

Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Mango Tommy (*Mangifera indica* L.)

Municipio de Anapoima
Departamento de Cundinamarca



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	Función en el proyecto
Nadia Yurany Luque Sanabria	Profesional de apoyo a la investigación
William Felipe Melo Zipacon	Profesional de apoyo a la investigación
Néstor Aldemar Rincón	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigadora Ph. D.
Gustavo Octavio García	Investigador Ph. D.
Lilia Constanza Molano	Profesional de apoyo a la investigación
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

A todos los integrantes del proyecto MAPA del C. I. Tibaitatá 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.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de mango Tommy en Anapoima (Cundinamarca)	3
Sección 1. factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y el municipio4	
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Anapoima	4
Exposición del cultivo de mango a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Anapoima	9
Zonas del municipio de Anapoima donde el cultivo de mango tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva	14
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	16
Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango Tommy ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Anapoima (Cundinamarca)	18
Poda para inducir floración (poda de puntas o despunte).....	20
Ventajas comparativas de esta opción tecnológica	22
Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango Tommy en Anapoima (Cundinamarca) en condiciones climáticas restrictivas	23
REFERENCIAS	27



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de Mango Tommy en el municipio de Anapoima (Cundinamarca), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.	3
Figura 2. Variables biofísicas del municipio de Anapoima, Cundinamarca.	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Anapoima (periodo 1980-2011).	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima.	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de mango en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis I: marzo-mayo y en la ventana de análisis II: junio-agosto.....	14
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Anapoima (Cundinamarca) para el sistema productivo de mango Tommy bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo	15
Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo de mango en el municipio de Anapoima (Cundinamarca) entre los meses de noviembre de 2014 y septiembre de 2015.18	
Figura 8. Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima (Cundinamarca).....	19
Figura 9. Poda de puntas para inducir brotes laterales en el sistema productivo de mango.	20
Figura 10. (A y B) identificación de ramas potenciales para poda; C) proceso de poda realizado en la parcela de integración del sistema productivo de mango (Anapoima, Cundinamarca).....	21



Figura 11. (izquierdo) Número promedio de panículas, (derecho) número promedio de frutos en árboles con poda (CP) y sin poda (SP), contabilizados en cuatro ramas por árbol. Parcela de integración del sistema productivo de mango (Anapoima, Cundinamarca)..... 22



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Anapoima durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	8
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Anapoima durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011	8
Tabla 3. Calendario fenológico para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo	11
Tabla 4. Ventanas temporales de análisis para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo	11



INTRODUCCIÓN

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

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

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de Mango Tommy a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Anapoima (Cundinamarca).



OBJETIVOS

Objetivo general

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

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de Anapoima (Cundinamarca), 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 en condiciones de déficit hídrico del suelo, en el municipio de Anapoima (Cundinamarca).
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de mango, en el municipio de Anapoima (Cundinamarca).

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de mango Tommy en Anapoima (Cundinamarca)

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos o limitantes) y la vulnerabilidad del sistema productivo, definido por la exposición, la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema frente al riesgo agroclimático. En la Figura 1, se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo de mango Tommy 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.

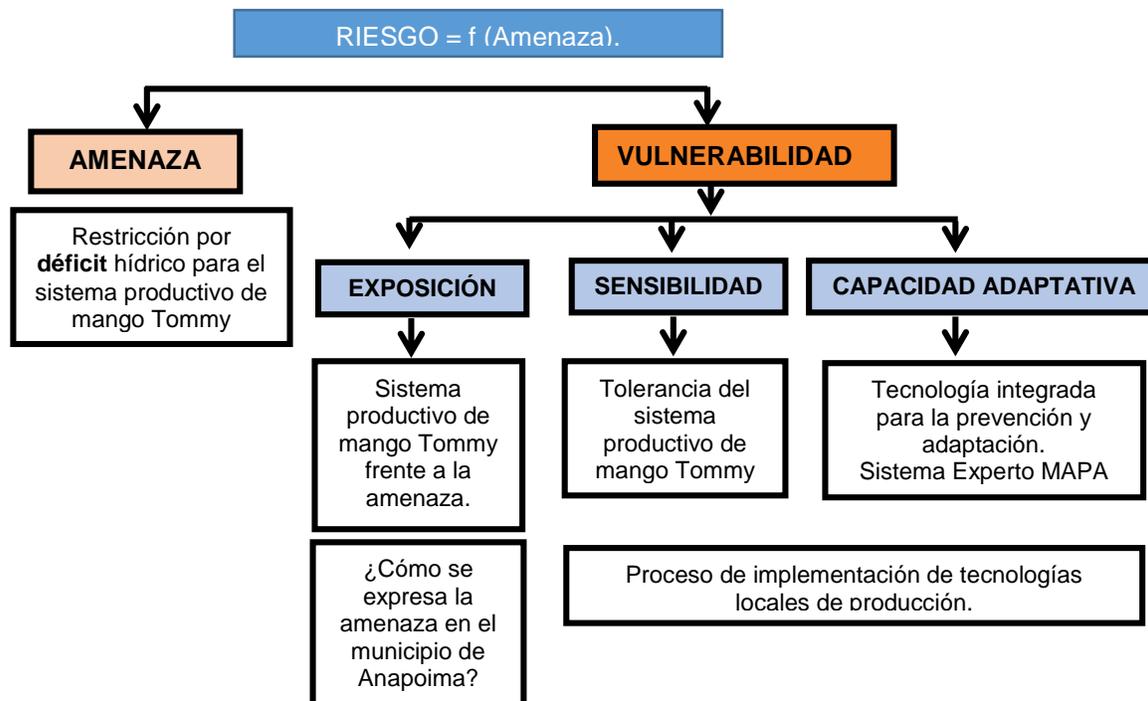


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de Mango Tommy en el municipio de Anapoima (Cundinamarca), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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 su ubicación geográfica, variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración [ET₀]).

