b> Fertilización química en plantas de mango, parcela de integración.....	27
<b>Figura 14.</b> Árboles jóvenes con una estructura adecuada aplicando manejo de podas. ....	27
<b>Figura 15.</b> Ventajas en la producción y desarrollo de la planta de mango con la aplicación de fertilización .....	28
<b>Figura 16.</b> Sistema de drenaje superficial por zanjas abiertas.....	32
<b>Figura 17.</b> Sistema de drenaje subterráneo por drenes enterrados.....	34
<b>Figura 18.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 1.....	42
<b>Figura 19.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 2.....	43
<b>Figura 20.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 3.....	44
<b>Figura 21.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 4.....	45
<b>Figura 22.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 5.....	46
<b>Figura 23.</b> Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 6.....	47



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Clemencia durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	7
<b>Tabla 2.</b> Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Clemencia durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011. ....	7
<b>Tabla 3.</b> Calendario fenológico para el cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia. ....	13
<b>Tabla 4.</b> Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de mango en el municipio de Clemencia (Bolívar).....	41





## INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado construido por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA) contiene herramientas que sustentan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos y contribuir a la reducción de su vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnología a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que tienen las condiciones restrictivas de humedad del suelo 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 productores, 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 Bolívar se priorizó, por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia.

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango de hilaza a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Clemencia, en el departamento de Bolívar.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

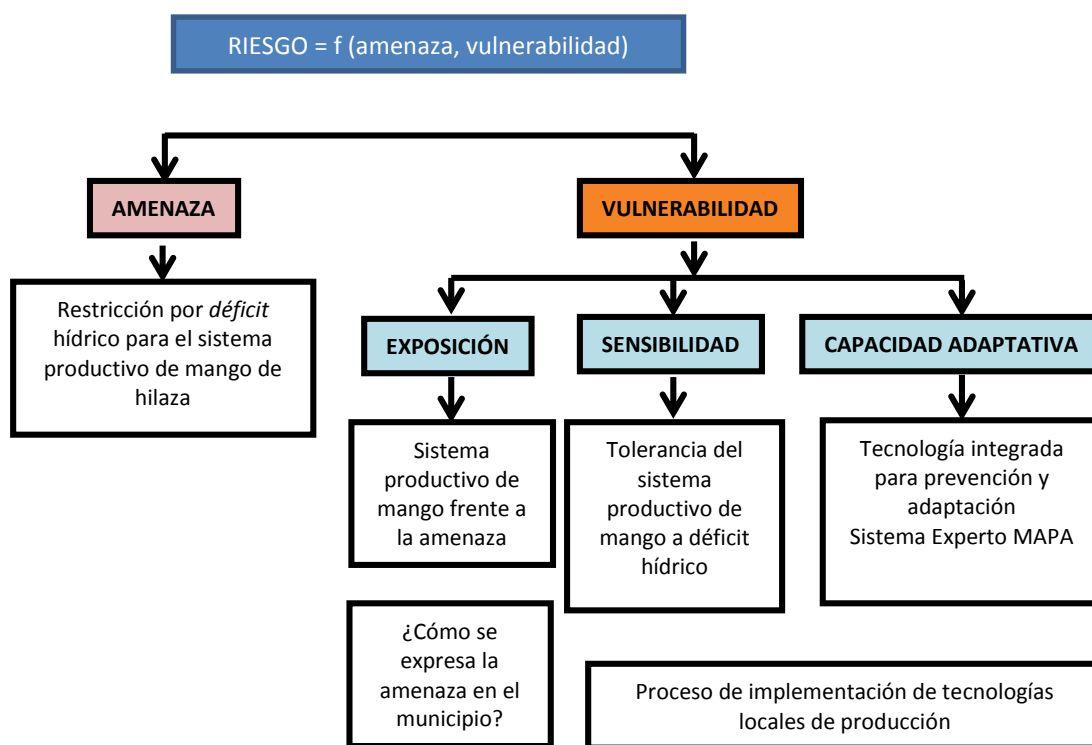
Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de mango de hilaza (*Mangifera indica*) frente al riesgo agroclimático en el municipio de Clemencia (Bolívar), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

### Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de Clemencia (Bolívar) para la toma de decisiones en el sistema productivo de mango en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango a condiciones de déficit hídrico en el suelo, en el municipio de Clemencia (Bolívar).
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia.

## Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo definida por la exposición y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico. En la Figura 1 se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad del sistema productivo de mango de hilaza frente a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, se presentan opciones tecnológicas integradas para la prevención y adaptación que ingresan a un proceso de implementación en el sistema productivo.



**Figura 1.** Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar).



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

A escala departamental, es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento y la exposición del sistema productivo a dichas amenazas, la cual está dada por la ubicación geográfica.

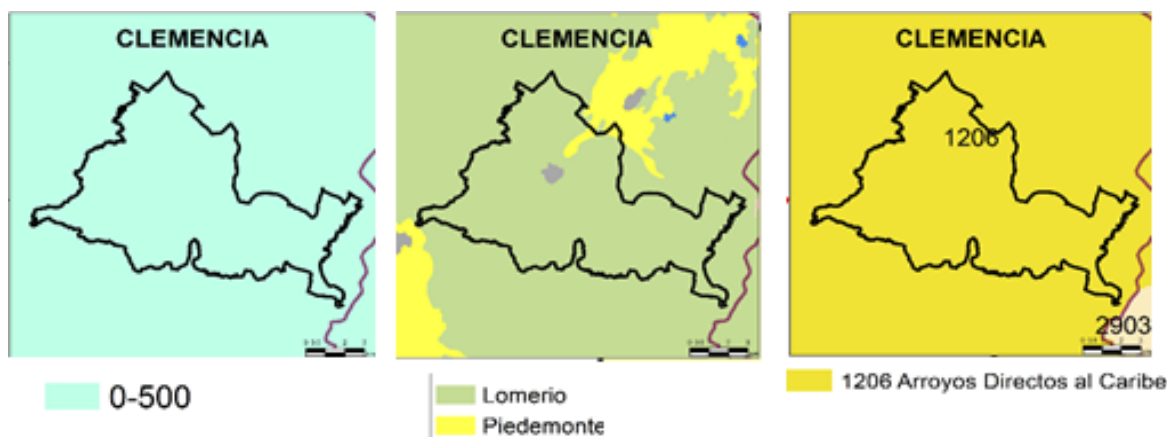
A escala municipal, el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (estaciones meteorológicas, distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET<sub>0</sub>], distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, 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 el municipio de Clemencia***

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

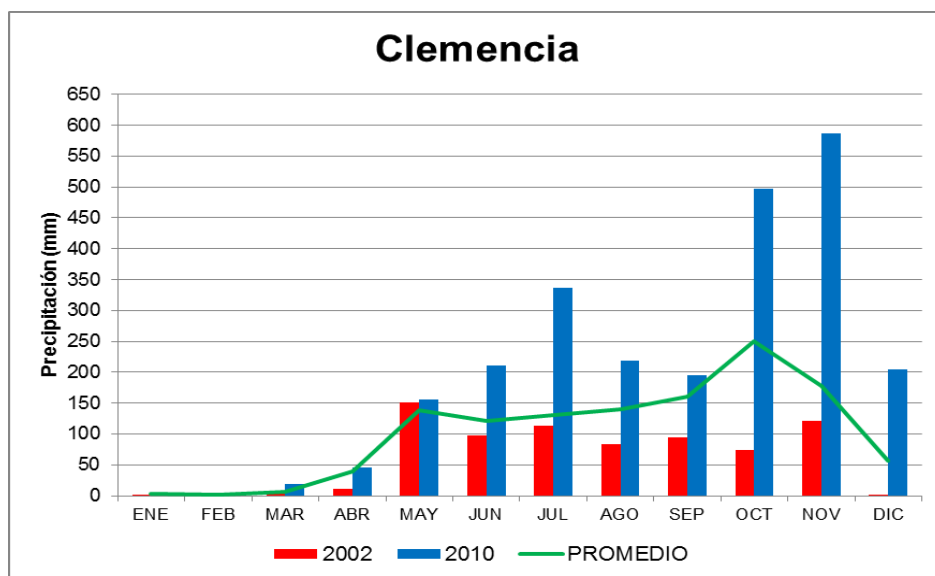
El municipio de Clemencia presenta un paisaje de lomerío y piedemonte, y no tiene una fuente hídrica cercana que determine un agente causal de inundaciones, por lo tanto la amenaza es muy baja. Por el contrario, existe una mayor amenaza por déficit hídrico en el suelo, debido a que el municipio presenta una altitud entre 0 y 500 msnm, esto sumado a que la temperatura alta aumenta las pérdidas de agua por evapotranspiración; el paisaje de lomerío aumenta esta amenaza, ya que la precipitación se puede perder por escorrentía (Figura 2)(Corpoica, 2015a).



**Figura 2.** Mapas de zonificación según variables biofísicas: altitud (izq.), paisajes (centro) y subzonas hidrográficas (der.) para el municipio de Clemencia (Bolívar).  
Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de los *datos históricos del clima* (1980-2011), con lo que es posible tener algún grado de previsibilidad de la variabilidad climática. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Clemencia (Bolívar) se destacan:

**Precipitación:** en la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación en el municipio de Clemencia. Los años con excesiva y escasa disponibilidad de agua fueron 2002 y 2010, respectivamente. En 2002 se presentó un evento El Niño que impactó en mayor medida en la segunda mitad del año y ocasionó una reducción en las lluvias cercana al 39 % con respecto al promedio normal. Por su parte, en el año 2010 las lluvias aumentaron 101 % con respecto al promedio normal, aumentos reflejados en los meses de julio, octubre y noviembre con 337 mm, 497 mm y 587 mm respectivamente.



**Figura 3.** Comparación de la precipitación en años extremos respecto al promedio para el municipio de Clemencia en el departamento de Bolívar (1980-2011)  
Fuente: Corpoica (2015a).

**Valor del 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 debe 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)<sup>1</sup>, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5).

En el municipio de Clemencia (Bolívar), el evento El Niño más fuerte ocasionó una anomalía de -31 % en la precipitación, con un valor ONI de 1,5 (mayo de 2002 a marzo de 2003), el valor ONI más alto fue de 2,5 y la mayor duración de 19 meses.

