



# Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.)

Municipio de Sopetrán  
Departamento de Antioquia



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	
Carlos Eduardo Ospina Parra	Investigador máster
Henry Daniel Guerra Cuadrado	Profesional de Apoyo a la Investigación
Joan Sebastián Gutiérrez Díaz	Profesional de Apoyo a la Investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D.
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster
Sara Julieth Bernal Ordoñez	Profesional de apoyo a la investigación.
Sergio Luis Cala	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 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. La Selva, Antioquia, 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 Sopetrán.....	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Sopetrán, Antioquia	9
Zonas del municipio de Sopetrán con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de maracuyá.....	17
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático .....	19
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá ante condiciones de déficit hídrico .....	20
del suelo en el municipio de Sopetrán, Antioquia .....	20
a. Manejo Integrado de Plagas (MIP) .....	22
b. Sistema de tutorado en “T” .....	22
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas.....	23
Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá a déficit hídrico del suelo en el municipio de Sopetrán (Antioquia) .....	25
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de maracuyá en el municipio de Sopetrán, Antioquia .....	31



Dominio de recomendación .....	31
Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio .....	33
Referencias .....	38



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán, Antioquia, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo. ....	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Sopetrán, Antioquia. ....	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico multianual en Sopetrán (periodo 1980-2011). ....	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán. ....	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán, en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis mayo 2014–febrero 2015. Fuente: Corpoica (2015b). ....	15
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Sopetrán para el sistema productivo de maracuyá bajo déficit hídrico en el municipio de Sopetrán. ....	17
Figura 7. Balance hídrico atmosférico (superior) y agrícola (inferior) del sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia) entre los meses de marzo y diciembre de 2014. ....	21
Figura 8. Producción por tratamiento y calidad en la parcela de maracuyá, Sopetrán, Antioquia. ....	24
Figura 12. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 1 ....	34
Figura 13. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 2 ....	35



Figura 14. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el  
domino de recomendación 3 ..... 36

Figura 15. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el  
domino de recomendación 4 ..... 37





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Sopetrán durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011. Fuente: Corpoica (2015a). ....	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Sopetrán durante los eventos El La Niña en el periodo 1980-2011. Fuente: Corpoica (2015a). ....	8
Tabla 3. Ventana temporal de análisis para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán. Fuente: Corpoica (2015b). ....	16
Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia). ....	33



## 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 Predicción Agroclimática (MAPA), contiene herramientas que soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos, contribuyendo a la reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

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 de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Antioquia fue priorizado por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) en el municipio de Sopetrán.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá a condiciones de déficit hídrico en el suelo (priorizada participativamente por productores), en el municipio de Sopetrán, departamento de Antioquia.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

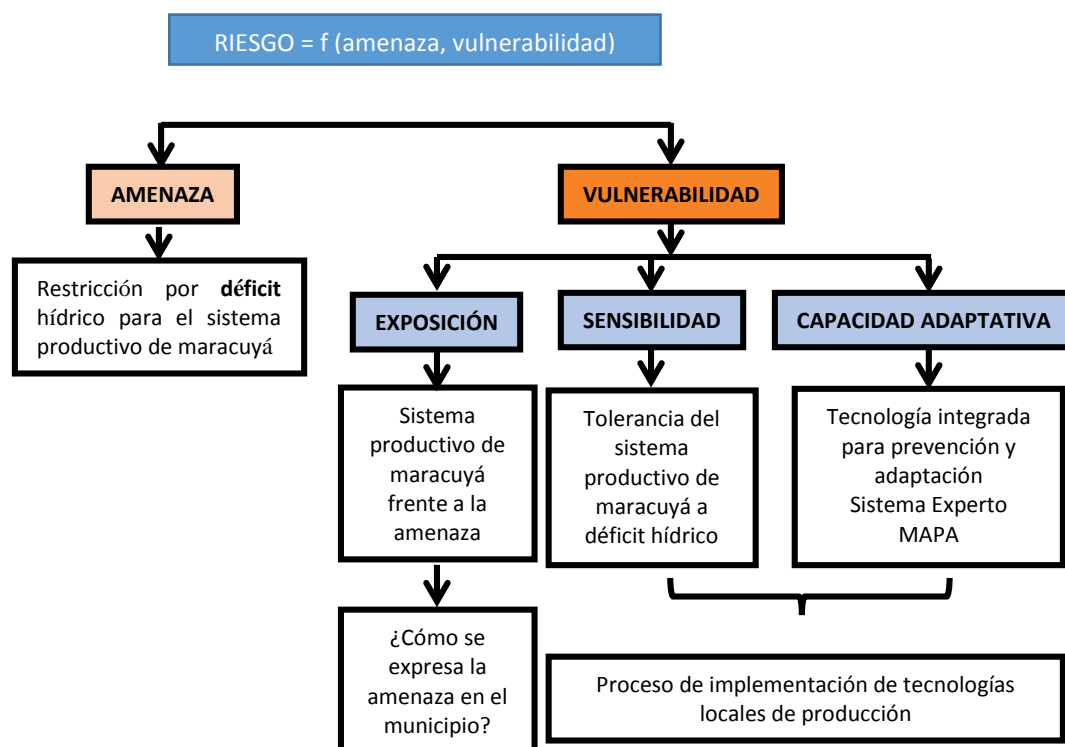
Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el municipio de Sopetrán (Antioquia), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

### Objetivos específicos

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

## 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 y la capacidad adaptativa del sistema productivo. 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 maracuyá 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, de acuerdo con las características socioeconómicas de los productores locales.



**Figura 1.** Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán, Antioquia, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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

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

**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 se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

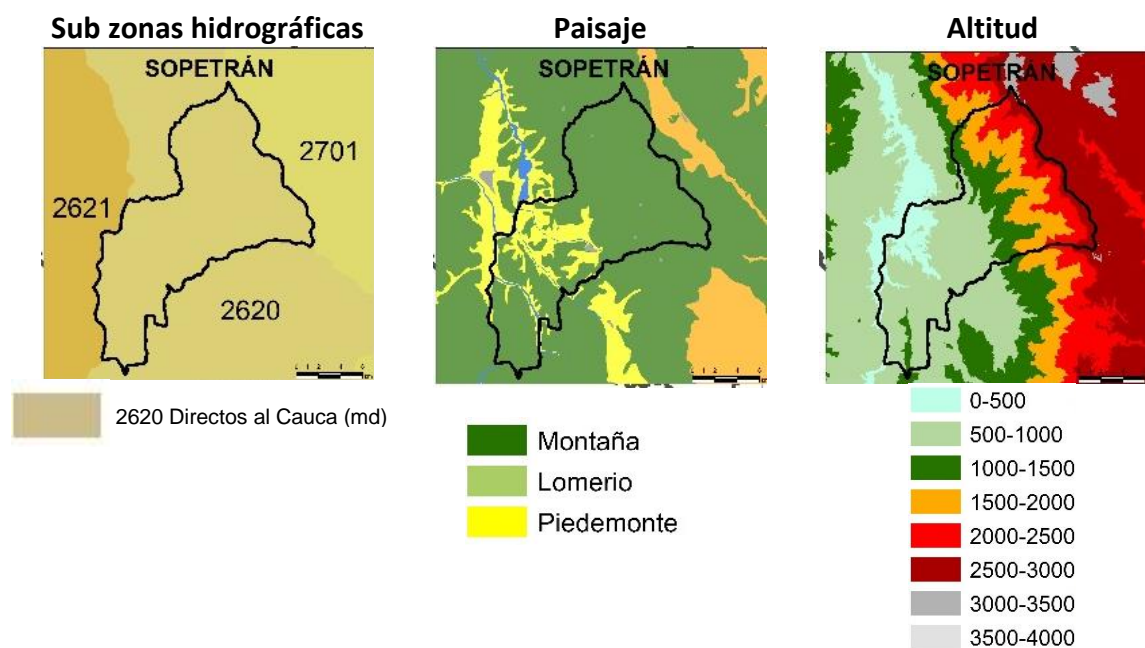
Para mayor información sobre el riesgo agroclimático a escala departamental y municipal consultar el Sistema Experto (SE) - MAPA

### Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Sopetrán

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

El municipio de Sopetrán se encuentra en la zona de influencia de la cuenca hidrográfica del río Cauca con 21.393 ha. Aunque el municipio se ubica a una altitud que está entre 0 y