A escala municipal, 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 [ET₀], 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, consulte el sistema experto (SE) MAPA.

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Anapoima

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

En la Figura 2, se presentan los mapas de zonificación según las características biofísicas del municipio de Anapoima. Este municipio hace parte de la subcuenca hídrica del río Bogotá, y está ubicado, mayoritariamente, entre 500 y 1000 msnm, con paisaje predominantes de

montaña. Esta característica genera diferencias de temperatura, humedad relativa y precipitación dentro del municipio (Corpoica, 2015a).

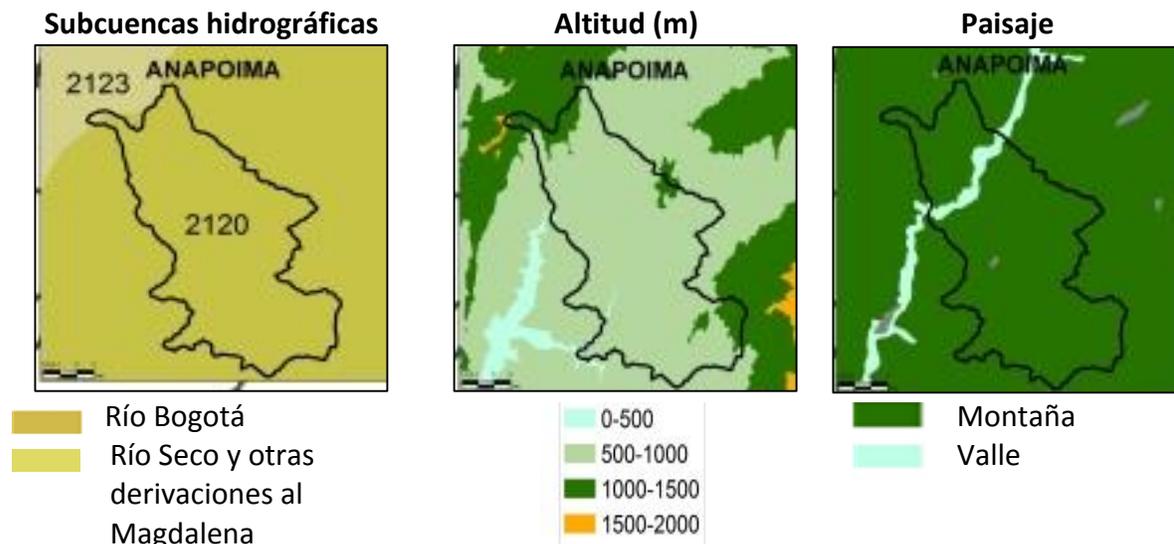


Figura 2. Variables biofísicas del municipio de Anapoima, Cundinamarca.
Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), para analizar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y así, conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presentan nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para el análisis climático del municipio de Anapoima (Cundinamarca), se destacan:

Precipitación: En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Anapoima (Corpoica, 2015a). La línea verde representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules la precipitación durante los años de menor y mayor precipitación, 1992 y 2010, respectivamente.

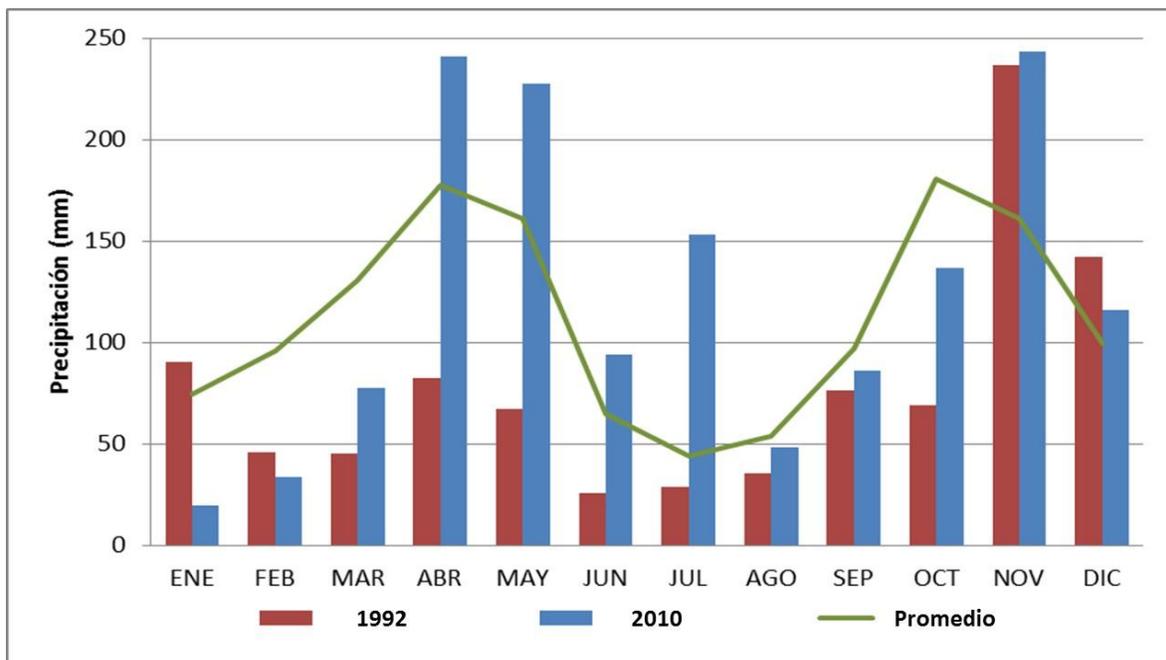


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio en el municipio de Anapoima (periodo 1980-2011).
Fuente: Corpoica (2015a).