<sup>1</sup> Este índice, que puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos, permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona. Consúltelo en [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears\\_ERSSTv3b.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml)

Durante un evento La Niña, la mayor anomalía presentada ocasionó un aumento del 105 % de la precipitación durante julio de 2010 y abril de 2011, con un valor ONI de -1,4, el mayor valor ONI es de -1,9, y la mayor duración de un evento es de 24 meses.

La Tabla 1 y la Tabla 2 muestran el comportamiento del fenómeno El Niño oscilación del sur (ENOS) en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno. En estas tablas también se muestran los periodos de duración potencial de los eventos, lo cual es un indicativo de planificación mediante el cual se puede prever y realizar prácticas preventivas a distintas escalas temporales.

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

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1994 - Mar 1993	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	-22 %	-16 %	-24 %	-17 %	-11 %	-31 %	15 %	2 %	-28 %

Fuente: Corpoica (2015a).

**Tabla 2.** Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Clemencia 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	-11 %	16 %	-24 %	20 %	-40 %	30 %	105 %

Fuente: Corpoica (2015a).



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

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

**Para mayor información la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas consultar el sistema experto SE-MAPA**

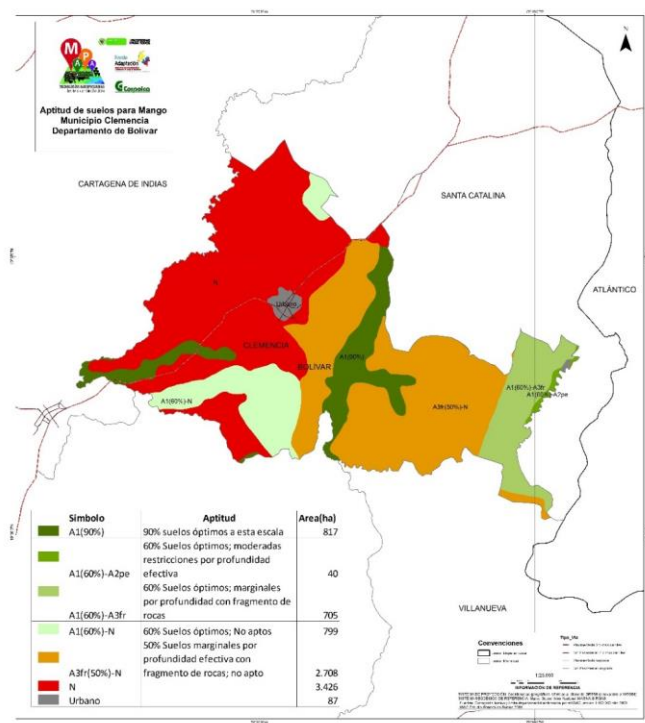
### ***Exposición del sistema productivo de mango de hilaza a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Clemencia***

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

Para evaluar la exposición se debe identificar:

- a. **En el mapa de aptitud de suelos:** las limitaciones de los suelos en donde están establecidos o se establecerán los sistemas productivos. Se debe tener en cuenta que algunas limitaciones pueden manejarse con relativa facilidad, mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es de 1:100.000 (figura 4).





Símbolo		Aptitud	Área (ha)
	A1 (90 %)	90 % de suelos óptimos a esta escala	817
	A1(60 %)-A2pe	60 % suelos óptimos, moderadas restricciones por profundidad efectiva	40
	A1(60 %)-A3fr	60 % suelos óptimos; marginales por profundidad con fragmentos de roca	705
	A1(60 %)-N	80 % suelos óptimos; no aptos	799
	A3fr(50 %)-N	50 % suelos marginales por profundidad efectiva con fragmentos de rocas; No aptos	2.708
	N		3.426
	Urbano		87

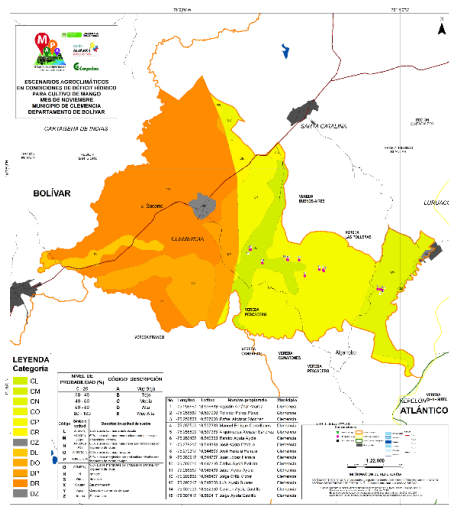
**Figura 4.** Aptitud de uso de suelos para cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar).

Fuente: Corpoica (2015b)

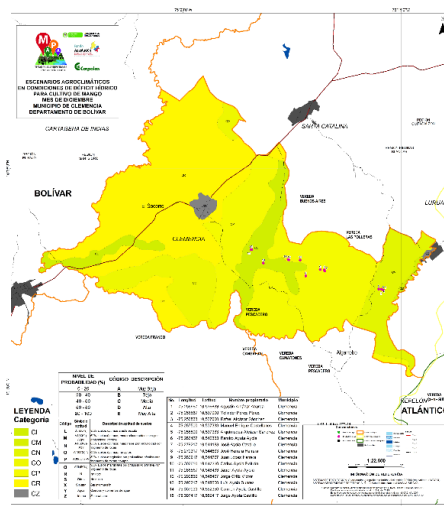
**Para tener en cuenta:** El municipio de Clemencia tiene un 20 % de suelos con aptitud clase A1 Óptima; toda la unidad A1 tiene esta calificación, salvo las inclusiones que suman alrededor de 10 %. Las demás unidades presentan asociaciones de suelos con menor grado de aptitud. Un 0,2 % del municipio tiene aptitud moderada (A2pe), y aunque en general los suelos tienen condiciones adecuadas, la profundidad efectiva superficial fue limitada por el nivel freático. Además, en algunos suelos, la profundidad es restringida por fragmentos de roca, por lo tanto, la clase de suelo se clasifica como A3fr, o marginales, debido a que la raíz requiere para su desarrollo una profundidad mayor. Los suelos con clase A3fr suman un 19,1 % de la superficie del municipio. El restante 59,4 % no presentan aptitud para este cultivo especialmente por la superficialidad de los suelos. Las unidades más aptas se indican en el mapa de aptitud en tonos verdes y están ubicadas principalmente al centro y al oriente del municipio. En la Figura 4 se evidencian las áreas de las zonas de aptitud agroclimática para el sistema de cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Figura 4).

- b. **Mapas de escenarios agroclimáticos** (Figura 5): la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico del suelo para el sistema productivo de mango de hilaza, con base en el cálculo del índice de severidad de sequía Palmer (1965), en una condición de sequía puede ser: baja (tono verde claro, 20-40 %), media (tono amarillo, 40-60 %) y alta (tono naranja, 60-80 %), de acuerdo con el mes de siembra o etapa fenológica (tabla 3).

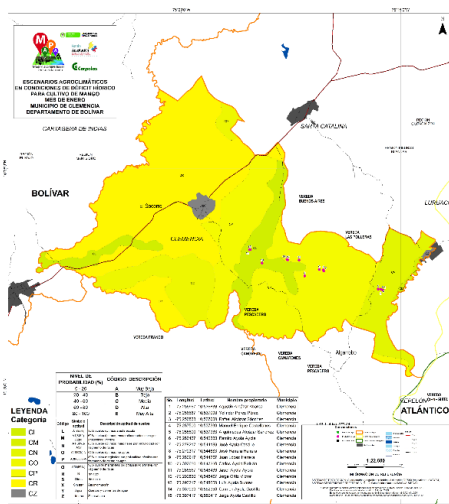
## Noviembre



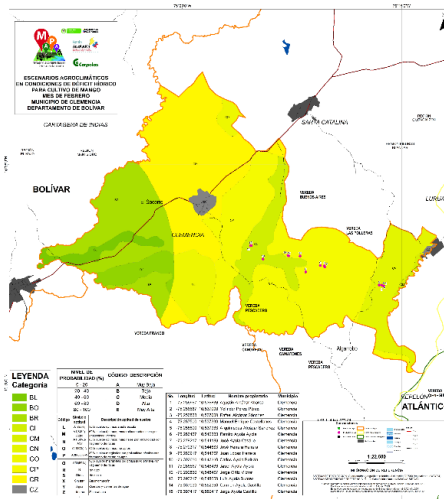
## Diciembre



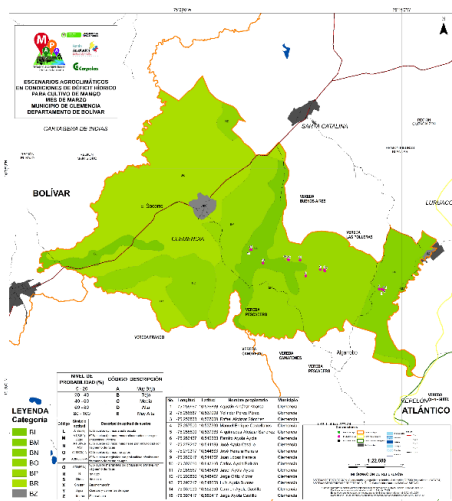
## Enero



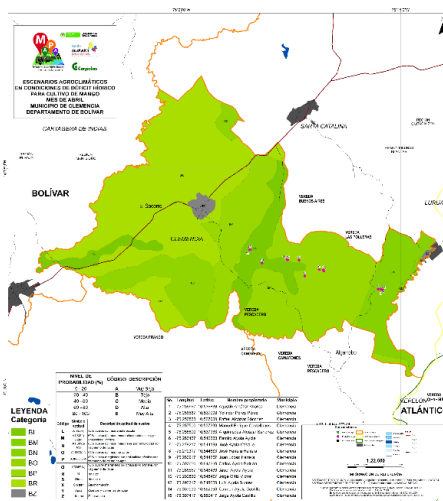
## Febbero



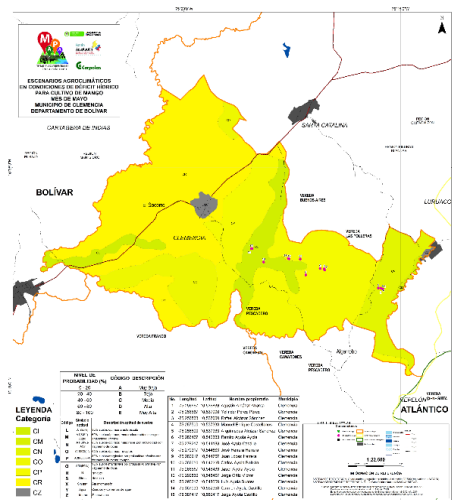
**Marzo**



**Abril**



**Mayo**



**Legenda**

NIVEL DE PROBABILIDAD (%)		CÓDIGO DESCRIPCIÓN	
0 - 20	A	Muy Baja	
20 - 40	B	Baja	
40 - 60	C	Media	
60 - 80	D	Alta	
80 - 100	E	Muy Alta	

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud de suelos
L	A1(90%)	90% suelos óptimos a esta escala
M	A1(60%)	60% suelos óptimos; moderadas restricciones por profundidad efectiva
N	A1(60%)	60% suelos óptimos; marginales por profundidad con fragmento de rocas
O	A1(60%)	60% suelos óptimos; no aptos
P	A3f(50%)	50% suelos marginales por profundidad efectiva con fragmento de rocas; no apto
Q	A3f(90%)	90% suelos marginales por profundidad efectiva con fragmento de rocas
R	N	No apto
S	Otros	No suelo
X	Sin info	Sin información
Y	Agua	Cuerpos y corrientes de agua
Z	Urbano	Zona urbana

LEYENDA Categoría	
CL	
CM	
CN	
CO	
CP	
CR	
CZ	
DL	
DO	
DP	
DR	
DZ	

**Figura 5.** Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia, en condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico en la ventana de análisis noviembre-mayo.