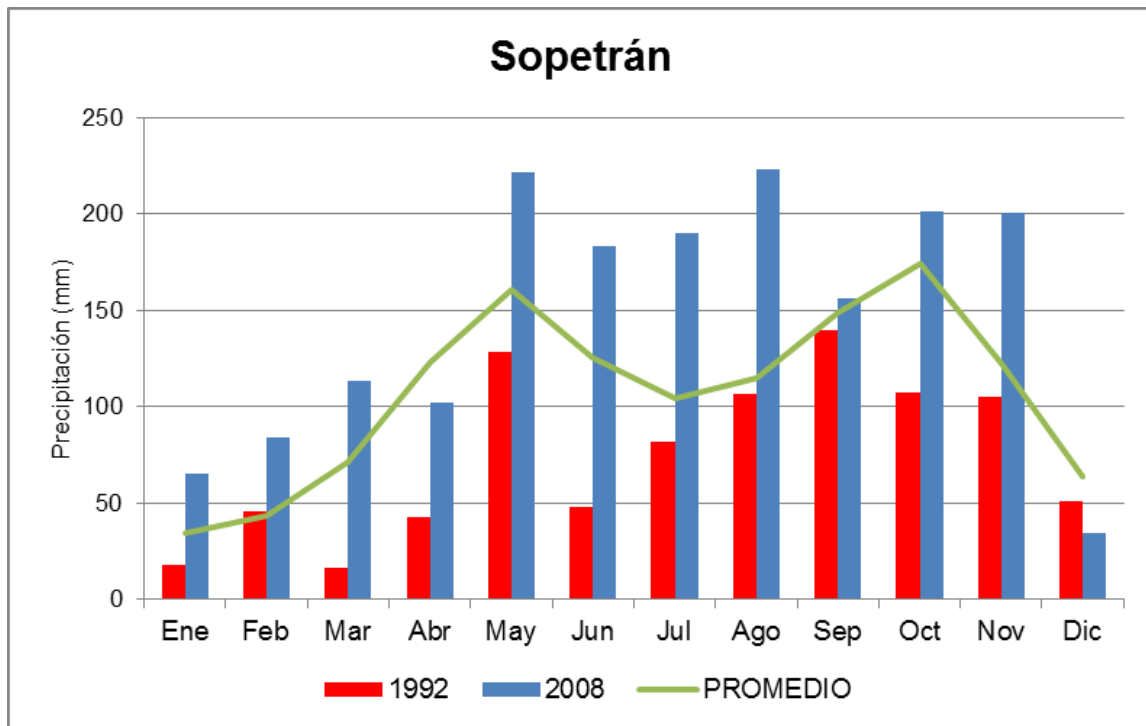
4.000 msnm, la mayor área se encuentra entre 500 y 1.000 msnm, conformando paisajes montañosos y lomeríos de pendientes pronunciadas (Corpoica, 2015a).



**Figura 2.** Mapas de variables biofísicas del municipio de Sopetrán, Antioquia.  
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. Dentro de la información empleada para al análisis climático del municipio de Sopetrán (Antioquia), se destacan:

**Precipitación:** en la figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Sopetrán, la línea verde representa la precipitación promedio multianual, y las barras rojas y azules, la precipitación durante los eventos de mayor variabilidad asociadas a ENSO: El Niño (1992) y La Niña (2008) (Corpoica, 2015a).



**Figura 3.** Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico multianual en Sopetrán (periodo 1980-2011).

Fuente: Corpoica (2015a).

Como se observa en la figura anterior, las lluvias presentan una distribución bimodal, con picos registrados en los trimestres AMJ y ASO. En los meses de diciembre a febrero, agosto y septiembre se aprecian diferencias poco pronunciadas entre la precipitación promedio y la registrada durante el evento El Niño (1992). En el periodo entre marzo y julio, las diferencias se hacen más evidentes entre el promedio multianual y el evento registrado en 2008 (mayor anomalía). Así, el periodo más crítico se da durante los meses de marzo y abril, meses en los cuales los productores esperan más lluvias, ya que normalmente empieza el primer pico de precipitación del año y ha sido precedido por una temporada de bajas lluvias. Aunque el periodo crítico sería mayor si el fenómeno de variabilidad se extiende por varios meses.

**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 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).

**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 (ENSO) en los últimos 32 años, y constituyen información de referencia que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

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

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1994 - Mar 1995	May 1997 - May 1998	May 2002 - Mar 2003	Jun 2004 - Feb 2005	Ago 2006 - Ene 2007	Jul 2009 - Abr 2010
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máx. ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-17 %	-13 %	-32 %	-17 %	-24 %	-29 %	-6 %	9 %	-16 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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



**Tabla 2.** Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Sopetrán 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
Mín. ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	-3 %	12 %	0 %	19 %	-32 %	22 %	53 %

Fuente: Corpoica (2015a).

Con base en esta información se puede interpretar que en el municipio de Sopetrán (Antioquia) puede haber disminución de lluvias hasta del 32% en eventos El Niño, mientras que en eventos La Niña el aumento de precipitaciones puede alcanzar hasta el 53% (julio 2010 - abril 2011).

**Se debe considerar que la temperatura de la 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 en La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico en El Niño, susceptibilidad biofísica a inundación, 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









### **Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Sopetrán, Antioquia**

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

Para evaluar la exposición identifique:

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



Símbolo		Aptitud	Área (ha)	%
	A1-A3pe-N	Óptima, marginal por profundidad efectiva de suelo y No aptos	1.552	7,2
	A2pe/pn-N	Moderada por pendiente y profundidad y No aptos	4.565	21,2
	A2pe/pn-A3a/pe-N	Moderada a marginal por condiciones de suelo y No aptos	6.011	27,9
	A2s-A3sd-N	Moderada por condiciones de suelo, marginal por condiciones físicas y drenaje y No aptos	98	0,5
	A3a/pe-N	Marginal por acidez y profundidad y No aptos	3.143	14,6
	N	No aptos	5.662	26,3
	Cuerpo de agua		432	2
	Urbano		64	0,3
	Total general		21.527	100

**Figura 4.** Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán.

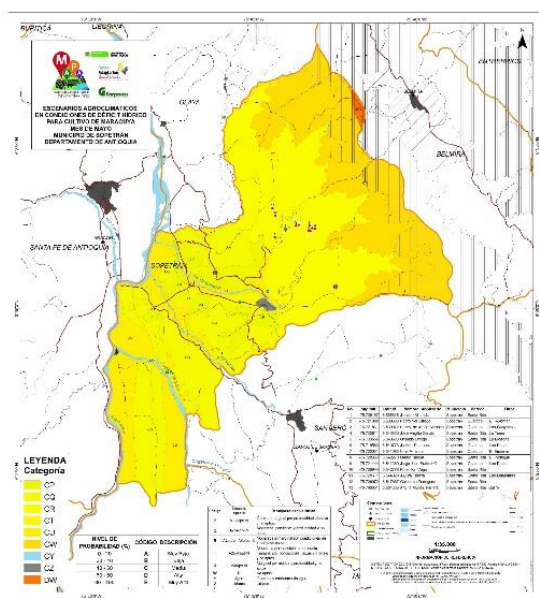
Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** en el municipio de Sopetrán, los suelos con aptitud A1 corresponden solo al 7,2% de la superficie del municipio aproximadamente; sin embargo, estos suelos se encuentran asociados a suelos con restricciones severas por profundidad efectiva muy superficial y a suelos no aptos. El 50% de los suelos presenta aptitud moderada por pendiente, por profundidad efectiva o texturas; aunque no presentan las condiciones ideales para el sistema productivo de maracuyá; con buenas prácticas de manejo y conservación de los suelos, puede establecerse el sistema productivo. Los suelos con esta aptitud, se encuentran también asociados a suelos con restricciones muy severas y a suelos no aptos (Corpoica, 2015b).

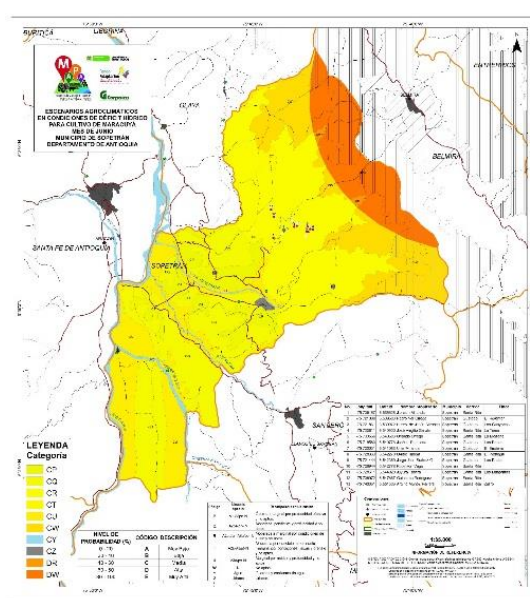
Los suelos con aptitud marginal corresponden al 14% del municipio y están restringidos en condiciones de acidez y profundidad efectiva (Corpoica, 2015b).