En Anapoima la distribución bimodal de precipitación, con dos temporadas lluviosas (trimestres marzo-abril-mayo [MAM] y septiembre-octubre-noviembre [SON]), una temporada seca a mitad de año (junio-julio-agosto [JJA]), y una temporada de transición a principio de año (diciembre-enero-febrero [DEF]). Tiene una precipitación promedio anual de 1340 mm, con valor máximo de precipitación en octubre (181 mm) y valor mínimo de precipitación en julio (45 mm).

Frente a fenómenos de variabilidad asociada a déficit hídrico, los periodos de mayor riesgo son aquellos en los que se presentan valores relativamente normales de precipitación, pues los productores no están preparados para la ausencia de precipitación en estos periodos. Así, para los trimestres MAM y SON existe amenaza de déficit hídrico, aunque el periodo crítico sería mayor si el fenómeno de variabilidad se extiende por varios meses o si se intensifica en los meses de precipitaciones bajas.



Valor del índice oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña: Permite determinar la intensidad y duración de 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: indica en qué medida podría aumentar o disminuir la precipitación
- El valor del índice oceánico El Niño (ONI)¹: indica qué tan fuerte fueron 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 estos 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). 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.

En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestran cómo se han comportado los fenómenos El Niño-Oscilación Sur (ENSO) en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno. Durante los eventos El Niño en Anapoima, se registra una disminución en la precipitación que ha variado entre el 7 y el 28 % (Tabla 1). Un caso particular se presentó en 1982-1983 donde la precipitación se incrementó un 15 %.

¹ Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: <http://bit.ly/29LNC2H> y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

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

Periodo	Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	May. 1994	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
	Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	Mar. 1995	May. 1998	Mar. 2003	Feb. 2005	Ene. 2007	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		15 %	-7 %	-22 %	-14 %	-28 %	-12 %	-2 %	-21 %	-10 %

Fuente: Corpoica (2015a).

De la misma manera, durante los eventos La Niña se ha manifestado aumento de precipitación con relación al promedio (Tabla 2), excepto durante el evento de octubre de 2000 a febrero de 2001 (duración de 5 meses), cuando la precipitación disminuyó. El máximo aumento en la precipitación se dio en el periodo 1988-1989 (30 %).

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

Periodo	Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
	Fin	Sep. 1985	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	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		13 %	30 %	4 %	6 %	-22 %	27 %	24 %

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 áreas susceptibles de afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

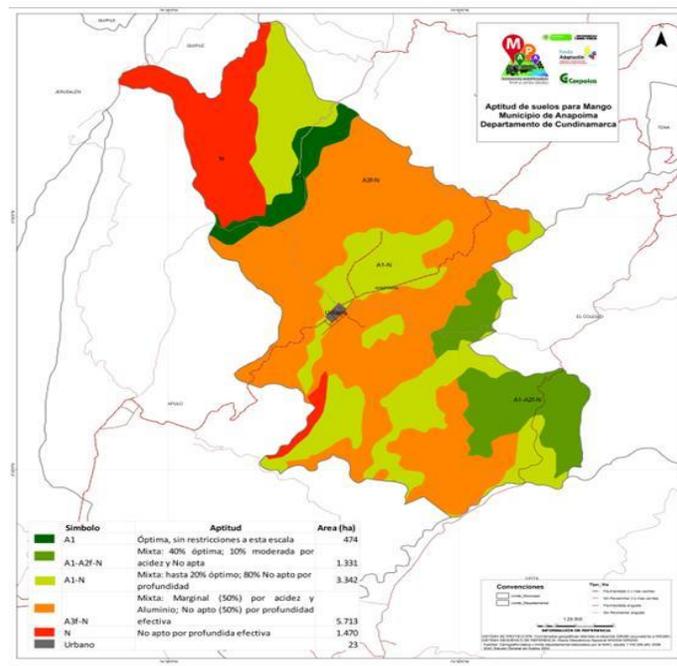
Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consulte el SE-MAPA

Exposición del cultivo de mango a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Anapoima

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por suelo y por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio. Para evaluar la exposición se debe identificar:

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

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



Símbolo	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje
A1	Óptima, sin restricciones a esta escala.	474	3,8
A1-A2f-N	Mixta: 40 % óptima; 10 % moderada por acidez.	1.331	10,8
A1-N	Mixta: hasta 20 % óptimo; 80 % No apto por profundidad.	3.342	27,1
A3f-N	Mixta: marginal (50 %) por acidez y aluminio; no apto (50 %) por profundidad efectiva.	5.713	46,2
N	No apto por profundidad efectiva.	1.470	11,9
Urbano		23	0,2
Total general		12.352	100

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: El municipio de Anapoima presenta un 3,8 % de los suelos con aptitud óptima “A1” (474 ha aproximadamente) y 11,9 % son suelos No aptos (1.470 ha aproximadamente). La mayoría de los suelos del municipio presentan alguna restricción por fertilidad, acidez o profundidad (10.386 ha – 84,1 %). El 0,2 % del municipio es urbano.

b. En los mapas de *escenarios agroclimáticos* (Corpoica, 2015b): De acuerdo con el cálculo del Índice de Severidad de Sequía Palmer² (Palmer, 1965), se registraron las probabilidades de exceso hídrico del suelo para el sistema productivo (Figura 5), con base en el calendario fenológico local y dos ventanas de análisis priorizadas, correspondientes a los trimestres marzo-abril-mayo y junio-julio-agosto (Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3. Calendario fenológico para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo

Descripción o etapa fenológica	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Floración												
Desarrollo de fruto												
Cosecha												

Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 4. Ventanas temporales de análisis para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo

Descripción o etapa fenológica	Ventana de análisis I						Ventana de análisis II					
	Meses de mayor acumulación de lluvias						Meses de menor acumulación de lluvias					
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Desarrollo de fruto												
Cosecha												

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: durante un déficit hídrico en los suelos, las probabilidades de ocurrencia de condiciones de estrés para las plantas, según el índice de Palmer (PDSI valores