Fuente: Corpoica (2015b).

La ventana de análisis se estableció de noviembre a mayo teniendo en cuenta el calendario fenológico local y las etapas fenológicas del cultivo sensibles al estrés hídrico: floración

(desarrollo de yemas florales, desarrollo del órgano floral, floración), fructificación (desarrollo del fruto y cosecha) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Calendario fenológico para el cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia.

Clima:																													
Descripción o etapa fenológica	Duración (días)	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
		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
Desarrollo de la yema	20																												
Desarrollo del órgano floral	20																												
Floración	8 a 10																												
Desarrollo del fruto	Aprox. 100																												
Cosecha	Aprox. 125																												

Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** En el mes de noviembre se presentan altas probabilidades de exposición a déficit hídrico en el suelo; este mes coincide con la finalización de la etapa vegetativa y el comienzo de la floración; en diciembre y enero, meses en los cuales se inicia y desarrolla la floración de mango en esta zona, se presenta una probabilidad media de déficit hídrico en el suelo; en la etapa de llenado de frutos, correspondiente a los meses de febrero y marzo, se presenta una probabilidad media a baja de déficit hídrico en el suelo; para los meses de febrero y marzo, las probabilidades de presentar una condición de déficit hídrico en el suelo son bajas, lo cual es muy importante para la etapa fenológica presentada en estos meses; para abril, mes en el cual se inicia el proceso de cosecha en la zona, las probabilidades de presentar una condición de déficit hídrico en el suelo son bajas; y en mayo se presenta un nivel de probabilidad media de ocurrencia de déficit hídrico en el suelo.

De acuerdo con el análisis de los escenarios presentados en los meses relacionados con el calendario fenológico de mango de hilaza, las condiciones de humedad del suelo son apropiadas en relación con las condiciones especiales que necesita el mango para el inicio de la floración; el mes de noviembre presenta una probabilidad media de déficit hídrico, lo cual ocasiona un estrés en la planta, el cual es un inductor para el inicio de la floración en los dos meses siguientes (diciembre y enero). Para la etapa de llenado (febrero y marzo), en la cual las plantas necesitan de un flujo adecuado de nutrientes, es necesario que exista humedad en el suelo; los análisis arrojan una probabilidad de déficit hídrico media a baja en febrero y baja en marzo, por lo cual se debe tener en cuenta las prácticas necesarias para

asegurar una condición hídrica no restrictiva en el suelo, para la obtención de frutos con características organolépticas apropiadas y un rendimiento adecuado.

Los mapas de *escenarios agroclimáticos mensuales* 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 con los calendarios fenológicos locales. Sin embargo, deben ser entendidos como un marco de referencia.

***Con base en la información anterior, en qué zonas del municipio de Clemencia el cultivo de mango de hilaza tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva***

Para dar esta respuesta, obsérvese el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Clemencia para el cultivo de mango de hilaza (Figura 6). Este mapa resume la exposición a deficiencia o exceso hídrico para el cultivo y la aptitud de los suelos.

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas para el municipio de Clemencia fueron:

**Nichos productivos óptimos o con leves restricciones** (tono verde oscuro): estas áreas ocupan el 7,2 % (aproximadamente 619,35 ha) del área total municipal (8583.44 ha). En estas áreas se presentan suelos con una aptitud óptima y con leves restricciones por drenaje para el cultivo, además de una baja exposición a déficit hídrico en los suelos.

En un contexto de manejo integrado del cultivo se espera que el establecimiento y desarrollo de mango de hilaza presente menos riesgo frente a condiciones de deficiencias de agua.

**Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo o conservación de suelos** (tono verde claro): estas áreas ocupan el 35,8 % (aproximadamente 3.070,87 ha) del área total municipal. En estas áreas los suelos presentan una aptitud asociada a características moderadas por drenaje, profundidad efectiva y texturas muy finas, y no aptas por profundidad efectiva muy superficial. Así mismo, las condiciones de humedad en el suelo presentan baja exposición ante un déficit hídrico.



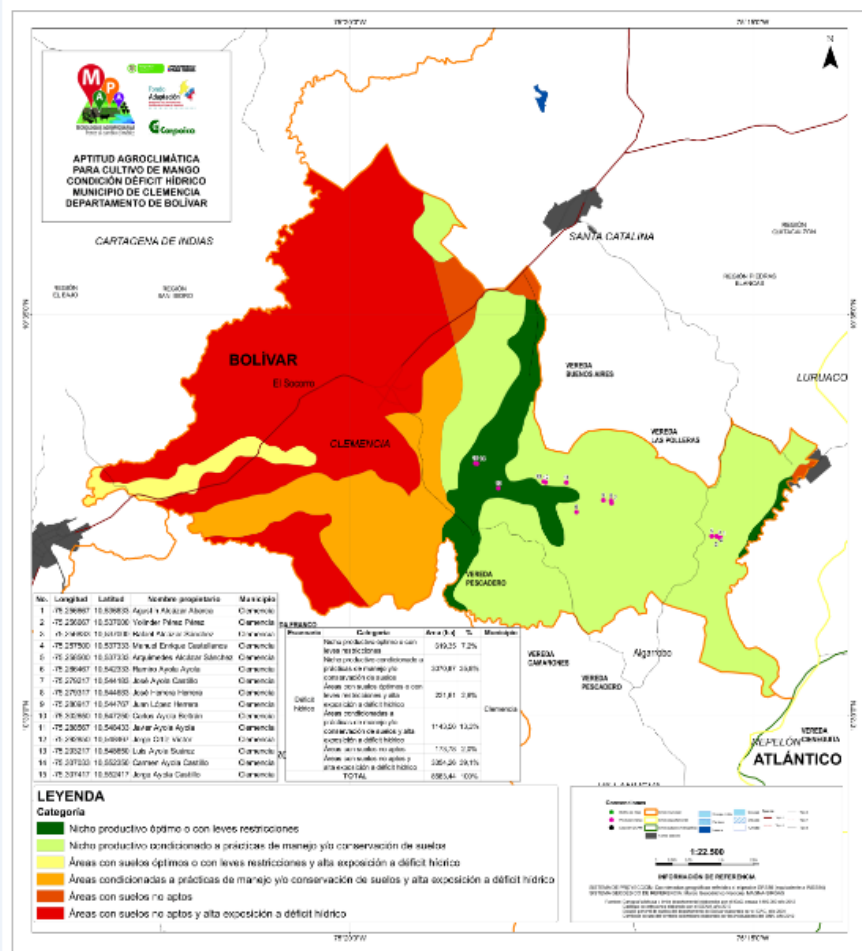
**Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico** (tono amarillo claro): estas áreas ocupan aproximadamente el 2,6 % (221.61 ha) del área total municipal. Pese a las bajas limitaciones por características de los suelos, hay una probabilidad mayor al 60 % de presentarse deficiencias hídricas en los meses de noviembre a enero. En condiciones de déficit hídrico extremo en el suelo se restringe el uso de las áreas afectadas debido a los efectos negativos sobre sanidad, fisiología y productividad del sistema productivo. Sin embargo, estas limitantes para el sistema productivo de mango podrían mitigarse mediante inversiones en infraestructura de riego, mejora genética (buscando genotipos más tolerantes al déficit y a la presión de plagas) y diseño de planes de manejo integrado de plagas a escala local.

**Áreas condicionadas a prácticas de manejo o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico** (tono naranja claro): estas áreas ocupan el 13,3 % (1.143.56 ha) del área total del municipio. Hay una probabilidad mayor al 60 % de presentarse deficiencias hídricas en los meses de noviembre a enero. Se presentan suelos con aptitud moderada y requerimientos de manejo técnico. Condiciones de deficiencias hídricas extremas en el suelo restringen el uso de estas áreas debido a los efectos negativos sobre sanidad, fisiología y productividad del cultivo.

Sin embargo, estas limitantes para el cultivo de mango podrían mitigarse mediante inversiones en infraestructura de riego, mejora genética (buscando genotipos más tolerantes al déficit y a la presión de plagas) y diseño de planes de manejo integrado de plagas a escala local.

**Área con suelos no aptos** (tono naranja oscuro): los suelos con estas características ocupan el 2 % del área del municipio (173.78 ha). En estas áreas, los suelos están restringidos principalmente por pendientes fuertes, con alto riesgo de erosión, suelos superficiales y muy superficiales y capa cálcica.

**Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico** (tono rojo): estas áreas ocupan el 39,1 % (3.354,26 ha) del área total municipal y están restringidas principalmente por marginalidad en la profundidad efectiva (suelos superficiales) además de presentar pendientes asociadas a planos de inundaciones.



**LEYENDA**  
**Categoría**

- Nicho productivo óptimo 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 6.** Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Clemencia para el sistema productivo de mango de hilaza, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.  
Fuente: Corpoica (2015b).