- b. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico:** en los mapas de escenarios agroclimáticos (figura 5). Se presenta la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico del suelo para el sistema productivo de maracuyá, con base en el cálculo del índice de severidad de sequía de Palmer<sup>2</sup> (1965), la probabilidad puede ser: media (tonos amarillos), alta (tonos naranjas) o muy alta (tonos rojos), según el mes de siembra o etapa fenológica del cultivo (tabla 3).

**Mayo**



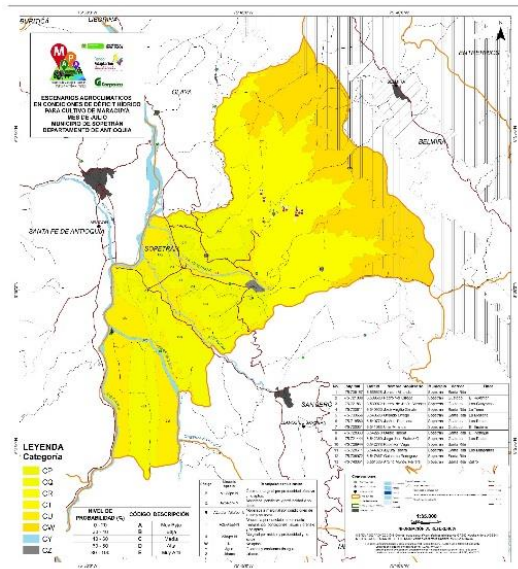
**Junio**



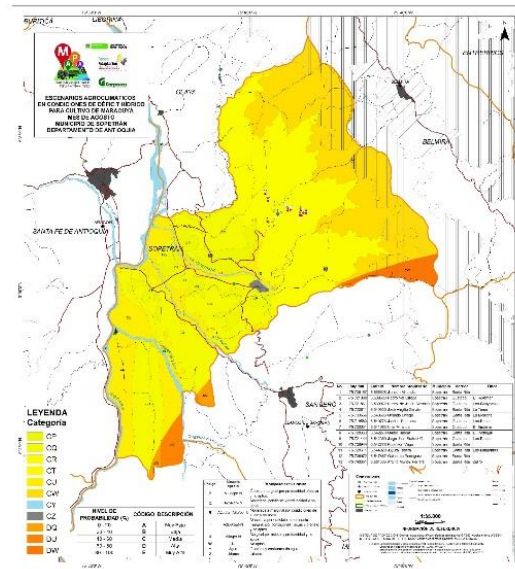
<sup>2</sup> Mide la duración e intensidad de un evento de sequía, a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.



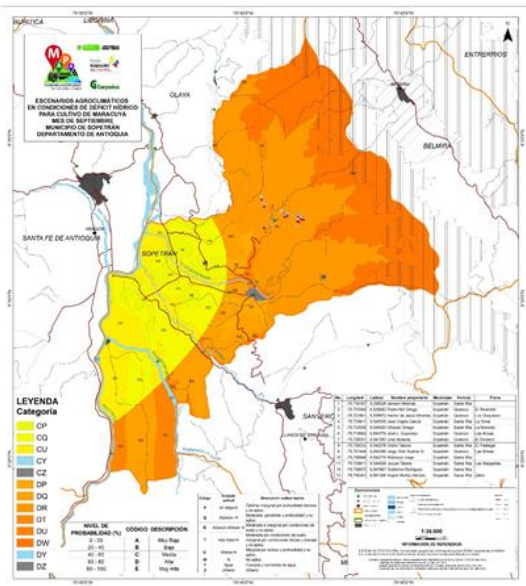
## Julio



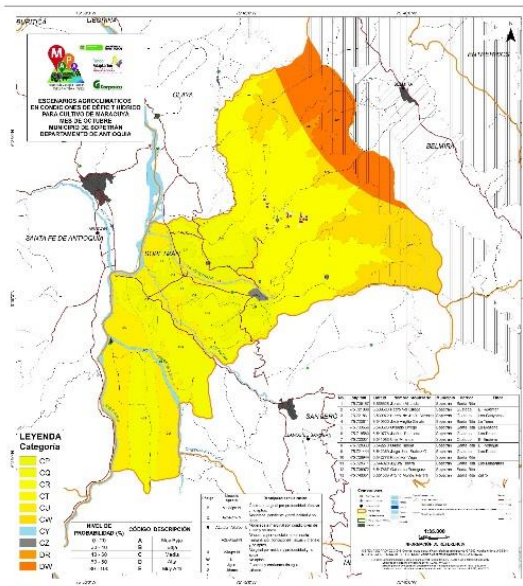
## Agosto



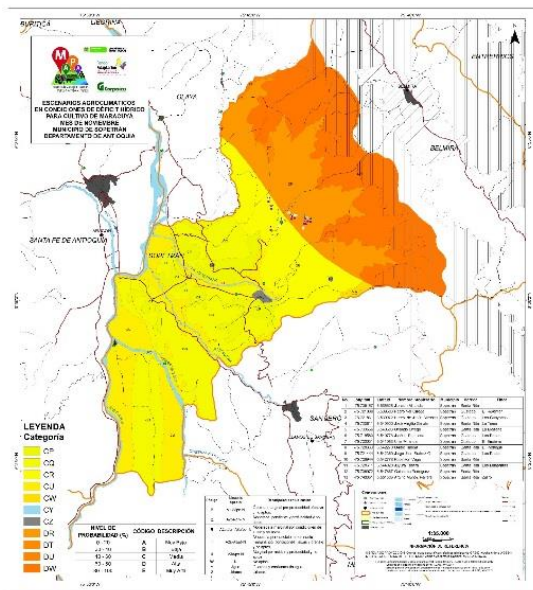
## Septiembre



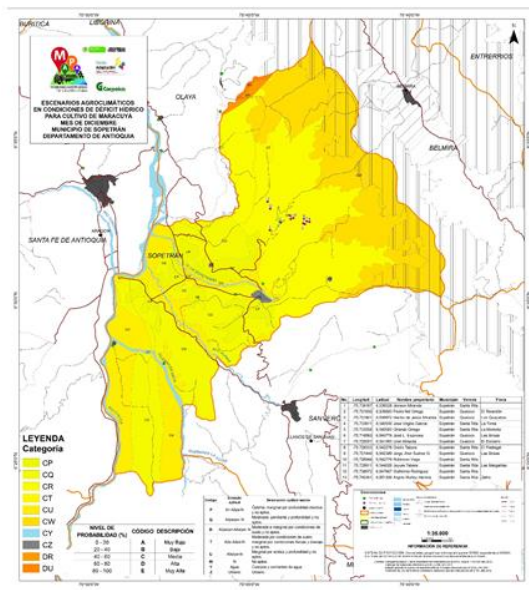
## Octubre



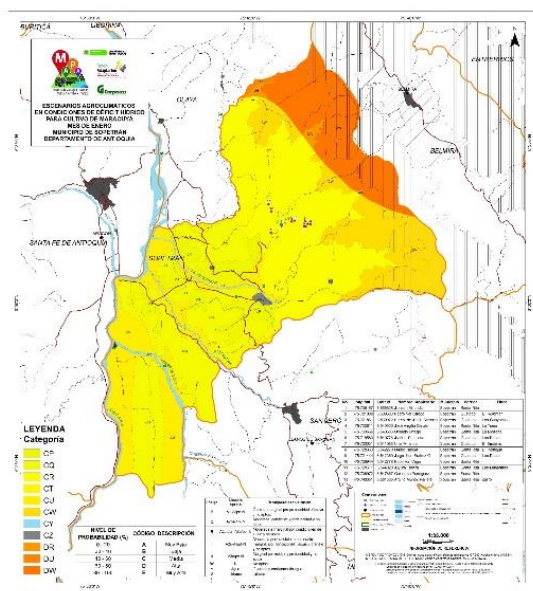
## Noviembre



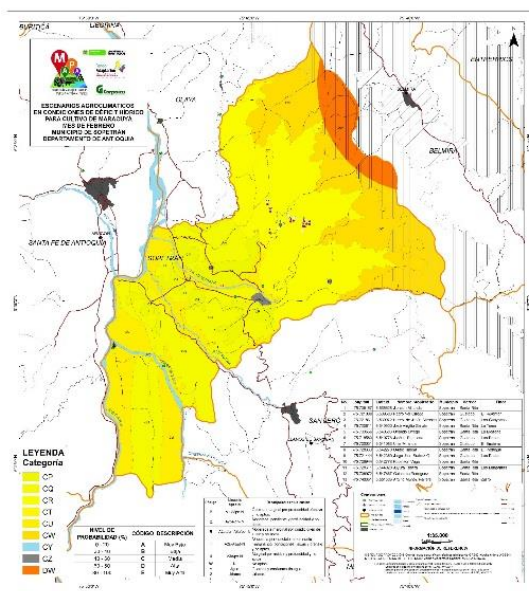
## Diciembre



## Enero



## Febrero



## Categoría

CP
CQ
CR
CT
CU
CW
CY
CZ
DW

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
P	A1-A3pe-N	Óptima; marginal por profundidad efectiva y no aptos.
Q	A2pe/pn- N	Moderada pendiente y profundidad y no aptos.
R	A2pe/pn-A3a/pe- N	Moderada a marginal por condiciones de suelo y no aptos.
T	A2s-A3sd-N	Moderada por condiciones de suelo; marginal por condiciones físicas y drenaje y no aptos.
U	A3a/pe-N	Marginal por acidez y profundidad y no aptos.
W	N	No aptos.
Y	Agua	Cuerpos y corrientes de agua.
Z	Urbano	Urbano.