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



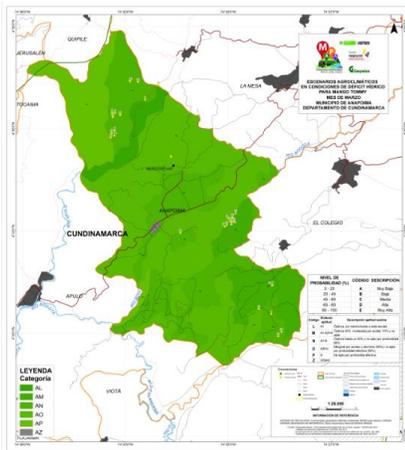
< -2,0), son bajas (20–40 %, tonos verde claro) y muy bajas (0-20 %, tonos verde oscuro). Estas probabilidades podrían generar un estrés hídrico de bajo riesgo para el cultivo de mango Tommy.

Dicha condición baja de estrés se da porque el cultivo de mango es tolerante a la sequía, dada la eficiencia de su sistema radicular para extraer agua (Bernal, et al., 2009; IIFT, 2011), y la fisiología de las hojas que les permite tolerar el déficit (Bernal et al., 2009). Sin embargo, una sequía prolongada puede afectar los periodos reproductivos y productivos, como consecuencia de la reducción en la formación de brotes y el aborto de flores y frutos (Rodríguez y Salvador, 2002; García, 2010; Sosa et al., 2011).

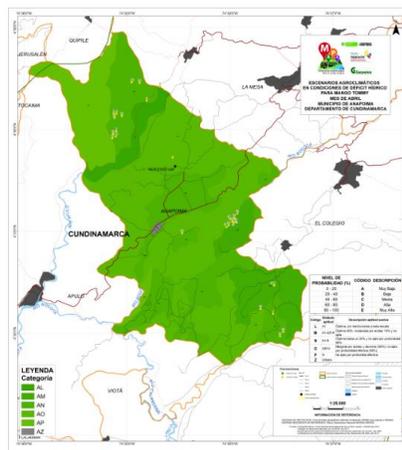
Para los meses en los que se realizaron las ventanas de análisis, el cultivo cuenta con recurso hídrico (agua lluvia) y generalmente se encuentra en llenado de fruto en los meses de marzo a mayo, estado que requiere bastante agua. Sin embargo, como se presentará más adelante, esta probabilidad baja de déficit hídrico en suelo se puede manifestar de una manera más severa, afectando el desarrollo del sistema productivo.

Los mapas de *escenarios agroclimáticos* indican las áreas con menor y mayor probabilidad de excesos 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).

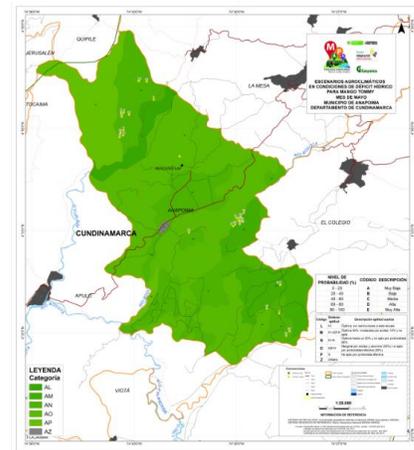
Marzo



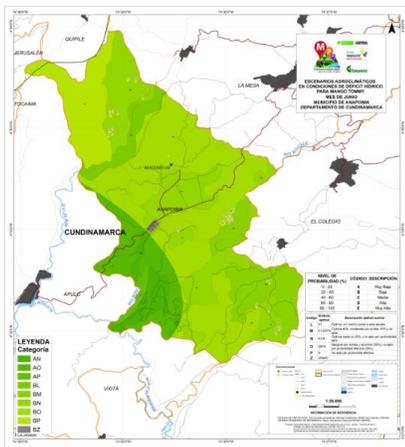
Abril



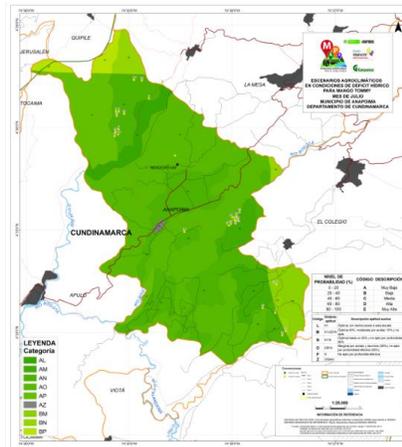
Mayo



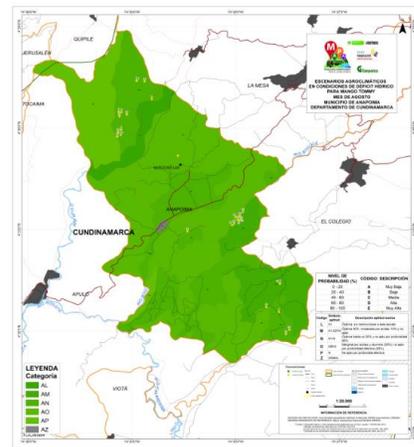
Junio



Julio



Agosto



Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud de suelos
L	A	Óptima
M	A1-A2f- N	Óptima 40 %, moderada por acidez 10 % y no apta.
N	A1-N	Óptima 20 % y no apta por profundidad (80 %).
O	A1-A3p-N	Marginal por acidez y aluminio (50 %), no apto por profundidad efectiva (50 %).
P	A1-A3pe-A3p-N	No apto por profundidad efectiva.
Z	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 cultivo de mango en el municipio de Anapoima bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis I: marzo-mayo y en la ventana de análisis II: junio-agosto.