**Para mayor información sobre aptitud agroclimática del cultivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar) consultar el sistema experto SE-MAPA**

***Riesgo agroclimático en la finca - gestión de la información agroclimática y agrometeorológica***

**Información agroclimática:** la información climática puede emplearse para la toma de decisiones en la planificación agropecuaria para la identificación de riesgos asociados y para relacionar diferentes cultivos a la climatología de cualquier área y mejorar la planificación del uso y manejo del recurso suelo.

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



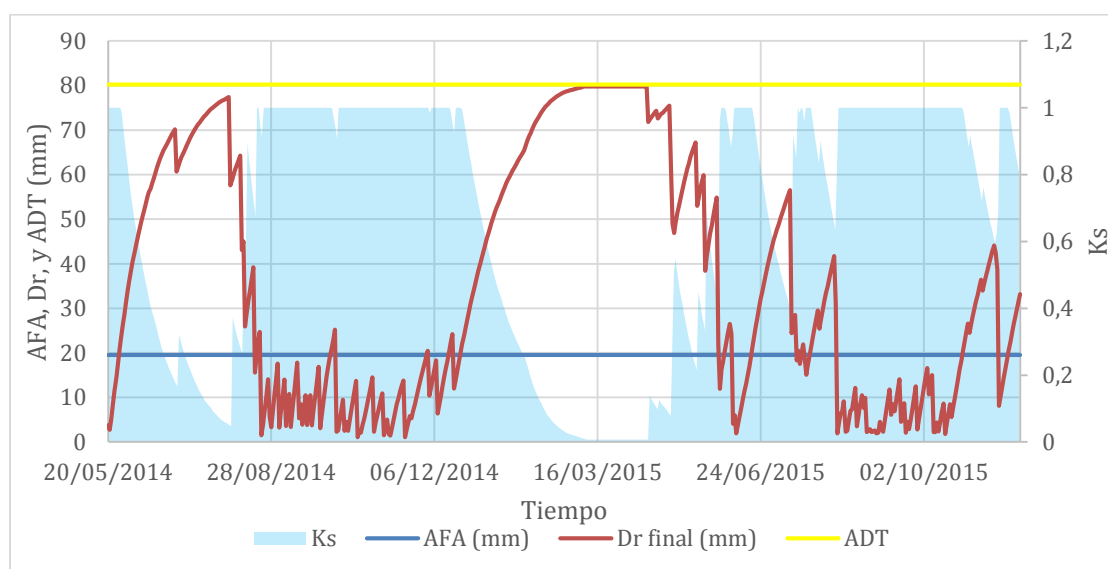
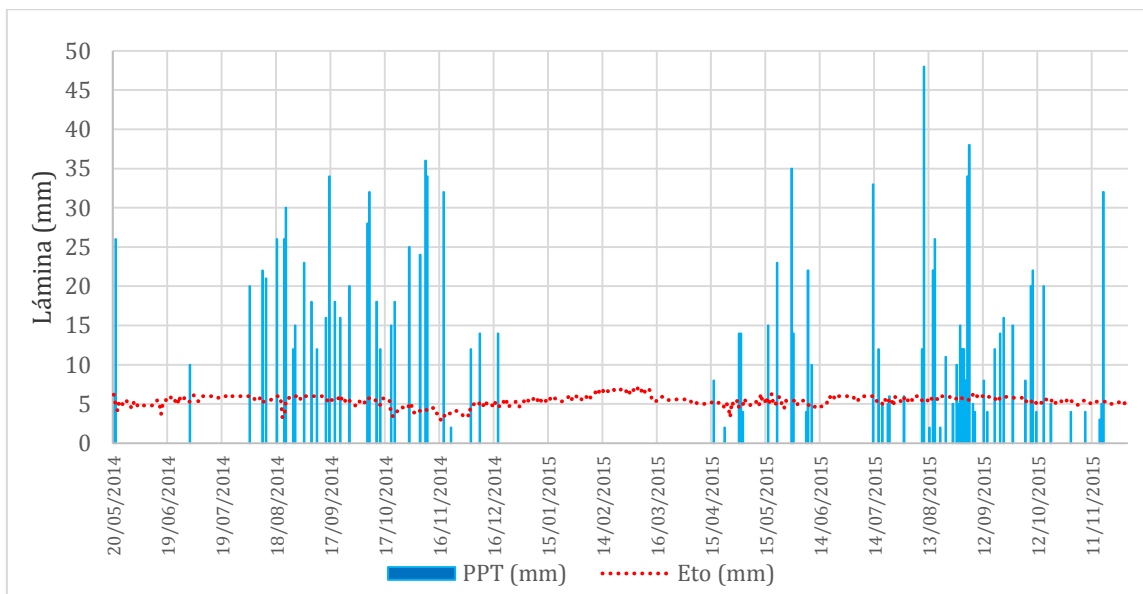
El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables serán analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas y se relacionarán con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> 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. Consúltela en <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>.

## **Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo mango de hilaza ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Clemencia, Bolívar**

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para mitigar los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de mayo de 2014 y noviembre de 2015, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo. En el periodo comprendido entre agosto de 2014 y agosto de 2015 se registró un total de 1.386 mm, cercano al rango óptimo de consumo reportado para la especie (1.500-2.000 mm) (Asohofrucol-Corpoica, 2013). Sin embargo, el balance hídrico atmosférico fue negativo ( $ET_0$  acumulada de 3.025mm) (Figura 7), particularmente el periodo comprendido entre los meses de diciembre 2014 y marzo de 2015, lo cual coincide con lo encontrado en el balance hídrico agrícola, en el cual se observa que el agua fácilmente aprovechable (AFA) es superada en varios periodos por el coeficiente de agotamiento ( $D_r$ ) (dentro del rango del agua disponible total [ADT]), lo cual indicó un periodo crítico por déficit hídrico para el cultivo que se refleja en el índice de estrés hídrico ( $K_s$ ), en donde el valor 1 indica que no hay presencia de estrés y valores más cercanos a 0 indican un mayor grado de estrés; no obstante, si este periodo no es muy prolongado, es propicio para generar el estímulo de la floración natural de los árboles.



**Figura 7.** (Arriba) balance hídrico atmosférico, (abajo) balance hídrico agrícola para el sistema productivo de mango de hilaza municipio de Clemencia (Bolívar) entre los meses de mayo de 2014 y noviembre 2015.

Fuente: Corpoica (2015c).

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 mango de hilaza en Clemencia (Bolívar).

- ***Aplicación de podas***

Las podas se enfocan en mantener una buena estructura en las plantas, con esto se pueden evitar problemas sanitarios y se mejora la captación de luz en condiciones restrictivas de humedad en el suelo. Las herramientas necesarias para la realización de la poda en el cultivo de mango dependen del tipo de poda empleado; entre las herramientas más comunes se tienen las tijeras manuales, tijeras podadoras, tijeras podadoras aéreas, machetes y motosierra.

*Poda de estructura.* Es la primera poda que se realiza en plantas después del trasplante (Figura 8). Consiste en cortar el tallo principal, debajo del entrenudo, a una altura aproximada de 80-90 cm. Su finalidad es formar la copa de los árboles. Este tipo de poda genera la producción de rebrotes alternados a diferente altura.

Una vez se produce la emisión de los rebrotes, se seleccionan los tres más fuertes y mejor ubicados y se eliminan los restantes.



**Figura 8.** Proceso de poda de estructura en árboles jóvenes.

*Poda de formación.* Se realiza después de la poda de estructura, tantas veces como sea necesario en el desarrollo de la planta, hasta la formación de una buena estructura en la

planta. Consiste en realizar cortes, definiendo dos entrenudos dejados para la formación de cada piso (Figura 9).

Con esta poda también a futuro se podrá realizar un cono de luz (copa invertida o vaso) eliminando las ramas centrales que producen dominancia apical.



**Figura 9.** Poda de formación en árboles jóvenes de mango de hilaza.

*Poda de reproducción.* Esta poda se realiza una vez terminada la cosecha, para eliminar chupones, raquis florales secos, algunos frutos quebrados, y detener la dominancia apical, con el fin de obtener unas ramas fuertes y bien repartidas (Figura 10a).

*Poda de rejuvenecimiento.* Se utiliza en árboles viejos, de gran altura, con copas densas o partes averiadas por daños físicos o patológicos, con el fin de extender su vida útil. La poda de renovación consiste en cortar la copa dejando una rama para que el árbol continúe sus procesos fisiológicos y produzca frutos; posteriormente, esta rama puede ser eliminada cuando interfiere con los procesos de desarrollo de la nueva copa (Figura 10b).





**Figura 10.** a) Proceso de poda de reproducción en árboles adultos. b) Proceso de poda de rejuvenecimiento en árboles adultos.

- **Fertilización integrada**

La fertilización empleada estuvo enfocada a manejar dos tipos de abonos: orgánicos y químicos. Los abonos orgánicos usados fueron tipo biol y tipo compost, elaborados en las fincas.

En condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo, esta opción tecnológica permite disminuir el efecto negativo de estrés hídrico que se presenta en la planta, al aportar a la fertilidad del suelo mediante la mejora de sus propiedades físicas, químicas y biológicas con la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizantes químicos.

#### **Preparación de biol**

Materiales para su elaboración: 1 tanque hermético de 200 l, 2 m de manguera transparente con su acople, masilla epóxica, un recipiente plástico vacío.

Obtención de microorganismos: este proceso se realiza 5 a 8 días antes de realizar el montaje del biol. Consiste en colocar, dentro de una bandeja, arroz precocido en contacto

con el suelo para capturar los microorganismos presentes en el suelo y posteriormente depositarlos en el tanque de preparación.

Insumos: 25 kg de melaza, 50 kg de estiércol de vaca, 5-10 kg de cenizas, 250 cc de yogurt, 5 l de leche, 500 g de levadura, 500 g de sal, 1 frasco de salsa de soya, agua para completar la mezcla a 200 l.

Preparación: a la tapa del tanque de 200 l se le realiza una perforación precisa al acople de la manguera, con el fin de insertarlo y disponerlo como sifón, 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 l.

Se agregan los 50 kg de estiércol de vaca y se mezclan con la melaza, aplicando siempre agua que ayude al mezclado de 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 agrega la ceniza, la sal y el frasco de salsa de soya; se adiciona la leche y el yogurt y se mezcla de forma homogénea en el tanque junto con los demás ingredientes (Figura 11).