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

**Figura 5.** Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán, en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis mayo 2014–febrero 2015.  
Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** se observa que en todos los meses se presenta probabilidad de media a alta (entre 40 y 80%) a déficit hídrico (tonos amarillos y naranjas) durante la totalidad del tiempo considerado en la ventana de análisis. De acuerdo con el calendario fenológico ajustado para la zona, las mayores afectaciones causadas por déficit hídrico podrían darse para la etapa de ramificación y para la fase de aparición y desarrollo de estructuras florales.



**Tabla 3.** Ventana temporal de análisis para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán. Fuente: Corpoica (2015b).

Etapa fenológico	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Siembra	■									
Germinación y emergencia	■	■								
Emisión de hojas verdaderas		■								
Formación de zarcillos			■	■	■	■	■	■	■	■
Ramificación			■	■	■	■	■	■	■	■
Aparición de estructuras florales: desarrollo del botón floral o canastilla						■	■	■	■	■
Plena floración							■	■	■	■
Llenado de fruto									■	■
Cosecha									■	■

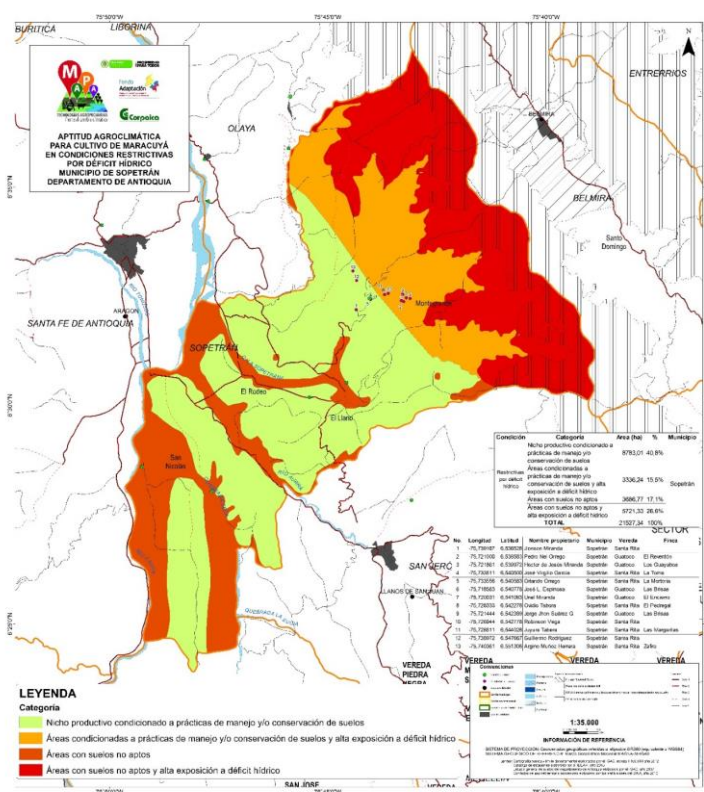
Fuente: Corpoica (2015b).

En pasifloras, la tolerancia a la sequía es baja, debido a su sistema radical fibroso y superficial. El déficit hídrico reduce el crecimiento foliar, la producción de flores, el tamaño de los frutos, y en caso de estrés severo, se defolian las ramas y se induce la caída de frutos (Menzel y Simpson, 1994; Morley-Bunker, 1999). En general, una reducida producción de las especies pasifloráceas en condiciones de un estrés hídrico, se atribuye más a una disminución de botones florales que a una abscisión prematura de flores o frutos. Por consiguiente, estas especies no pueden crecer en zonas con una temporada seca marcada cuando no hay disponibilidad de riego suplementario (Didier, 2001).

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 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 marcos de referencia (Corpoica, 2015b).

## Zonas del municipio de Sopetrán con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de maracuyá

Se presenta el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Sopetrán para el sistema productivo de maracuyá (figura 6). Este mapa integra la exposición a deficiencias hídricas para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.



### LEYENDA

#### Categoría

- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- 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 Sopetrán para el sistema productivo de maracuyá bajo déficit hídrico en el municipio de Sopetrán.

Fuente: Corpoica (2015b).



Las categorías de aptitud agroclimática identificadas por Corpoica (2015b) para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán fueron:

- **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos:** estas áreas (en tono verde claro) ocupan el 40,8% (8.783 ha) de la extensión total municipal y en ellas se observan suelos con limitaciones moderadas por texturas, profundidad efectiva y acidez, y marginales por pendiente y condiciones de humedad en el suelo sin limitaciones para el sistema productivo de maracuyá.
- **Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico:** estas áreas (en tono naranja claro) ocupan el 15,5% (3.336 ha) del área total municipal y presentan suelos con aptitud moderada y marginal por textura, acidez, pendientes y riesgo a la erosión, y condiciones de humedad en el suelo desfavorables para desarrollo del sistema productivo.
- **Áreas con suelos no aptos:** estas áreas (en tono naranja oscuro) ocupan el 17,1% (3.686 ha) de la extensión total municipal y los suelos presentan limitaciones principalmente por textura, acidez, pendiente y profundidad efectiva, características que restringen el establecimiento y desarrollo del sistema productivo de maracuyá. En estas áreas se incluyeron los cuerpos y corrientes de agua y la zona urbana.
- **Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico:** estas áreas (en tono rojo) ocupan el 26,6% (5.721 ha) del área total municipal y presentan suelos marginales por textura, profundidad efectiva muy superficial, pendientes (>40%), riesgo a la erosión, altitud (>2.000 m) y presentaron alto riesgo por deficiencias de agua en el suelo, que restringen el establecimiento y desarrollo del sistema productivo de maracuyá. En estas áreas se incluyen cuerpos y corrientes de agua y zona urbana.

**Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia) consultar el SE - MAPA**



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

**Información agroclimática:** la información climática puede emplearse para tomar decisiones en la planificación agropecuaria, identificar riesgos asociados, relacionar diferentes sistemas productivos a 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:

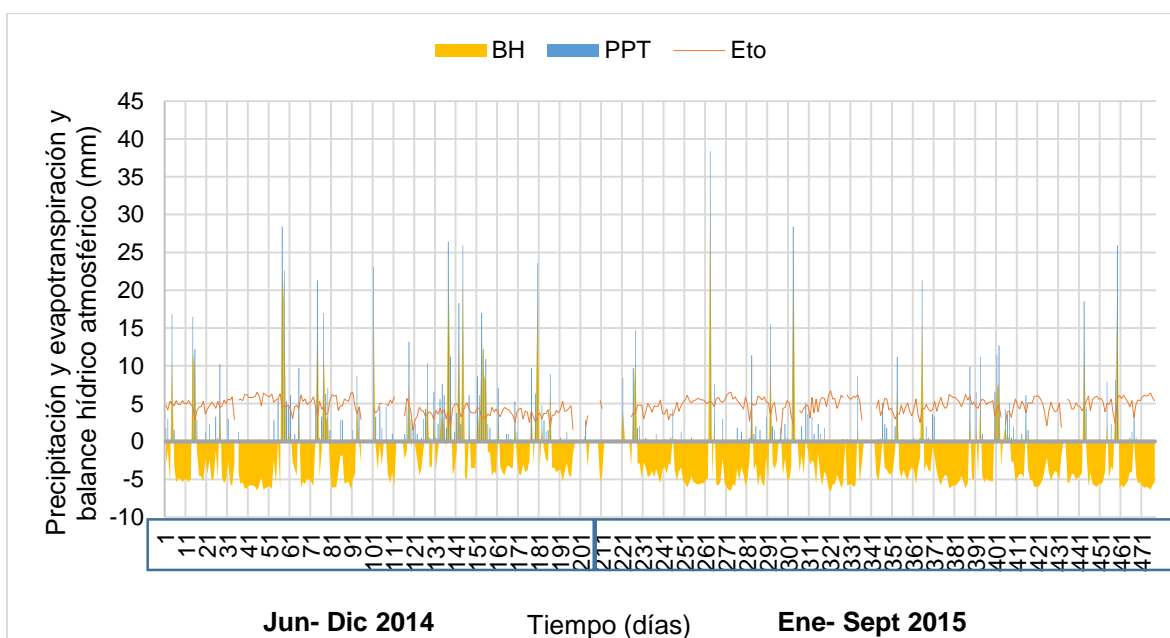
- Datos referidos al estado de la atmósfera (clima): obtenidos a través de una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: resultantes del monitoreo y seguimiento de la humedad del suelo, por medios organolépticos, sensores, o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivos: por medio del 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 al sistema productivo tales como excesos y déficits de agua, heladas y deslizamientos.
- Distribución temporal y de sistema productivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra y de cosecha.