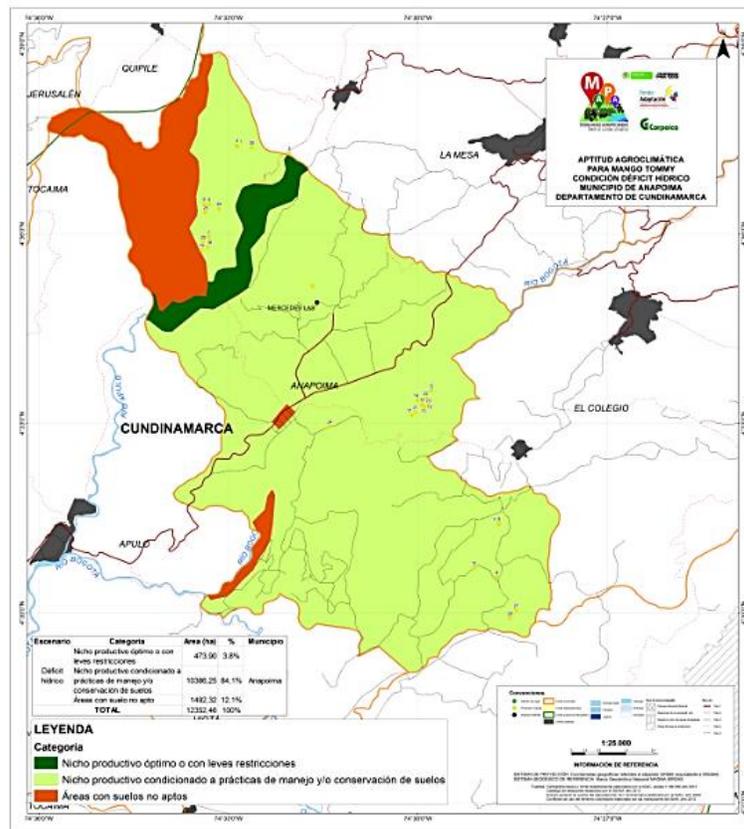
Fuente: Corpoica (2015b).

Zonas del municipio de Anapoima donde el cultivo de mango tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva

Para establecer estas zonas observe el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Anapoima para el sistema productivo de mango Tommy (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este mapa integra el análisis de exposición a exceso hídrico y la aptitud de los suelos para este.

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas, por Corpoica (2015b), para el sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima, fueron:

- **Nicho productivo óptimo o con leves restricciones:** el 3,8% del área total del municipio presenta condiciones hídricas y suelos con leves restricciones para el desarrollo del cultivo.
- **Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos:** Estas áreas presentan condiciones hídricas aptas para el cultivo y suelos con aptitud óptima (20 a 40 %) que, a su vez, están asociados a suelos moderados (10 %) por acidez y no aptos por profundidad efectiva superficial.
- **Área con suelos no aptos:** Son suelos no aptos, es decir que están restringidos principalmente por marginalidad en la acidez y saturación de aluminio asociados a suelos no aptos por condiciones de relieve y profundidad efectiva.



- Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- Áreas con suelos no aptos

Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Anapoima (Cundinamarca) para el sistema productivo de mango Tommy bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima, consulte el SE-MAPA



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

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

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

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

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



las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas, manejo fitosanitario y rendimientos³.

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

Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango Tommy ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Anapoima (Cundinamarca)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas validadas, con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de mango en el municipio de Anapoima (Cundinamarca). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas en una parcela de integración desarrollada por el proyecto MAPA, ubicada en la vereda Lutaima, y que hace parte de un área de **Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos** (Corpoica, 2015b). La edad de los árboles objeto de la validación es de 15 años, aproximadamente, por lo cual la implementación de estas opciones tecnológicas debe considerar la edad de los árboles.

Estas opciones tecnológicas se recomiendan teniendo en cuenta las condiciones de déficit hídrico que se presentaron entre los meses de diciembre de 2014 y septiembre de 2015. Se observa que en la mayoría de los meses la evapotranspiración de referencia (ET_0) fue superior a la precipitación, exceptuando algunos días en los que se presentaron lluvias (Figura 7).

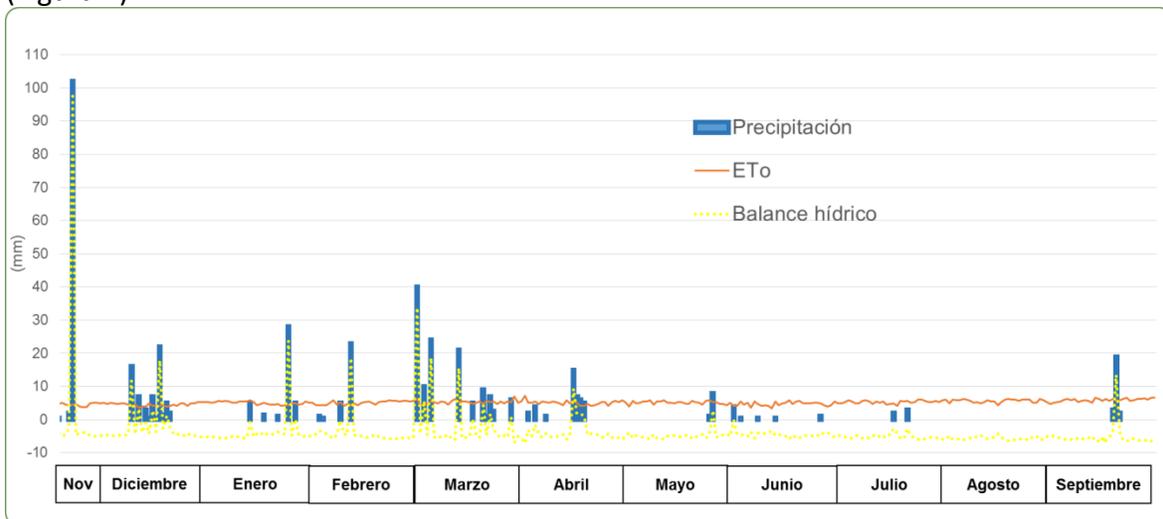


Figura 7. Balance hídrico atmosférico del sistema productivo de mango en el municipio de Anapoima (Cundinamarca) entre los meses de noviembre de 2014 y septiembre de 2015.