Posteriormente, se completa el nivel del agua hasta los 200 l del tanque, se sella herméticamente y se deja en reposo durante 15 días. A los 15 días se destapa y se mezcla nuevamente durante diez minutos, se vuelve a tapar (Corpoica, 2011; Restrepo, 2007; INTA, 2010).

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 es posible que haya habido entrada de aire al tanque y el producto se haya dañado).





**Figura 11.** Proceso de elaboración de abono orgánico biol, parcela de integración mango de hilaza, Clemencia (Bolívar)

Para la aplicación de biol, una vez cumplido su tiempo de fermentación –para las condiciones de Clemencia se cumplió a los tres meses–, se tomaron 2 l y se adicionaron hasta completar una bomba de espalda de 20 l y se aplicaron 500 cc de la solución a cada planta.

### **Preparación de compost. Materiales e insumos para su elaboración**

Para la elaboración del compost generalmente se utilizan insumos que se encuentran en la finca o la región; para esta ocasión se utilizó estiércol seco, hojarasca seca de mango, cepas de plátano en proceso de descomposición, todo desmenuzado y picado. Además de esto, se utilizó ceniza proveniente de la quema de carbón vegetal y cal (Corpoica, 2011; Restrepo, 2007; INTA, 2010).

Inicialmente, se realizan capas de hojarasca, seguido de una capa de estiércol, una capa de cepas de plátano previamente picado, una capa de ceniza y una capa de cal, esta operación se realiza dos veces; seguidamente se aplicó agua y biol para proceder a tapar la pila con un plástico impermeable (Figura 12).

Pasada una semana, o cuando la pila alcance una temperatura superior a 60 °C, se destapa y se voltea (remueve) la pila para buscar uniformidad en la mezcla. Posterior a esto, se vuelve a aplicar agua, hasta alcanzar humedad cercana al 60 % y se tapa. Los volteos deben hacerse semanalmente o según la temperatura, evitando que supere los 60 °C. Los volteos de la pila permiten que se mejore la aireación necesaria para mantener la actividad de los organismos presentes y necesarios para el proceso de compostaje. A mayor frecuencia en los volteos, menor tiempo en obtener un compost de buena calidad. Se deben realizar revisiones periódicas para constatar la normalidad en el proceso. Una vez se estabilice el proceso, es decir cuando la temperatura sea la del ambiente y el color del compost sea oscuro, el compost está listo para ser utilizado.



**Figura 12.** Proceso de elaboración de abono orgánico tipo Compost.

El compost elaborado se aplica cada tres meses en el cultivo, en una cantidad de 2-5 kg por planta durante un año, proporcionando al cultivo entre 200 y 500 kg de abono por año por hectárea. El compost se incorpora en la zona radical de la planta.

La fertilización química se debe realizar basada en el balance entre los resultados del análisis químico de suelo y los requerimientos del cultivo, acorde a la etapa de producción y edad de la planta. Para la aplicación del fertilizante se tiene en cuenta la dosificación y formulación, así como las recomendaciones emitidas por el laboratorio de química de suelos. Los fertilizantes utilizados en la parcela de integración fueron sulfato de amonio y triple 15, aplicando 300 gramos de la mezcla por planta en proporción 1:1. La aplicación se realiza en forma de anillo, para lo cual se hace un semicírculo alrededor de la planta y se adiciona la cantidad de producto por planta, posteriormente se tapa y el producto se incorpora al suelo (Figura 13).

### ***Ventajas comparativas de las tecnologías integradas***



**Figura 13.** Fertilización química en plantas de mango, parcela de integración.

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

Las podas aplicadas al cultivo de mango se enfocan en lograr un buen crecimiento y desarrollo de la plantación existente, facilitar las labores como fumigaciones y cosecha, mejorar el balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, promover la entrada de luz y aire, con lo cual se mejora la eficiencia fotosintética y se disminuyen las pérdidas por transpiración para lograr un mejor rendimiento y calidad de fruta (Asohofrucol - Corpoica, 2013). En árboles jóvenes se utilizó la poda de estructura y de formación, la cual se hizo bajo los parámetros técnicos y acorde a plantaciones comerciales. Se pudo evidenciar un efecto favorable en la formación estructural de la planta, que respondió de manera rápida a la producción de nuevos brotes y a la recuperación del árbol (Figura 14).



**Figura 14.** Árboles jóvenes con una estructura adecuada aplicando manejo de podas.

El objetivo de estas modificaciones es establecer una distribución adecuada de los distintos elementos que conforman el espacio aéreo de la planta (tronco, ramas, hojas, flores y frutos), de modo que se encuentren en el lugar adecuado para que reciban la luz y el aire conveniente y puedan ser manejados con comodidad para el productor (Avilán, Rodríguez, Ruiz, & Marín, 1998).

Con la aplicación de esta opción tecnológica se pretende obtener plantas bien formadas y copas bien balanceadas y de menor altura, para facilitar tanto la cosecha como las demás labores de manejo productivo y sanitario del cultivo. Un buen manejo de podas asegura plantaciones productivas, duraderas y fáciles de manejar.

El uso de las opciones tecnológicas de manera integrada, como son la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química, reflejaron una respuesta diferencial y notoria con respecto al testigo. Cada uno actuó en diferentes estados de humedad del suelo, siendo ventajoso el uso de biol más compost especialmente en época seca, cuando generalmente los árboles cesan todo proceso de crecimiento y desarrollo. Además, su uso favoreció la aparición de nuevos brotes, lo cual es significativo si se desea promover un rápido crecimiento de los árboles.

La fertilización con base en productos químicos tuvo efectos positivos con la presencia de las lluvias que promovió el crecimiento y la formación de nuevos brotes (Figura 15).



**Figura 15.** Ventajas en la producción y desarrollo de la planta de mango con la aplicación de fertilización

El uso tanto de abonos orgánicos como de fertilización química tiene ventajas con respecto al tratamiento donde no se aplica ningún tipo de enmienda. Los resultados indican que el uso de las opciones tecnológicas generan mayor rendimiento ( $1.472,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) que no implementarlas ( $1.265 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), incrementa el diámetro de fruto un 25 %, y aumenta la





resistencia a la penetración del fruto de 4,2 a 5,3 Mpa, pero es decisión del productor qué aplica en su cultivo.

Teniendo en cuenta la respuesta de los árboles a los dos tipos de fertilización en cada condición, se recomendaría integrar ambos tipos de fertilización para obtener mejores beneficios.

La elaboración de abonos orgánicos en la finca es de bajo costo y constituye una alternativa fácilmente adoptable por parte de los productores.

***Prácticas complementarias que se pueden implementar dentro del sistema productivo de mango de hilaza en Clemencia (Bolívar) para disminuir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo***

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar) se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que reducen la vulnerabilidad del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, están contenidos en el sistema experto.

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

**El uso de coberturas vegetales tipo leguminosas (nativas)**

Se puede convertir en una estrategia fundamental para contrarrestar los efectos adversos que genera el déficit hídrico en el suelo; este tipo de opción se puede emplear en el cultivo de mango y especialmente en la zona, puesto que las labores rutinarias de manejo de las malezas no deberá ser agresivo con el ánimo de eliminarlas, sino de promover su crecimiento. Entre estas se destacan por su rápido crecimiento las leguminosas tipo centrosema (*Centrosema virginianum*, *Centrosema angustifolium* y *Centrosema pubescens*) y pega-pega (*Desmodium incanum*).



El manejo de coberturas vegetales con leguminosas tiene efectos muy importantes para el cultivo y el suelo, tales como: mejorar la retención de la humedad del suelo, reducir la evaporación, reducir la incidencia de enfermedades al evitar que se salpique de agua y suelo el follaje de las plantas, crear un microclima adecuado para la germinación de la semilla y desarrollo del cultivo en su fase inicial, reducir el desarrollo de malezas acompañantes y reducir la erosión del suelo y la volatilización de los fertilizantes<sup>3</sup>.

### **Captación de agua lluvia**

Como técnica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia se entiende la práctica (obra o procedimiento técnico) capaz de, individualmente o combinadas con otras, aumentar la disponibilidad de agua en la finca, para uso doméstico, animal o vegetal. Por lo general, son técnicas mejoradas de manejo de suelos y agua, de manejo de cultivos y animales, así como la construcción y manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia.

Para mayor información acerca de captación y aprovechamiento del agua de lluvia se puede consultar el manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia experiencias en América Latina de FAO (2000). Con esta información de referencia es posible evaluar qué tipo de técnicas de cosecha y aprovechamiento de agua se puede adaptar más al municipio de Clemencia, Bolívar.

### **Análisis de suelos**

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

La metodología propuesta por Corpoica (2005) para la toma de muestra de suelo comprende: 1) toma de submuestras en puntos trazados en zigzag que permita cubrir el área total del lote para que el muestreo sea representativo; 2) para la toma de cada

---

<sup>3</sup> Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". *Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América*. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Pound7.htm>.

submuestra se debe limpiar un área aproximada de  $0,04 \text{ m}^2$  ( $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar los tejidos vegetales o residuos frescos de materia orgánica y otro tipo de residuos. 3) Realizar un hueco en forma de V del ancho de una pala, a una profundidad de 20 a 30 cm. 4) Extraer una muestra de 2 a 3 cm de grosor de la pared del orificio con una pala limpia, descartar el suelo que queda en los bordes de la pala y depositar la muestra en un balde plástico limpio. 5) Una vez tomadas todas las submuestras, se mezclan y finalmente se selecciona un kilogramo (aproximadamente), el cual se debe empacar en una bolsa plástica bien identificada: nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, tipo de sistema productivo y número del lote.

Esta muestra debe ser enviada a un laboratorio certificado para realizar un correcto análisis. Algunos laboratorios incluso realizan las recomendaciones de fertilización para el sistema productivo específico.

El análisis de suelos constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilización. Es una fuente de información vital para el manejo de suelos, permite, entre otras, clasificar los suelos en grupos afines, predecir las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos, ahondar en la evaluación de la fertilidad del suelo, determinar las condiciones específicas del suelo que pueden ser mejoradas. Finalmente, la información obtenida mediante los análisis de suelos es una buena base para hacer recomendaciones sobre fertilización para situaciones específicas.

**Frente a amenazas potenciales del exceso hídrico en el suelo, es importante desarrollar el análisis del riesgo agroclimático con base en la ruta metodológica del presente plan, apoyándose en el sistema experto MAPA, de tal forma que se pueda llegar a la gestión de opciones tecnológicas adaptativas frente a dichas condiciones climáticas.**

A continuación se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones de exceso hídrico en el suelo.