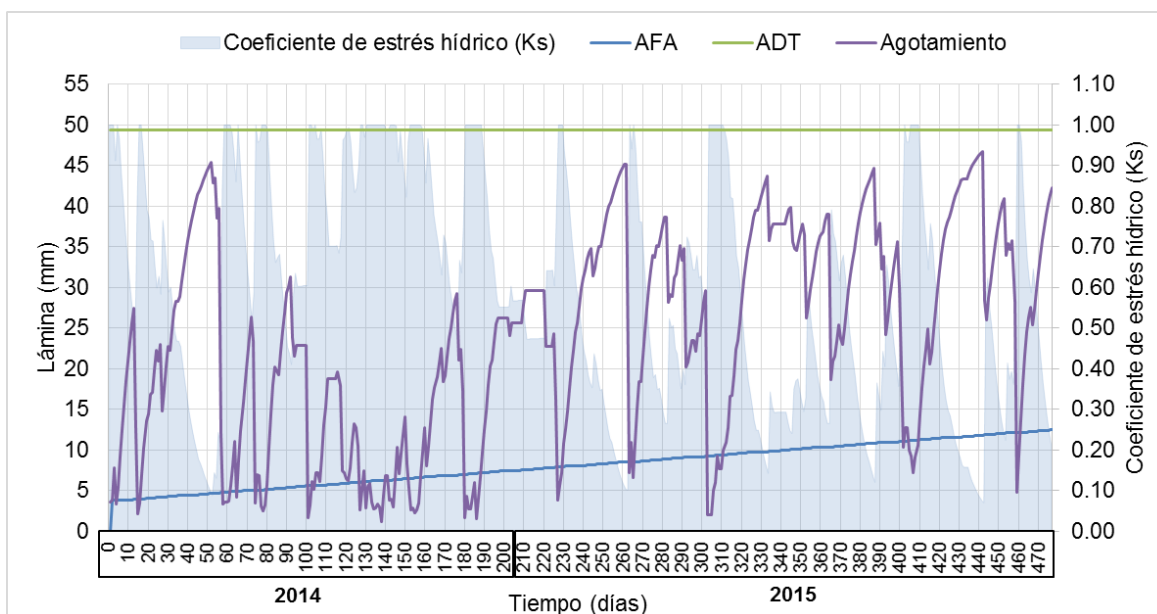
El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas, y tener relación con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> En la *Cartilla Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* Consúltela en <http://bit.ly/29P68Zg> podrá encontrar 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 maracuyá ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Sopetrán, Antioquia

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas, validadas con potencial para enfrentar los efectos que el déficit hídrico tiene en el suelo sobre el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de junio de 2014 y septiembre 2015. 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).





**Figura 7.** Balance hídrico atmosférico (superior) y agrícola (inferior) del sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia) entre los meses de marzo y diciembre de 2014.  
Fuente: Corpoica (2015c).

Durante la mayor parte del tiempo evaluado se puede observar el déficit hídrico atmosférico, debido a que la evapotranspiración fue mayor que la precipitación registrada. El balance hídrico agrícola presenta el comportamiento del agua en el suelo, tomando en cuenta la lámina de agua disponible (ADT- fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente), el agua fácilmente aprovechable (AFA- agua capilar retenida en los poros del suelo) y el agotamiento de agua, relacionado con el consumo del cultivo en la parcela de integración durante el periodo de evaluación. El déficit hídrico es aún más evidente a lo largo del tiempo de evaluación, según el parámetro de agotamiento que sobrepasó el rango de agua fácilmente aprovechable, lo cual es indicativo de déficit hídrico en el suelo.

El coeficiente de estrés hídrico ( $K_s$ ) es un factor adimensional de reducción de la transpiración, este valor 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 recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá en Sopetrán (Antioquia) ante condiciones de déficit hídrico:

#### **a. Manejo Integrado de Plagas (MIP)**

El MIP involucra prácticas como la identificación de los síntomas asociados al ataque de insectos, vigilancia e implementación de medidas preventivas y curativas, que contribuyen a mantener el daño por plagas en niveles que no causen afectaciones económicas. En la parcela de integración, el manejo integrado estuvo enfocado hacia trips (*Trips tabaci* Lindeman, *Frankliniella occidentalis*).

Esta opción tecnológica consistió en evaluaciones semanales de la incidencia del insecto. La incidencia se tomó en cinco plantas por tratamiento seleccionadas aleatoriamente, repitiendo esto en surcos intercalados. Dado que el cultivo no presenta estratos por su hábito trepador, la rama principal se dividió en tercios y se tomó el dato en cada uno, adicionalmente se tomó en botón floral. Como medidas de control se realizaron aplicaciones de insecticidas orgánicos, aceites minerales, productos a base de extractos de ajo- ají y neem en dosis de  $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ , además se realizaron liberaciones de *Crisopa* sp (50.000 larvas/ha) y se instalaron trampas tipo McPhail artesanales y trampas de plástico de color amarillo.

#### **b. Sistema de tutorado en “T”**

Este sistema permite mayor longevidad y aireación del cultivo, exposición del área foliar a la radiación y mayor actividad fotosintética, además facilita las podas, el manejo fitosanitario y la ejecución de labores como recolección de frutos. Con el tutorado en “T” se disminuye el efecto negativo de las lluvias sobre la sanidad de las plantas (Jaramillo, 2008). Estos beneficios redundan en mejor desempeño del cultivo y aumentan la resiliencia del sistema productivo a las condiciones restrictivas de humedad en el suelo presentes en la región.

Habitualmente en la región, el sistema de tutorado más usado es el de tipo emparrado. En la parcela de integración, el sistema de tutorado en “T” consistió en hileras de postes de madera de 2,5 m de alto, que en la parte superior están provistos de una barra de madera



dispuesta horizontalmente de 0,5 m de largo, por la cual pasan tres alambres galvanizados, uno central de calibre 12 y dos laterales (separados 0,25 m del central) de calibre 14.

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas

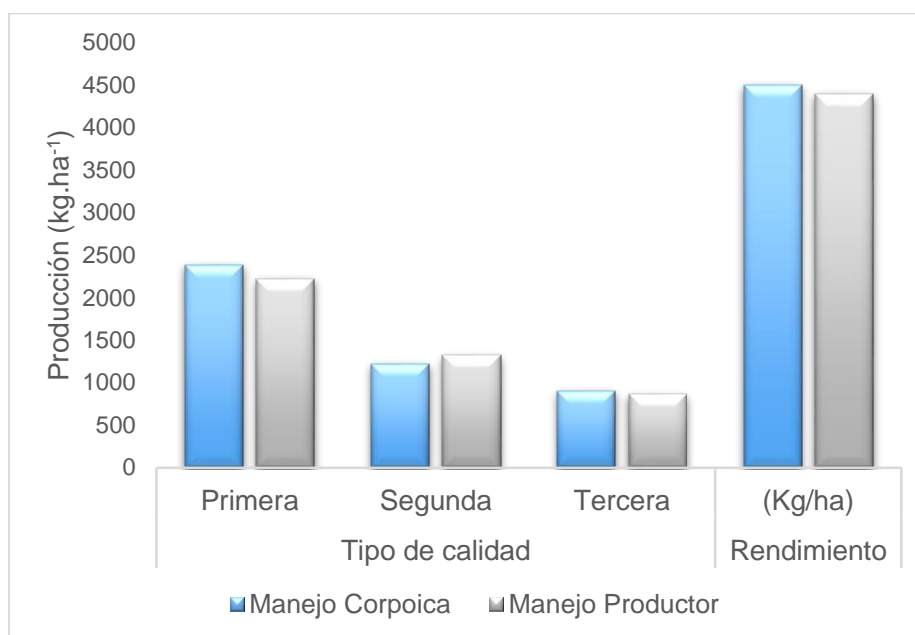
**Las ventajas comparativas se presentan en una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas descritas anteriormente son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos, y deben ser ajustadas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

Con base en la información colectada en la parcela de integración se encontró que el rendimiento promedio para el manejo con opciones tecnológicas fue de  $4,5 \text{ t.ha}^{-1}$  y para el manejo convencional de  $4,4 \text{ t.ha}^{-1}$ . Cabe resaltar que este valor se obtuvo en la primera cosecha y por tanto no ha alcanzado su época de mayor rendimiento. No obstante, la diferencia de 100 kg para el primer ciclo puede representar una ventaja comparativa de las opciones tecnológicas frente al manejo tradicional que puede verse reflejada en mayor medida en ciclos subsiguientes.