En la Figura 8 se presenta la dinámica de la láminas de agua disponible total (ADT: fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente), el agua fácilmente aprovechable (AFA: agua capilar retenida en los poros del suelo) y el agotamiento de agua (Dr: consumo del sistema productivo), en la parcela de integración durante el periodo de evaluación. Durante la mayor parte de este periodo, el agotamiento del agua fue mayor que el agua fácilmente aprovechable, es decir, que el requerimiento del cultivo fue mayor a la disponible en el suelo, lo cual es un indicativo de déficit hídrico en el suelo. Asimismo, se muestra que a partir del mes de enero se inicia un déficit hídrico en la planta, expresado en el índice de estrés hídrico (K_s^4), que se prolongó hasta alcanzar un valor de aproximadamente 0,2 hacia los meses de agosto y septiembre de 2015.

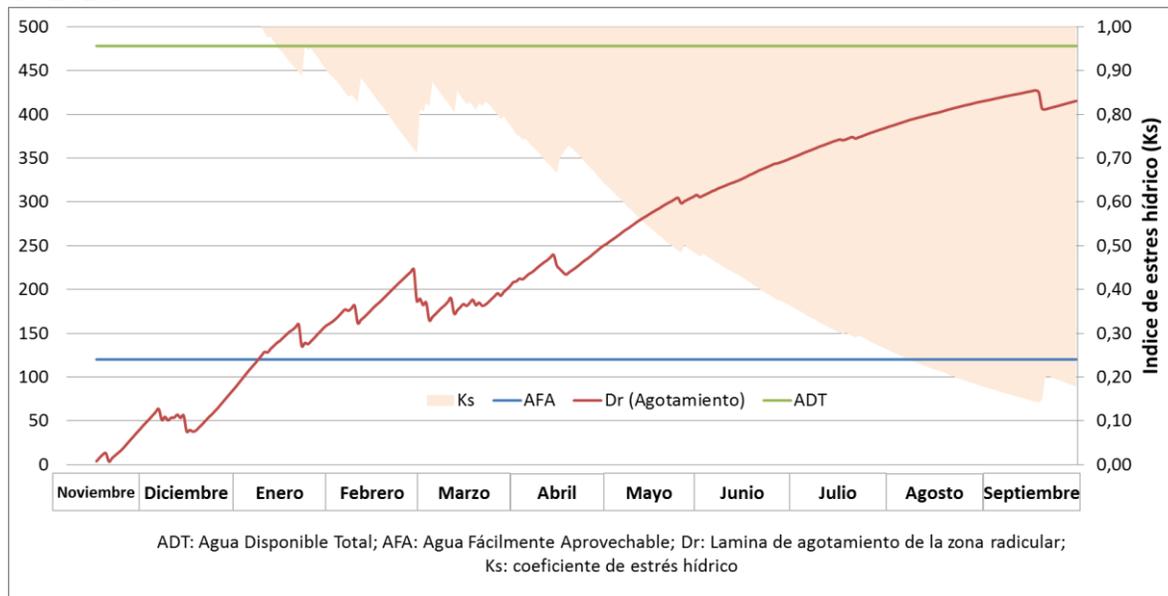


Figura 8. Balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de mango Tommy en el municipio de Anapoima (Cundinamarca).

Producto del trabajo realizado en la parcela de integración y la observación en campo, a continuación se presentan algunas recomendaciones para implementar opciones tecnológicas con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango Tommy en condiciones restrictivas de déficit hídrico en suelo.

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

Poda para inducir floración (poda de puntas o despunte)

- La poda de puntas estimula el aumento del número de brotes laterales, lo que asegura una mayor floración.
- La poda de producción se debe realizar cuando los árboles se encuentren en reposo, es decir, no presentaban floración ni fructificación.
- Es esencial que los árboles tengan un adecuado estatus hídrico en el momento de la poda para facilitar una respuesta rápida (Corpoica, 2010).
- Para realizar la poda de puntas es muy importante identificar el punto adecuado para el corte. Observe que desde el tronco principal hacia las ramas terminales se pueden diferenciar unos espacios internodulares largos, que se van acortando de un modo gradual hasta llegar a formar un grupo denso de yemas en la punta de la rama. Dichas secciones de la rama se conocen como *unidad intercalar* y, a la condensación de hojas y yemas en la punta de cada rama se le denomina *intercalación* (Figura 9).

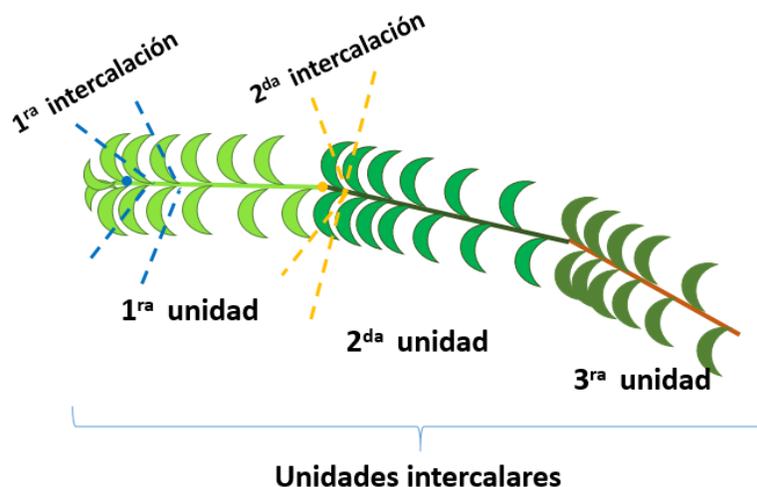


Figura 9. Poda de puntas para inducir brotes laterales en el sistema productivo de mango.
Fuente: el autor con base en Davenport et al. (2005).