### **Establecimiento de un sistema de drenaje**

El exceso de humedad en el suelo produce una reducción de oxígeno, lo cual disminuye la tasa de respiración de las raíces de las plantas, la mineralización del nitrógeno, la adsorción

de agua y nutrientes; propicia la formación de sustancias tóxicas y la aparición de enfermedades, principalmente de origen fungoso y bacteriano. El drenaje es muy importante para obtener producciones óptimas de mango de hilaza, ya que bajo condiciones de exceso hídrico ayuda a mantener un ambiente propicio en el suelo para el desarrollo de las plantas.

Para la implementación de un sistema de drenaje se debe determinar el tipo de drenaje que se va a usar, dependiendo de la condición de exceso hídrico que se presente en el sistema productivo:

### **Sistema de drenaje superficial**

Si el problema de exceso de agua se presenta por inundación, anegamiento o encharcamiento de los terrenos, caracterizado por la presencia de una capa o lámina de agua sobre la superficie del terreno que satura la parte superior del suelo, se recomendaría un drenaje superficial, cuyo objetivo es eliminar los excesos superficiales de agua conduciéndola fuera del área de influencia del cultivo, y posteriormente a algún cauce natural.

Adicionalmente, algunos sistemas de drenaje superficial pueden ayudarnos a reducir el nivel freático, como es el caso de las zanjias abiertas. Los canales, bordos, zanjias y drenes se pueden construir de tres formas: 1) en paralelo en terrenos casi planos con topografía uniforme, 2) en terrenos moderadamente inclinados de topografía irregular, 3) en terrenos con encharcamientos relativamente planos de topografía ondulada.



**Figura 16.** Sistema de drenaje superficial por zanjias abiertas



Para implementar este tipo de drenajes se debe tener un conocimiento previo sobre las variables topográficas y altimétricas del terreno, así como un análisis físico y químico de suelos, datos climatológicos diarios de precipitación y temperatura, conocimiento agronómico del cultivo de mango de hilaza, y un estudio sobre conductividad hidráulica y nivel freático de la zona.

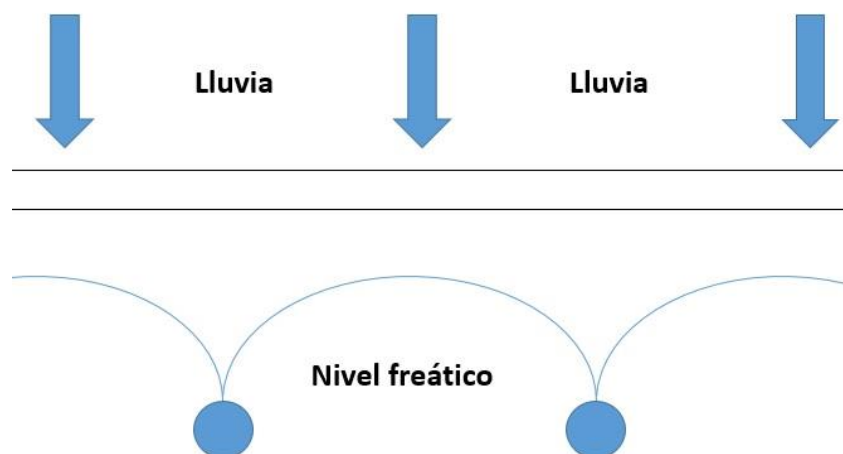
A partir de estos datos se pueden realizar: la estimación de los volúmenes de agua que ingresan al sistema (lluvias), la cantidad de agua por evacuar y el cálculo de las dimensiones de los canales de recolección y conducción, así como su distribución general en el lote de cultivo.

De acuerdo con Sagrapa (2016) la construcción de un sistema de drenaje superficial aborda las siguientes obras:

- Nivelación del terreno, con el fin de suprimir las hondonadas o depresiones que acumulen agua o bien dando pendientes suaves al terreno para que propiciar el escurrimiento del agua.
- Surcos profundos y con pendiente continúa hacia una zanja conectada con los colectores de drenaje.
- Zanjas, canales o desagües, ya sean para interceptar, captar y desalojar el agua o para unir las partes bajas de los terrenos con los colectores de drenaje.
- Bordos para protección o encauzamiento del agua hacia las zanjas colectoras.
- Se puede complementar con drenes “topo” o con drenaje subterráneo entubado.
- Colectores de drenaje.
- Pozos de absorción o drenaje vertical.
- Una combinación de los anteriores.

### **Sistema de drenaje subterráneo o subsuperficial**

Si el exceso de agua en el lote de cultivo se caracteriza por la presencia de un manto freático cercano a la superficie del terreno que satura el perfil del suelo y propicia una humedad muy alta en la zona de desarrollo de las raíces de los cultivos, se requiere de drenaje subterráneo (Sagarpa, 2016).



**Figura 17.** Sistema de drenaje subterráneo por drenes enterrados.

De acuerdo con Cisneros (2003), para la construcción de drenajes subterráneos se debe tener en cuenta principalmente:

- Propiedades hidrológicas del suelo (permeabilidad, macroporosidad y espesor de los estratos).
- Factores de carga del acuífero (agua de lavado, agua de lluvia y “seepage”).
- Criterios de drenaje, es decir, las condiciones que se imponen a la capa freática.
- Factores topográficos (cota mínima de descarga por gravedad, etc.).

Los cálculos se desarrollan en dos fases principales:

- Cálculos hidrológicos, cuyo objeto es determinar la profundidad y espaciamiento de los drenes
- Cálculos hidráulicos, mediante los cuales se determina la pendiente de los drenes y se calcula su diámetro.

De acuerdo con García (2015), existen tres tipos de drenajes subterráneos:

- Zanja cubierta: pueden estar rellenas de piedras (30 o 40 cm superficiales con tierra vegetal procedente generalmente de la excavación); de drenaje por fajas, se rellenan con ramas o troncos de árboles o arbustos, en su parte inferior, y después se completa el relleno de la zanja con la propia tierra excavada (el principal inconveniente de este tipo de drenaje reside en la pudrición del material vegetal); con canalizaciones de piedras o ladrillos, en la parte inferior de la zanja se construye una canaleta cubierta de piedras planas (losas) o ladrillos. Después se rellena con la tierra extraída.
- Tubulares sin revestimiento, drenes zapa o topo: actúan como cauces de desagüe. La eficacia de este método depende de que las galerías se conserven durante largo tiempo sin destruirse o cerrarse; se recomienda una profundidad entre 40 a 80 cm. Las pendientes de las galerías serán superiores al 3 %, para garantizar la salida del agua. La distancia entre cada galería varía entre 3 y 5 m, según niveles de los freáticos, volúmenes de agua por evacuar y textura de los suelos.
- Drenaje por tubos, de material plástico: los tubos de cloruro de polivinilo (PVC) son los de uso más frecuente, con la característica de que vienen perforados y permiten el ingreso del agua para su desagüe.

**El diseño e implementación de cualquier tipo de sistema de drenaje debe ser realizado por un asistente técnico, quien dependiendo de las características de suelo y climáticas propias de la finca determinará el sistema de drenaje más adecuado para la condición de exceso hídrico, las dimensiones del mismo, su disposición sobre el terreno y las labores de instalación necesarias.**

En condiciones de exceso de humedad en el suelo es común que se incremente la incidencia de enfermedades (principalmente de origen fungoso y bacteriano) en el sistema productivo de mango de hilaza, por lo cual contar con una estrategia de manejo integrado de enfermedades es muy importante para evitar pérdidas en el cultivo durante épocas de exceso de lluvias.

Las enfermedades más limitantes en el cultivo de mango de hilaza son:

- La antracnosis causada por *Colletotrichum gloesporoides*. Esta enfermedad es la de mayor importancia a nivel mundial para el cultivo. Afecta al tejido foliar; sin embargo, es en floración y fructificación donde su efecto es más importante por el daño que causa a inflorescencias y frutillos en desarrollo. La incidencia de esta enfermedad se intensifica con temperaturas entre 20 y 30°C, humedad relativa superior a 90-95 % y alta probabilidad de presencia de lluvias tardías o nublados por periodos prolongados (INIFAP, 2006).
- Mancha negra bacterial: causada por *Xantomonas campestris* pv. *Mangiferaeindicae*. Esta enfermedad ataca hojas y frutos, y se caracteriza por la presencia de manchas negras elevadas y lesiones grasientas. Se propaga ampliamente en periodos de excesos de lluvias o vientos fuertes, ingresando por aperturas naturales o heridas en el árbol (Miranda, 2012)
- Bacteriosis: causada por *Erwinia* sp. Son varias las enfermedades en el mango asociadas a las bacterias del género *Erwinia*, que trae problemas en todos los estados de desarrollo del árbol. Se determinó que estos patógenos son favorecidos por condiciones de humedad relativa alta y temperaturas entre 24 y 30 °C (Miranda, 2012).

**La estrategia de manejo de plagas y enfermedades debe ser seleccionada con ayuda del asistente técnico de la zona. Sin embargo, hay que recordar que la prevención es una estrategia fácil y efectiva.**

A continuación se presentan algunas recomendaciones las cuales tienen como fin reducir la incidencia de los patógenos anteriormente mencionados y otros de menor importancia económica en el sistema productivo de mango de hilaza:

1. Se deben evitar malos hábitos como el empleo de abonos crudos y la aplicación de agua en exceso, que son los factores que más influyen en la diseminación de estas enfermedades.
2. Para la prevención de enfermedades como antracnosis se recomienda remover el inóculo (recoger residuos de podas y frutos, y quemarlos), uso de cultivares resistentes o tolerantes en campo, distancias de siembra adecuadas, podas sanitarias y de aclareo, y, más recientemente, deshojes y raleo de frutos.

3. Se aconseja realizar un muestreo previo de suelos con el fin de identificar la presencia de microorganismos que puedan ser patógenos para el cultivo.
4. Realizar muestreos constantes en el cultivo con el fin de identificar la presencia de enfermedades. Este muestreo en conjunto con el empleo de datos meteorológicos (temperatura del aire, horas de humedad relativa sobre 80 % y precipitación del día) permitirá identificar si existen las condiciones para el desarrollo de las enfermedades.
5. Mantener el cultivo podado con el fin de favorecer la aireación y evitar la creación de microclimas dentro de la copa del árbol que favorezcan la aparición de enfermedades.
6. Desinfectar las herramientas de poda, y utilizar pasta cicatrizante, con el fin de evitar la transmisión de enfermedades a través de las heridas que se causan en este proceso.
7. En lo posible usar material vegetal proveniente de viveros certificados tolerantes a las distintas enfermedades.