Teniendo en cuenta las características del sistema productivo se proyectó un rendimiento a dos años de  $28 \text{ t.ha}^{-1}$ , con la implementación de opciones tecnológicas, lo cual se encuentra por encima del rendimiento reportado para el departamento de Antioquia, que es de  $19 \text{ t.ha}^{-1}$  (Agronet, 2015).

En cuanto a calidad, se registró mayor cantidad de fruta de primera y menor de segunda y tercera en el manejo con opciones tecnológicas y en comparación al manejo tradicional (figura 8). También se observó una diferencia de 4,2 g entre los dos tipos de manejo con relación al peso promedio del fruto, siendo mayor para el manejo con opciones tecnológicas.

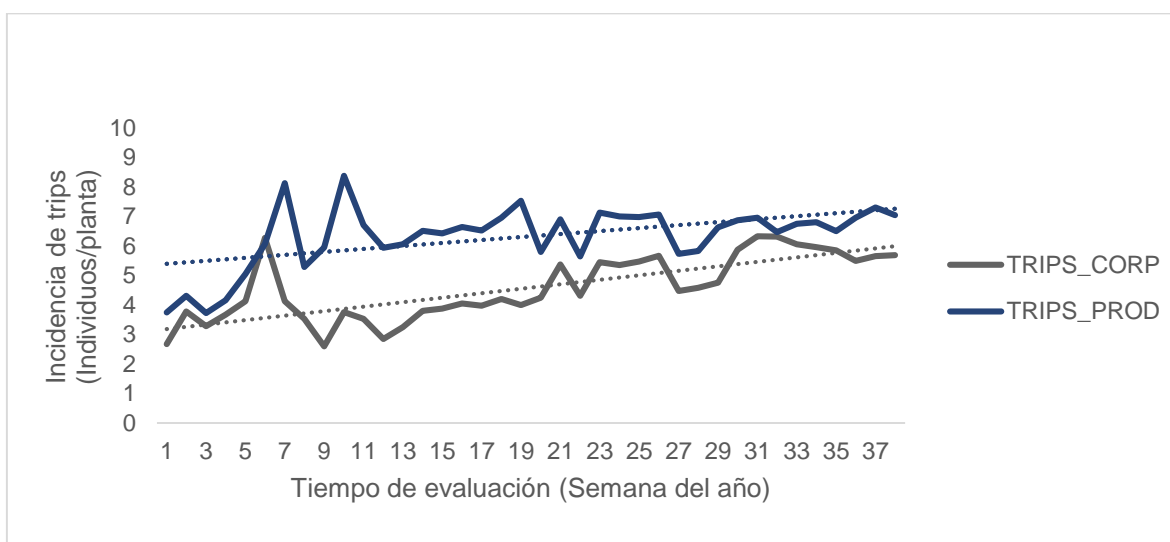




**Figura 8.** Producción por tratamiento y calidad en la parcela de maracuyá, Sopetrán, Antioquia.

Fuente: Corpoica (2015c).

La incidencia de los trips en el manejo con opciones tecnológicas se redujo en un 28% con respecto al manejo del productor (el cual estuvo basado en aplicaciones semanales de ingredientes activos como clorfenapir, cipermetrina y fentoate, y sin seguimiento periódico a la población de la plaga en el sistema productivo). Lo anterior permitió mantener la incidencia del insecto por debajo de los umbrales de daño económico, pese a que las condiciones ambientales favorecían el desarrollo del insecto. Particularmente, la incidencia aumenta cuando se presentan épocas de baja precipitación que se acentúan hacia el final del periodo de evaluación como se observa en el balance hídrico atmosférico y temperaturas entre 25 y 30°C. Lo anterior debido a que el sistema de tutorado en “T” permite un adecuado manejo fitosanitario del cultivo al facilitar la aplicación de plaguicidas (Gobernación del Huila, 2006).



**Figura 9.** Incidencia de trips en el sistema productivo de maracuyá vereda Altamiranda – municipio de Sopetrán – Antioquia. Trips\_Corp (con implementación de opciones tecnológicas), Trips\_Prod (con prácticas convencionales).  
Fuente: Corpoica (2015c).

**El establecimiento de tutorado en “T”, junto con un adecuado manejo de plagas, aumenta la resiliencia del sistema productivo a los efectos causados por estrés hídrico (déficit) y disminuye la incidencia de problemas fitosanitarios.**

### **Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de maracuyá a déficit hídrico del suelo en el municipio de Sopetrán (Antioquia)**

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:

## Análisis de suelos

- El análisis de suelos es utilizado principalmente para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo, y así determinar la disponibilidad de nutrientes en el mismo. En consecuencia, da herramientas para determinar la estrategia de acondicionamiento de fertilizantes para satisfacer las demandas nutricionales del sistema productivo.
- La metodología descrita por Corpoica (2005), para la toma de muestras de suelo, comprende: (1) Toma de submuestras en puntos trazados en zig-zag, que permita cubrir el área total del lote para que el muestreo sea representativo. (2) Para la toma de cada submuestra se debe limpiar un área aproximada de 0,04 m<sup>2</sup> (20cm x 20 cm) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar tejidos vegetales, residuos frescos de materia orgánica u 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 hacer un correcto análisis. Algunos laboratorios incluso efectúan las recomendaciones de acondicionamiento para el sistema productivo específico.

## Propagación sexual adecuada

La propagación por semilla es el método más usado para la reproducción de esta especie, no obstante, este método no garantiza homogeneidad entre las plantas obtenidas y la planta madre, por lo cual las plantas seleccionadas para la obtención de semilla para propagación deben cumplir con los siguientes requisitos (CIAT, 2012):

Las plantas deben:

- Estar libres de enfermedades u otros problemas sanitarios.
- Ser vigorosas y de alta productividad.



- Tener frutos con las características organolépticas requeridas por el mercado.
- Ser precoces y longevas.

La germinación de semillas debe llevarse a cabo en viveros o almácigos, usando sustrato que permita aireación, para evitar la muerte de las raíces por excesos de agua. Se ha reportado el uso de mezcla de cascarilla de arroz quemada con suelo (1:1) (CENTA, 2002).

El trasplante de las plántulas en campo definitivo debe realizarse cuando las plantas tengan de 15 a 20 cm de altura (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).

#### **Plan integrado de fertilización**

- La ejecución del plan de fertilización en campo permite mantener un balance nutricional entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la demanda nutricional del sistema productivo.
- Los cálculos de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, inferidos a través de los análisis de suelo, se basan en los siguientes conocimientos:
  - a) Disponibilidad y movilidad de nutrientes en el suelo.
  - b) Requerimiento nutricional de la planta.
  - c) Tasas de mineralización.
  - d) Profundidad efectiva, que para el caso de maracuyá es de 45 cm aproximadamente.
  - e) Eficiencia del fertilizante.
- Durante épocas de déficit hídrico se debe disminuir la aplicación de fuentes amoniacales de nitrógeno. Asimismo, se debe revisar el contenido de los macronutrientes (N, P, K), ya que la baja disponibilidad de agua limita su movimiento hacia y a través de la planta.
- Se deben seguir recomendaciones del técnico o agrónomo, para definir el tipo de fertilizantes a emplear, cantidades y frecuencias para garantizar que las plantas puedan disponer de los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento, desarrollo y rendimiento.
- Dadas las condiciones de déficit hídrico en el suelo, la fertilización foliar es muy útil, debido a que cuando baja la transpiración de la planta se reduce la absorción

de nutrientes. Para realizarla es fundamental tener precaución y hacer una revisión juiciosa de las fuentes y la concentración a la cual se aplican los fertilizantes.

- La fertilización foliar ha dado buenos resultados, especialmente a base de nitrógeno y elementos menores, utilizados en la etapa de vivero y en la etapa inicial del desarrollo vegetativo (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).
- Datos obtenidos para el maracuyá amarillo, permiten determinar la exigencia en nutrientes por la planta en el siguiente orden decreciente:  $N > K > Ca > S > P > Mg > Fe > B > Mn > Zn > Cu$  (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2010).
- El manejo de la fertilización se debe iniciar desde el momento en el que se establecen los sitios definitivos para la siembra mediante la adición de materiales orgánicos compostados, que aportan cierta cantidad de nutrientes, pero su principal beneficio es mejorar las condiciones físicas del suelo (Gobernación del Huila, 2006).