- La poda de puntas se puede hacer a una distancia tal que se corte la segunda unidad intercalar.
- Los cortes deben hacerse entre las dos intercalaciones, siendo más conveniente para la generación de brotes, que sea más cercano a la segunda intercalación y no a la primera (Figura 9).

- Esta poda, tipo despunte, se dirige a las ramas jóvenes que, generalmente, presentan un color verde claro y sus tejidos son tiernos, de lo contrario se puede promover el crecimiento vegetativo.
- Existen otro tipo de podas que también contribuyen a mejorar el desarrollo de los árboles, como lo son 1) la poda de aclareo y 2) la poda sanitaria, las cuales pueden mejorar la producción y disminuir la incidencia de problemas sanitarios. Además, al eliminar follaje innecesario para la producción, se disminuye la transpiración reduciendo la susceptibilidad frente a déficit hídrico.
- Es importante realizar la desinfección de herramientas y los cortes, para evitar que el árbol quede expuesto al desarrollo de enfermedades.
- Considerando que con la poda de inducción de floración se busca aumentar el número de panículas y de frutos, es importante implementar un adecuado manejo de la fertilización, con el fin de soportar el amarre de frutos y el llenado de los mismos con adecuada calidad. Aunque más adelante se exponen algunos criterios a considerar con relación a la nutrición en condiciones restrictivas de humedad en suelo, es muy importante que después de la poda se suministre elementos críticos como el boro (B) para mejorar la viabilidad del polen y mejorar la fecundación, el potasio (K) para facilitar el transporte de carbohidratos hacia los frutos y el calcio (Ca) para mejorar la estabilidad de la membrana celular y los tejidos de las panículas y frutos (FHIA, 2009).
- Para este proceso de podas, es importante el acompañamiento de asistentes técnicos que conozcan el procedimiento (Figura 10).



Figura 10. (A y B) identificación de ramas potenciales para poda; C) proceso de poda realizado en la parcela de integración del sistema productivo de mango (Anapoima, Cundinamarca).

Fuente: Corpoica (2016).

Ventajas comparativas de esta opción tecnológica

Las ventajas comparativas están presentadas bajo una condición restrictiva de humedad en suelo. La opción tecnológica (OT) descrita anteriormente es un marco general de referencia, que se compara con un manejo tradicional sin podas. Esta OT fue validada en un *Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos*, y debe ser ajustada para cada sistema productivo de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Aunque los árboles podados iniciaron la floración entre los 45 y 50 días después de la poda (siete días después que aquellos que no se podaron), como se muestra en la Figura 11, los árboles podados aumentaron en un 20 % la formación de panículas. De la misma manera, se observa un aumento del 47,7 % en el número de frutos en los árboles con poda, frente a aquellos en los que no se realizó.

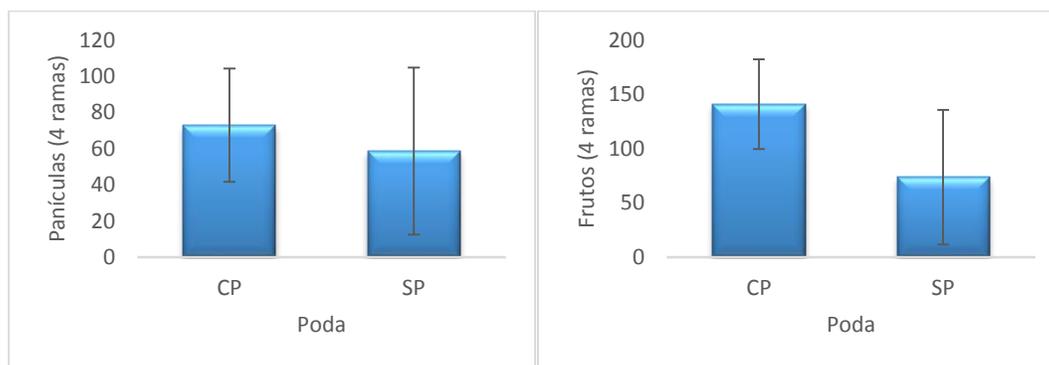


Figura 11. (izquierdo) Número promedio de panículas, (derecho) número promedio de frutos en árboles con poda (CP) y sin poda (SP), contabilizados en cuatro ramas por árbol. Parcela de integración del sistema productivo de mango (Anapoima, Cundinamarca).

Fuente: Corpoica (2016).

Estos resultados muestran una mejora de la floración y fructificación, sin embargo, estos solo pueden materializarse en rendimientos adecuados si se asocian prácticas de gestión del recurso hídrico que mejoren el desarrollo del sistema productivo.



Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango Tommy en Anapoima (Cundinamarca) en condiciones climáticas restrictivas

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de mango en el municipio de Anapoima (Cundinamarca), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema.

A continuación se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, al igual que para el escenario de exceso de humedad, que complementan la opción tecnológica de poda descrita anteriormente:

a) Manejo adecuado del recurso hídrico

Cosecha de agua: Existen diferentes procedimientos o técnicas para recolectar agua lluvia, las cuales buscan aumentar la disponibilidad de agua en la finca. La finalidad es poder almacenar el agua que se obtiene en épocas de lluvia y utilizarla en épocas secas, pero de manera eficiente y racional.