**El manejo adecuado de problemas fitosanitarios requiere un oportuno y correcto diagnóstico, el cual se logra mediante el constante monitoreo del sistema productivo. Una vez identificado el agente causal de la enfermedad se puede definir con exactitud la estrategia de manejo que se va a implementar.**

**Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de mango de hilaza en Clemencia (Bolívar) consultar el sistema experto 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 tecnologías integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático.



Es importante considerar que la viabilidad de adopción de dichas opciones tecnológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

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

### **Sección 3: Criterios para la implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de mango de hilaza en el municipio de Clemencia (Bolívar)**

#### **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.**

#### **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 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, y que genera 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 respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, lo que da 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 mango en Clemencia (Bolívar)**

En la tabla 4 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos tres y cuatro se presentan el grado de exposición, el grado de sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición climática de déficit hídrico para cada dominio.

Se definieron seis dominios de recomendación en el municipio de Clemencia, los cuales comprenden productores que se encuentran ubicados en zonas de baja exposición ante un evento de déficit hídrico, exceptuando los productores del dominio cuatro, quienes tienen alto grado de exposición (Tabla 4), por tanto la adopción de medidas de adaptación para estos productores es una prioridad.

Se puede apreciar que la sensibilidad ante un evento de déficit hídrico es de grado medio para productores de los dominios uno, tres y cuatro, sin embargo, resulta de grado alto para los productores de los dominios dos, cinco y seis. Por su parte, la capacidad de adaptación es de grado alto para todos los dominios incluidos.

Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la implementación de podas, asociadas a un plan de nutrición integrado (sección dos del documento) de acuerdo con las características de los productores de cada dominio, y además establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso, las opciones tecnológicas son viables para todos los dominios.

**Tabla 4.** Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de mango en el municipio de Clemencia (Bolívar).

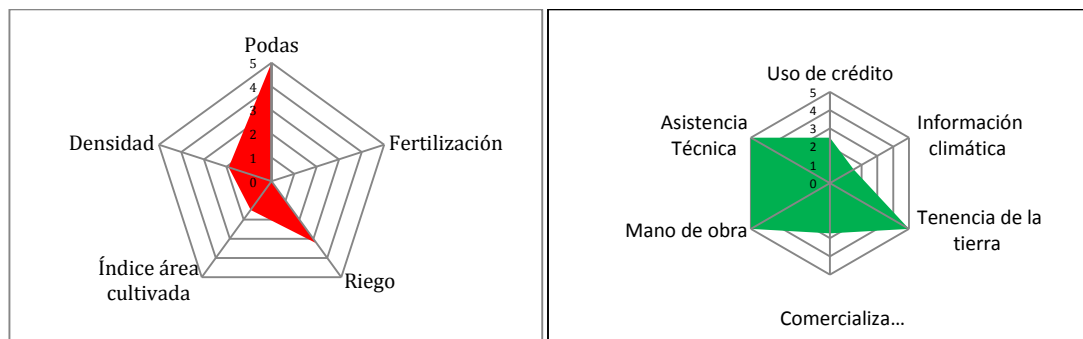
Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con predios de 3,5 a 4,5 ha y 1 a 3 ha cultivadas en mango, disponen de sistema de riego.	Baja	Media	Alta	Viable
2. Productores con predios de 3 a 5 ha y 0,3 a 2,5 ha cultivadas en mango, productores no disponen de riego (no se encuentran en zonas con época seca).	Baja	Alta	Alta	Viable
3. Productores con predios de 2 a 5 ha y 1 a 2,5 ha cultivadas en mango, no disponen de riego (no se encuentran en zonas con época seca).	Baja	Media	Alta	Viable
4. Productores con predios de 2 a 5 ha y 1 a 2,5 ha cultivadas en mango, no disponen de riego (se encuentran en zonas con época seca).	Alta	Media	Alta	Viable
5. Productores con predios de 10 a 14 ha y 0,3 a 2,5 ha cultivadas en mango (no se encuentran en zonas con época seca).	Baja	Alta	Alta	Viable
6. Productores con predios de 3 a 6 ha y 0,5 a 1 ha cultivada en mango (no se encuentran en zonas con época seca).	Baja	Alta	Alta	Viable

## Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio

De manera general se identificaron los indicadores que tienen mayor relevancia y ponderación. En términos de sensibilidad, las variables de mayor ponderación son: podas, fertilización, riego, índice de área cultivada y densidad de cultivo. Por su parte, en capacidad de adaptación son: el uso de crédito bancario, mano de obra, asistencia técnica e información climática. Adicionalmente, con una ponderación baja, se tienen las variables de tenencia de la tierra y comercialización.

### Dominio 1

Los productores de este dominio están ubicados en una zona con baja exposición a déficit hídrico y pertenecen a un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y conservación de suelo. El análisis de vulnerabilidad muestra una sensibilidad de grado medio, donde la falta de podas y deficiencias en el riego son las variables que más contribuyen a la sensibilidad de estos productores. La capacidad de adaptación es alta; los productores de este dominio cuentan con el servicio de asistencia técnica, tienen acceso a mano de obra y son propietarios de la tierra (Figura 18).



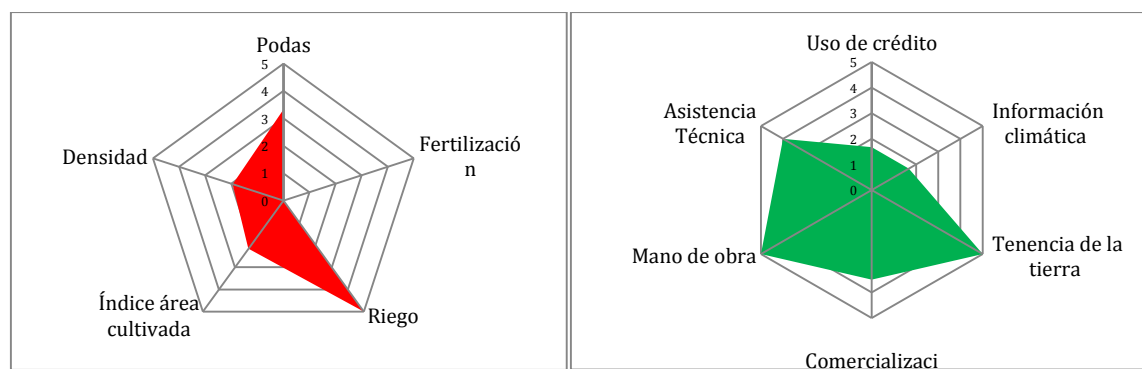
**Figura 18.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 1.

Pese a que los productores de este dominio reciben asistencia técnica, actualmente ninguno de ellos realiza podas y riego de forma adecuada. Este comportamiento puede ser causado por la falta de recursos económicos. De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de las tecnologías resulta viable ante un evento de déficit hídrico, y es económicamente sostenible en el tiempo de acuerdo con el capital financiero asociado al

esquema de producción. Se espera de esta implementación que pueda generar incrementos en la producción aproximados de hasta el 80 %.

## Dominio 2

Este dominio incluye productores con baja exposición a déficit hídrico, pertenecen a una aptitud agroclimática condicionada a prácticas de manejo y conservación de suelos. Según el análisis de vulnerabilidad, la sensibilidad de estos productores es de grado alto. La poca realización de podas y de riego aumenta la sensibilidad de los productores de este dominio. Por otra parte, el acceso a la asistencia técnica, la tenencia de la tierra y la disponibilidad de mano de obra los ubican como un grupo de productores con capacidad de adaptación alta ante un evento de déficit hídrico (figura 19).



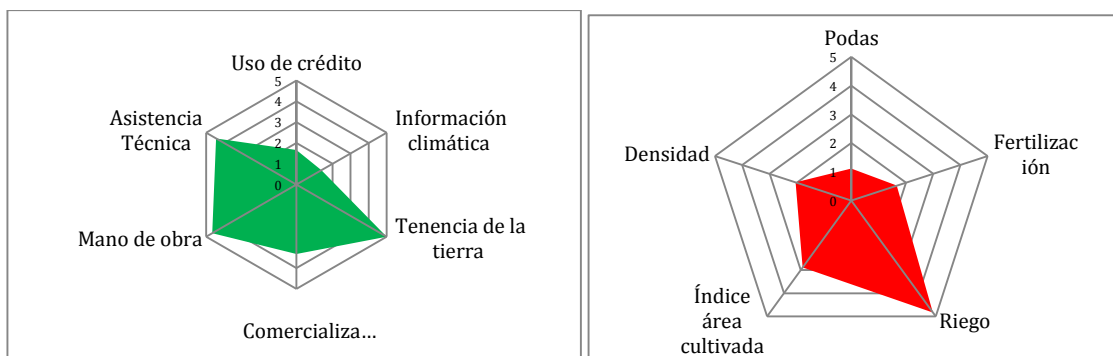
**Figura 19.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 2.

De acuerdo con el análisis microeconómico, el comportamiento del capital asociado a la implementación tecnológica no muestra un aumento progresivo en el tiempo, aun así, refleja un mejor desempeño respecto a un esquema sin tecnologías, por lo que resulta viable. Las utilidades del sistema para los productores de este dominio son mínimas (en ambos esquemas) y en la mayoría de los casos solo logran cubrir los gastos familiares. Se recomienda aumentar el área cultivada para lograr un mayor aprovechamiento de la implementación tecnológica.

### Dominio 3

Incluye a productores ubicados en zonas con baja exposición a déficit hídrico, con predios condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos. Según el análisis de vulnerabilidad, estos productores tienen una sensibilidad de grado medio, donde el riego es la variable de mayor influencia en este aspecto, seguida por el índice de área cultivada en mango. Por otra parte, la capacidad de adaptación es alta, son propietarios del predio, cuentan con asistencia técnica y disponen de mano de obra familiar para las labores del cultivo (Figura 20).

Los productores de este dominio cuentan con asistencia técnica pero no realizan podas, en su mayoría utilizan fuentes orgánicas como fertilizante principal e inorgánico para el suministro de micronutrientes.