**Frente a amenazas potenciales de exceso hídrico en suelo es fundamental desarrollar el análisis del riesgo agroclimático con base en la ruta metodológica del presente plan y apoyándose en el (SE) - 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:

### **Manejo Integrado de Enfermedades (MIE)**

La sanidad del cultivo está determinada por prácticas de manejo preventivas como son: la selección adecuada del material vegetal de propagación, la ubicación del terreno donde se va a establecer el cultivo teniendo presentes las condiciones de clima, suelo y topografía, el historial del uso del suelo, la disponibilidad del agua y las actividades agrícolas del entorno.

Es importante tener en cuenta la densidad de siembra del cultivo, ya que una alta densidad en épocas de exceso de humedad puede favorecer la presencia de enfermedades. Particularmente en pasifloras, el exceso de humedad al interior del cultivo está fuertemente influenciado por el sistema tutorado, según Jiménez et al. (2009), en zonas de alta humedad relativa, una desventaja del sistema de tutorado en emparrado, puede ser que aumenta la incidencia de enfermedades por el microclima que se produce bajo la estructura.

Según (Gobernación del Huila, 2006), los problemas fitosanitarios limitantes en el sistema productivo de maracuyá son:

- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): este hongo afecta hojas, guías y frutos. En las hojas los síntomas aparecen en los márgenes y se manifiestan como manchas acuosas de forma circular que presentan un halo de color verde oscuro. En las guías se observan lesiones alargadas, en los frutos las lesiones se presentan como depresiones o áreas hundidas con pudrición seca, causando un arrugamiento precoz del área afectada, la pudrición llega a la parte interna y finalmente el fruto cae. En las áreas necróticas se observan anillos concéntricos de puntos negros, que son las estructuras reproductivas del hongo.
- Mancha parda (*Alternaria* sp.): hongo patógeno que se ubica en las hojas y en los frutos, provocando defoliaciones severas. Sobre las hojas puede detectarse la presencia del hongo por la aparición de manchas pardo- rojizas.
- Roña o costra (*Cladosporium* sp.): las lesiones que se observan sobre el fruto son círculos ulcerosos irregulares de color pardo.
- Pudrición seca del cuello de la raíz (*Fusarium* sp.): la enfermedad afecta a las plantas en cualquier estado de desarrollo, aunque se tornan más resistentes con la edad. Los primeros síntomas se presentan en plántulas de 20 a 30 días de emergidas: las plántulas detienen su desarrollo y se defolian las hojas más viejas. En el lugar de la inserción de la hoja en el tallo, se observa una necrosis de color marrón que con el tiempo avanza hacia arriba cubriendo parcialmente el tallo. Cuando la necrosis cubre todo el tallo causa clorosis, marchitez de las hojas y muerte de la plántula (Miranda *et al.*, 2009).

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

El seguimiento y monitoreo del estado de la enfermedad es una práctica fundamental para la toma de decisiones con respecto a momentos oportunos y estrategias para el manejo de problemas fitosanitarios en el sistema productivo.



**La estrategia de manejo de enfermedades debe ser seleccionada con ayuda del asistente técnico de la zona. Sin embargo, la prevención mediante recolección de partes de plantas afectadas y su correcta disposición fuera del lote de cultivo es una estrategia fácil y efectiva.**

**Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de maracuyá en Sopetrán (Antioquia), consultar el SE - MAPA**

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

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





### Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de maracuyá en el municipio de Sopetrán, Antioquia

#### Dominio de recomendación

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

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

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

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





la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, 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, con 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, 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 maracuyá en Sopetrán**

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 de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es en general alta para los productores de este sistema, exceptuando el dominio 4 para el cual es baja. El grado de sensibilidad que presentan los productores de Sopetrán ante una condición de déficit hídrico es medio para todos los dominios. Por su parte, la capacidad adaptativa es media para los dominios 1 y 3 y baja para los dominios 2 y 4.

Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del uso de tutorado en "T", asociado a manejo integrado de plagas y enfermedades, en conjunto con el uso de sistema de riego por goteo, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio y además establece proporciones y posibles restricciones para la implementación.

**Tabla 4.** Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de maracuyá en el municipio de Sopetrán (Antioquia).

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con predios de 0,5 a 2 ha, con menos del 50% de sus ingresos provenientes de actividades agrícolas y sin acceso a crédito.	Alta	Media	Media	Inviable
2. Propietarios con predios 0,7 a 2 ha, con el 100% de sus ingresos provenientes de actividades agrícolas, sin acceso a créditos y con alta exposición a déficit hídrico.	Alta	Media	Baja	Viable
3. Productores con predios de 0,4 a 10 ha, con el 100% de sus ingresos provenientes de actividades agrícolas y con acceso a crédito.	Alta	Media	Media	Inviable
4. Propietarios con predios 0,7 a 2 ha, con el 100% de sus ingresos provenientes de actividades agrícolas, sin acceso a créditos y con baja exposición a déficit hídrico.	Baja	Media	Baja	Viable (sin sistema de riego)

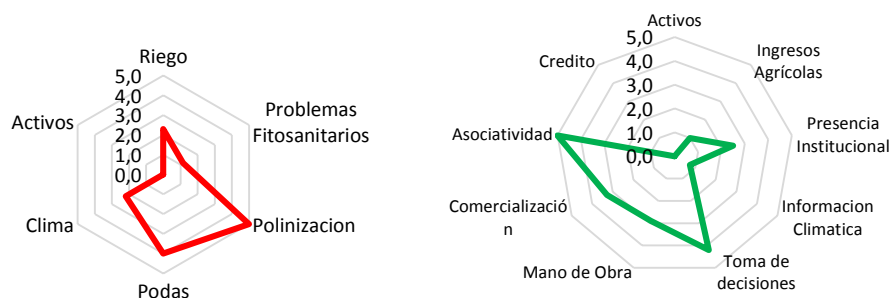
### Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio

En general, los productores de Sopetrán se caracterizan por no poseer activos corrientes en animales, la mayor proporción de productores no accede a crédito y presentan una alta dependencia económica de los sistemas agrícolas. El análisis microeconómico muestra que en la mitad de los casos no resulta viable optar por la implementación tecnológica lo que se debe al alto costo asociado al sistema de riego. Sin embargo, la implementación tecnológica excluyendo el sistema de riego ofrece mayores ventajas al productor (Corpoica-CIAT, 2015).

#### Dominio 1

Los productores del dominio 1 se encuentran ubicados en zonas con suelos no aptos para la producción de maracuyá, lo que los sitúa en un grado de exposición alto ante una condición de déficit hídrico. Son productores que no realizan ninguna actividad que contribuya a la polinización, presentan un nivel bajo de tecnificación de podas, condición

que los ubica en un grado de sensibilidad medio ante un déficit hídrico. Por otra parte, son productores que evidencian un grado de asociación y escolaridad altos, características que los posicionan en un grupo con un grado de capacidad de adaptación medio ante un evento de déficit hídrico (figura 10).



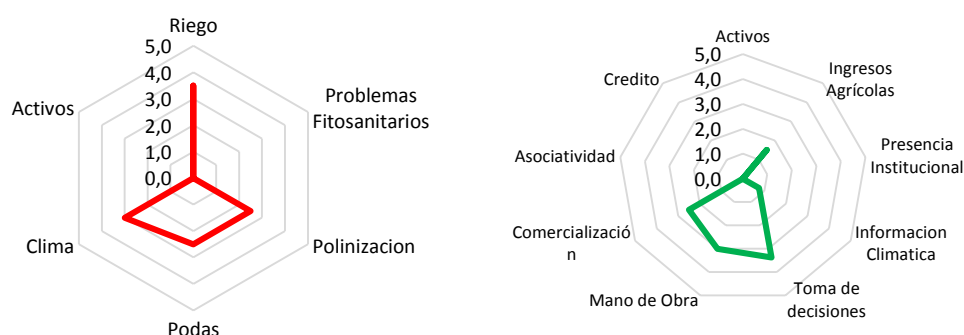
**Figura 10.** Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 1

De acuerdo al análisis microeconómico, resulta de mayor beneficio el esquema de manejo tradicional del sistema (no implementar las opciones tecnológicas). Sin embargo, al omitir el costo del sistema de riego (suponiendo un riego tradicional), el análisis muestra la viabilidad de la implementación de las opciones tecnológicas (MIPE y tutorado en “T”), de acuerdo al capital asociado a este esquema de producción. Se resalta que esta viabilidad se espera que esté condicionada a acceso a crédito bancario, razón por la cual se recomienda la búsqueda de opciones que permitan eliminar la limitante de acceso a crédito bancario por parte de los productores de este dominio.