**Figura 20.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 3.

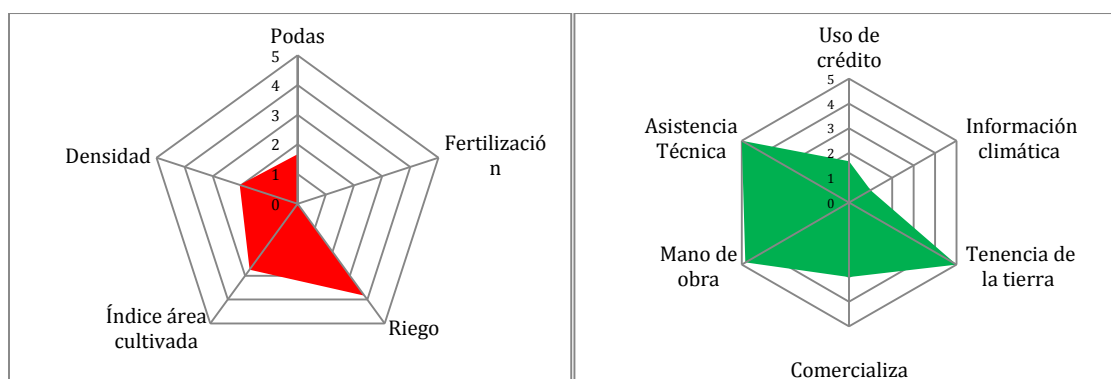
De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de podas asociada a nutrición integrada (sección dos) es viable ante un evento de déficit hídrico, y se espera mejore la producción. Se espera que el capital disponible asociado a este esquema de producción aumente cada año a una tasa promedio de 13,4 %, lo que sugiere la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

### Dominio 4

Este dominio incluye productores con alta exposición a déficit hídrico, que se encuentran ubicados en áreas con suelos no aptos para la producción de mango. Este dominio urge de

medidas para la adaptación del sistema a la condición climática limitante. Según la modelación, la implementación de la tecnología propuesta es viable, no obstante, representa una medida de mitigación del evento climático, lo que limita su potencial con respecto a los demás dominios.

El análisis de vulnerabilidad indica que estos productores tienen una sensibilidad de grado medio ante un evento de déficit hídrico, carecen de sistema de riego y en su mayoría poseen predios cuya disposición está mayormente dada al cultivo de mango. Adicionalmente, tienen una capacidad de adaptación de grado alto ante un evento de déficit hídrico, pues cuentan con asistencia técnica, son propietarios de la tierra y disponen de mano de obra familiar para el cultivo (figura 21).



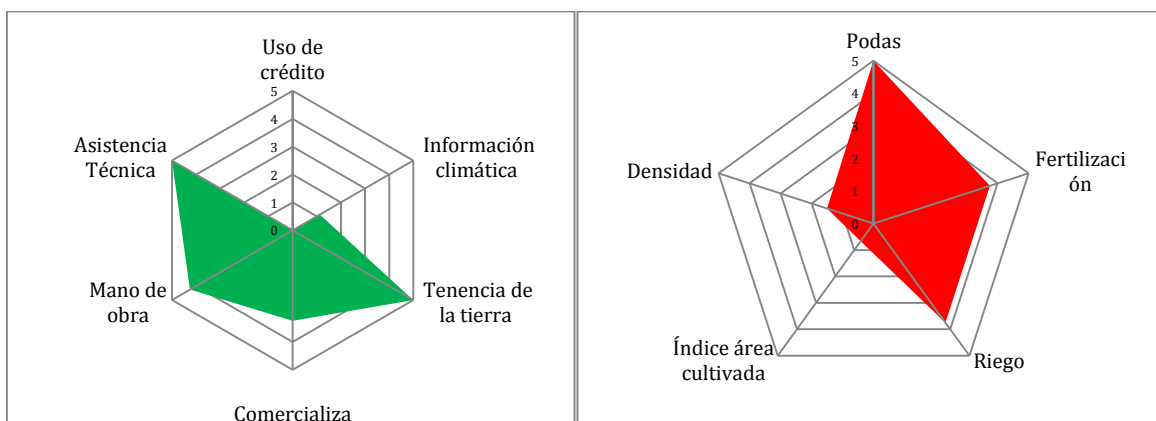
**Figura 21.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 4.

Para los productores de este dominio, resulta viable la implementación tecnológica; no obstante, adicional a las tecnologías propuestas, se recomienda contemplar otro tipo de prácticas de manejo que disminuyan el efecto negativo de las épocas de déficit hídrico sobre el rendimiento productivo y favorezcan el efecto positivo de las podas y la fertilización.

## Dominio 5

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad, los productores del dominio cinco presentan un grado de sensibilidad alta ante un evento de déficit hídrico: no cuentan con sistema de riego, gran proporción de la finca se encuentra en cultivo de mango, no realizan podas ni fertilización y tampoco tienen acceso a créditos bancarios. Sin embargo, la capacidad de

adaptación es alta; son propietarios de los predios, en la gran mayoría cuentan con asistencia técnica y buenas condiciones para comercializar el producto (figura 22).



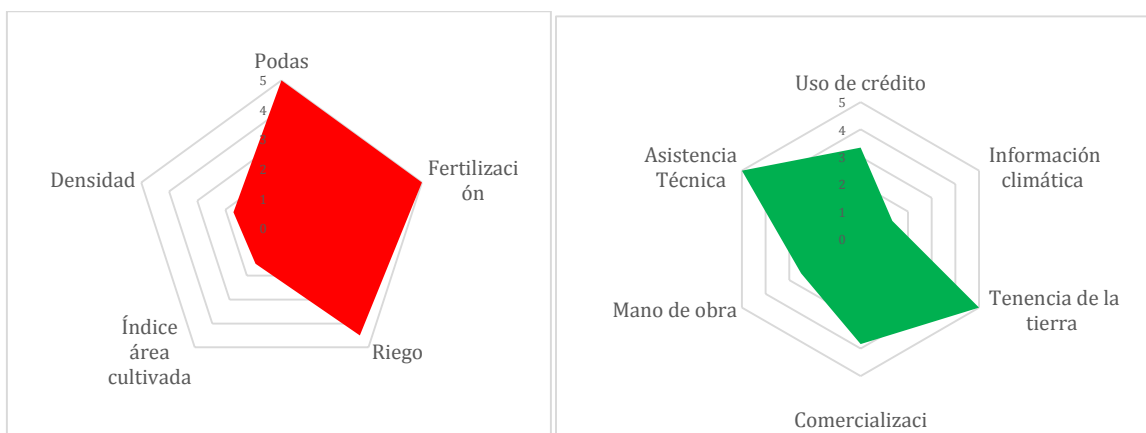
**Figura 22.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 5.

De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de podas asociada a fertilización integrada en el sistema de mango en Clemencia es viable, vista desde el comportamiento del capital financiero asociado a este esquema de producción. En específico, se espera que la implementación de las opciones tecnológicas genere en promedio una tasa de crecimiento del capital aproximada del 9 % anual.

## Dominio 6

El dominio seis incluye productores con una baja exposición a déficit hídrico, localizados en zonas con suelos condicionados a prácticas de manejo para la producción de mango. Presentan un alto grado de sensibilidad, producto de no realizar podas, no fertilizar y no tener sistema de riego. La capacidad de adaptación de estos productores es alta; tienen acceso al servicio de asistencia técnica, son propietarios de las fincas y no tienen acceso a créditos bancarios (figura 23).





**Figura 23.** Indicadores de sensibilidad (izq.) y capacidad de adaptación (der.) para el dominio 6.

De acuerdo con el análisis microeconómico, las tecnologías propuestas mejoran el sistema productivo pero, según el comportamiento del capital financiero, no garantizan la sostenibilidad en el tiempo del sistema. En específico, si el área cultivada aproximada es menor a 1 ha, el capital puede tener una disminución gradual. Dado que los productores de este dominio son productores con áreas sembradas entre 0,5 y 1 hectáreas, se recomienda aumentar las áreas de siembra. Así mismo, se espera que, dada la situación de disponer de áreas mayores a 1 hectárea en cultivo de mango, la implementación de las tecnologías para los productores de este dominio sea viable económicamente y sostenible en el tiempo de acuerdo con el comportamiento del capital asociado a este esquema de producción.



## REFERENCIAS

- Avilán, L., Rodríguez M., Ruiz, J., & y Marín, C. (1998). Comportamiento de los brotes de mango en plantas tratadas con diferentes intensidades de poda, paclobutrazol, nitrato de potasio. *Resúmenes: XLIV Reunión anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical*. Septiembre 28 al 2 de octubre, Barquisimeto, Venezuela. ISTH, UCLA, CONICIT, UCV.
- 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 Elementos Consultores y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Sede C.I., Tibaitatá.
- Asohofrucol - Corpoica. (2013). *Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima*. Bogotá.
- Asohofrucol-Corpoica. (2013). *Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima*. Bogotá.
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia de riego y drenaje*. Universidad Autonoma de San Luis Potosi: Centro de investigacion y estudios de posgrado.
- Corpoica, (2015). *Informe final Producto 2*. Mosquera: Corpoica.
- Corpoica, (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Mosquera: Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático.
- Corpoica, (2015b). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para mango hilaza (Clemencia y Santa Catalina), piña (El Peñón) y pasto estrella (Mompox y Hatillo de Loba)*. Mosquera: Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.
- Corpoica-CIAT, (2015). *Informe de dominios de recomendación para los sistemas productivos de Atlántico y Bolívar en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre CORPOICA y el CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPO*.



García, A. (2015). *Infraestructuras para establecer la implantación de cultivos*. España: Ediciones Nobel.

INIFAP. (2006). Guía práctica para la producción de mango en Michoacán. Centro de investigación regional del pacífico centro, campo experimental valle de Apatzingan. Guía técnica No 1. México. 37 p.

IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.

Miranda, D. 2012. Mango: *Manguifera indica* L. en: Fischer, G. 2012. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. 627-656 pp.

OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra.

Palmer, W. (1965). *Meteorological Drought*. Research Paper, 45. U.S. Department of Commerce.

Sagarpa. *Drenaje superficial en terrenos agrícolas*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Drenaje%20superficial%20en%20terrenos%20agricolas.pdf>. Consultado: Junio 2016.



**Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.**

**Ingrese por:**

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co) » sección Microsites » Link MAPA Pestaña Sistema Experto

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