## Dominio 2

Los productores del dominio 2 se encuentran ubicados en zonas con suelos no aptos para la producción de maracuyá, lo que los ubica en un grado de exposición alto ante un evento de déficit hídrico. Son productores que no evidencian problemas fitosanitarios en el cultivo, tienen un nivel tecnológico intermedio en el uso de podas y muestran disponibilidad limitada de riego, condición que los define como un dominio con nivel de sensibilidad medio ante una situación de posible déficit hídrico. Por otra parte, son productores que no

presentan acceso a crédito, tampoco asociatividad y tienen pocos activos representados en animales; lo que los sitúa como un grupo de productores con nivel de capacidad adaptativo bajo ante una condición de déficit hídrico (figura 11).



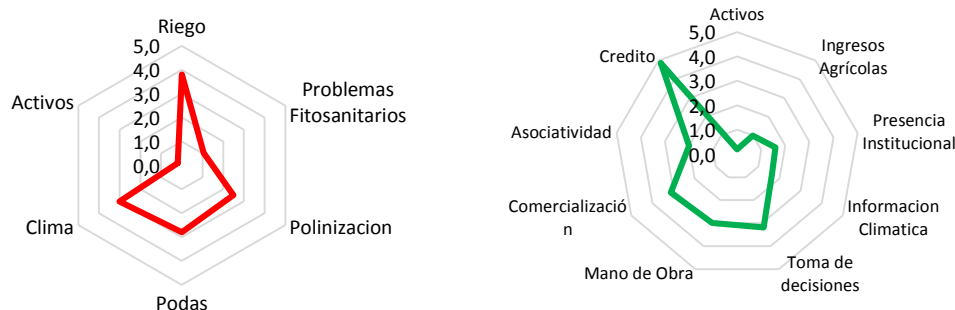
**Figura 11.** Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2

Dadas los elevados costos del sistema de riego por goteo, dentro del análisis microeconómico se generaron tres posibles escenarios para los productores del dominio dos: el manejo tradicional, el uso de las opciones tecnológicas con el sistema de riego por goteo y el uso de las opciones tecnológicas sin el sistema de riego por goteo (asumiendo riego por aspersión).

Los resultados del análisis muestran el condicionamiento de las opciones a la capacidad de acceso a crédito por parte de los productores, por lo que se recomienda la búsqueda de opciones que disminuyan la limitante de la falta de acceso a crédito para este dominio. En específico se obtuvo que en el primer escenario, el capital financiero asociado no generará un aumento progresivo en los excedentes obtenidos por el productor, lo que impedirá el aprovechamiento de la totalidad del área para la siembra. El segundo escenario muestra un aumento del capital por parte del productor, situación que sugiere la viabilidad de la opción; no obstante, la implementación tecnológica se ve condicionada al acceso a crédito. Finalmente, el tercer escenario muestra una situación similar a la del segundo escenario, pero con la facilidad de no tener dificultad por el acceso a crédito.

### Dominio 3

Los productores del dominio 3 se encuentran ubicados en zonas con suelos no aptos para la producción de maracuyá, lo cual los sitúa en un grado de exposición alto ante una condición de déficit hídrico. Son productores que no presentan sistema de riego, condición que los ubica en un nivel de sensibilidad medio ante un evento de déficit hídrico. Por otra parte, son productores que presentan acceso a crédito, tienen disponibilidad de mano de obra familiar y un nivel medio de facilidad de comercialización del producto; lo que los ubica como un grupo de productores con nivel medio de capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico (figura 12).



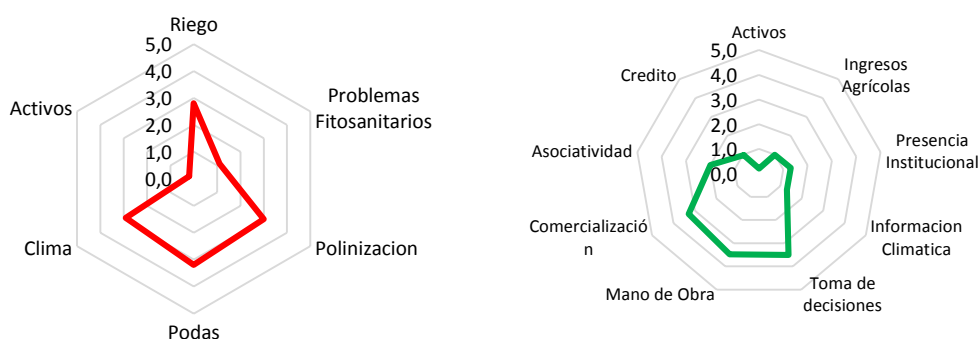
**Figura 12.** Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 3

De acuerdo con el análisis microeconómico y dado el elevado costo del sistema de riego por goteo, la adopción de las opciones tecnológicas resulta inviable de acuerdo con el comportamiento del capital en este esquema de producción, en donde el manejo tradicional genera mayores utilidades, o menores pérdidas según el caso.

No obstante, se resalta que si se opta por las opciones tecnológicas propuestas sin incurrir en el costo del sistema de riego, se espera que el ingreso se vea representado en mayores utilidades para los productores, aunque esto no constituye una medida de mitigación efectiva contra una condición de déficit hídrico.

## Dominio 4

Los productores del dominio 4 se encuentran ubicados en zonas con suelos aptos pero condicionados a prácticas de manejo para la producción de maracuyá, lo que los sitúa en un grado de exposición bajo ante un evento de déficit hídrico. Constituyen un grupo de productores que no realiza ninguna actividad que contribuya a la polinización y carecen de sistema de riego, los que los posiciona en un grado de sensibilidad media ante una condición de déficit hídrico. Adicionalmente son productores sin acceso a crédito, con nulos esquemas de asociación y que presentan dificultad en la comercialización del producto, por lo que evidencian un grado bajo de capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico (figura 13).



**Figura 13.** Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 4

La recomendación para el dominio 4 constituye la misma recomendación que la presentada para el dominio dos, pero teniendo en cuenta que los productores de este dominio tienen un bajo grado de exposición, se espera que este grupo de productores no sea afectado de manera significativa por una condición de déficit hídrico, y que se adopten las tecnologías sin el sistema de riego por goteo, de forma que no resulte necesario el acceso a crédito maximizando las utilidades del sistema, al disminuir los costos.





## REFERENCIAS

- Agronet. (2015). Estadísticas agropecuarias. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>.
- CENTA. (2002). Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal. San Salvador. 31 p.
- CIAT. (2012). Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* SIMS f. *flavicarpa*) establecido con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Documento de trabajo No. 219. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cali. 49 p.
- Corpoica. (2005). Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En: Manual técnico. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos (págs. 1-10). Produmedios. Mosquera.
- Corpoica. (2015a). Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 94 p.
- Corpoica. (2015b). Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para fresa (San Vicente), maracuyá (Dabeiba y Sopetrán), y plátano, (San Juan de Urabá y Jardín). Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 117 p.
- Corpoica. (2015c). Informe Final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Maracuyá Municipio de Sopetrán, Departamento de Antioquia. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 43 p.
- Corpoica- CIAT. (2015). Informe de Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Antioquia y Choco en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre CORPOICA y el CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPOICA No. 002 – 2013.



- Didier, C. (2001). Growing passion fruit. Tropical Fruits Newsletter 38-39, 24-27.
- FAO (1976). A framework for land evaluation. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Soils bulletin, 32.
- Gerencia Regional Agraria La Libertad. (2010). Cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Deg.). Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 30 p.
- Gobernación del Huila. (2006). Manual técnico cultivo de maracuyá. Primera edición. Gobernación del Huila. Neiva.
- IPCC (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Jaramillo V, J.; Cárdenas R, J.; Orosco A, J. (2008). Manual sobre el cultivo del Maracuyá (*Pasiflora edulis*) en Colombia. Corpoica, C.I. Palmira, 22 p.
- Jiménez, Y., Carranza, C. y Rodríguez, M. (2009). Manejo integrado del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). En: Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez. (Eds.) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá. 159- 189 p.
- Lores, A.; Leyva, A. y Varela, M. (2008). Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e Importancia para el Análisis Científico de los Agroecosistemas. Cultivos Tropicales. 29(3), 5-10.
- Menzel, C.M. y D.R. Simpson. (1994). Passionfruit. pp. 225-241. En: Schaffer, B. y P.C. Andersen (eds.). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Vol. II: Subtropical and tropical crops. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez. (2009). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá. 359 p.



- Morley-Bunker, M. (1999). Passionfruit. pp. 252-255. En: Jackson, D.I. y N.E. Looney (eds.).  
Temperate and subtropical fruit production. 2a ed. Cabi Publishing, Wallingford, UK.
- Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. Department of Commerce. Res. Paper, (45) 58.



**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>