- Dichas técnicas se pueden agrupar en microcaptación, macrocaptación, toma directa de fuentes hídricas (ríos, quebradas, pozos cercanos), cosecha de agua de techos de vivienda o estructuras de la finca, captación de aguas subterráneas y freáticas y captación de agua atmosférica.
- El método por utilizar depende de la cantidad de agua que requiera el sistema productivo y de la disponibilidad de recursos del productor. La más utilizada en la zona de Anapoima es la recolección de agua lluvia a través de canaletas alrededor de la casa hacia una caneca o pozo, tanques de recolección o reservorios distribuidos en diferentes zonas de la finca.
- Algunas técnicas que incrementan la eficiencia de estos sistemas de captación de agua son: la disposición de geomembranas en la base de los pozos, de tal forma que se reduzca la pérdida por infiltración; la construcción en las partes altas de las fincas para facilitar la distribución del agua, y también, en las partes bajas para aprovechar el agua de escorrentía; la limpieza de los pozos y la conservación de vegetación alrededor de estos para estabilizar los terrenos donde se construyan.
- Es muy importante que para la construcción de los pozos o jagüeyes, se adelanten gestiones comunitarias que permitan reducir el costo, es decir, apoyarse en las autoridades locales para el diseño técnico y construcción adecuada.



Sistema de riego por goteo: aunque en la zona el riego no es una práctica generalizada en el sistema productivo de mango, con base en la experiencia de la parcela de integración y el análisis climático, es muy importante considerar la implementación de un sistema de riego, de tal forma que las mejoras obtenidas en la floración con la práctica de la poda, se materialicen en buenos niveles de rendimiento y calidad (Corpoica y Asohofrucol, 2013).

- La recomendación de un sistema de riego debe ser producto del diseño agronómico e hidráulico ajustado a las condiciones específicas del cultivo, generalmente ya establecido. De acuerdo con estas consideraciones, la decisión puede ser entre sistemas de riego por surcos, microaspersión o goteo, los cuales tienen eficiencias del 70 %, 80 % y 95 %, respectivamente.
- Se debe considerar que frente a condiciones climáticas restrictivas, como disminución de las precipitaciones y déficit hídrico en suelo, es importante utilizar un sistema de riego de alta eficiencia en el uso del recurso hídrico. El riego por goteo, es un método de irrigación utilizado en las zonas secas pues reduce al mínimo la utilización de agua.
- Las características de los sistemas de riego por goteo son:
 - Utiliza pequeños caudales de agua a baja presión y alta frecuencia.
 - Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión.
 - Adaptación a terrenos rocosos o con fuertes pendientes.
 - Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego sin pérdidas por lixiviación con posibilidad de modificarlos en cualquier momento del cultivo (fertirriego).
- Las líneas de riego se pueden establecer con manguera o cinta de goteo, de tal forma que estas queden distribuidas de forma uniforme en la sombra que proyecta la copa del árbol. Se pueden distanciar 1 a 1,2 m entre líneas de goteo.
- Para árboles pequeños el aporte de agua puede ser entre 20 a 30 litros en intervalos de 6 a 8 días, y en adultos varía según la altura del árbol. Es muy importante considerar que para la determinación precisa del agua requerida, se debe realizar un balance hídrico agrícola diario utilizando la información climática y/o meteorológica de que se disponga, por lo cual es importante ampliar la cultura del uso de información agroclimática.
- Para árboles que entran en producción se debe suspender el riego dos meses antes con el fin de generar déficit hídrico que induzca la floración, y se debe retomar desde el cuajamiento del fruto hasta antes de la cosecha (Corpoica y Asohofrucol, 2013).



En la realización del diseño agronómico de un sistema de riego se deben conocer las condiciones topográficas, edafológicas, agronómicas, hidrológicas y climáticas de la zona de estudio. En el cálculo de los diseños del sistema de riego se deben tomar las condiciones del clima (precipitación, temperatura, evapotranspiración), de la planta (requerimiento hídrico, profundidad radical) y del suelo (capacidad de campo [CC], Punto de Marchitez Permanente [PMP], densidad aparente [ρ_a], infiltración básica [Ib]).

- b) **Plan integrado de fertilización:** La fertilización es una práctica que no solo mejora el rendimiento, sino también, la capacidad adaptativa de las plantas ante condiciones climáticas restrictivas.
- Para la determinación de un plan de fertilización se debe partir de un análisis físico y químico del suelo con base en la metodología Corpoica (2005), y además, apoyarse en el análisis de tejido foliar. Estos criterios permiten aproximarse a la concentración de nutrientes en el suelo y en la planta.
 - Se debe realizar fertilización edáfica en épocas en las que la disponibilidad de agua en el suelo se adecua para que el árbol extraiga eficientemente los nutrientes, y de esta manera pueda tolerar condiciones de déficit hídrico.
 - En condiciones de déficit hídrico se puede utilizar fertilización foliar, con productos ricos en fosfitos, potasio, calcio, boro y magnesio. Sin embargo, si el déficit hídrico es prolongado se deben suspender algunas prácticas de manejo, entre estas la fertilización foliar, pues se puede empeorar el efecto de la sequía.
 - Esta práctica también requiere de la implementación de una gestión adecuada del recurso hídrico.
- c) **Cobertura vegetal:** una de las prácticas que permiten generar capacidad adaptativa de los sistemas agrícolas ante condiciones ambientales limitantes, entre estas las restrictivas de humedad en suelo, son las coberturas vegetales (montagnini et al., 2015). estas también permiten una regulación de las comunidades ecológicas, reducen los procesos erosivos del suelo y aportan materia orgánica al suelo.
- Para el sistema productivo de mango es importante mantener la cobertura vegetal, con especies de porte rastrero, que sean tolerantes a sequía y resistan el pisoteo. Para esta zona podría utilizarse gallito (*Centrosema plumieri*) o centrosema (*Centrosema macrocarpum*), especies leguminosas, perennes, tolerantes a sequía. Se debe instalar o sembrar en épocas de lluvia para asegurar su establecimiento.



D) Manejo de enfermedades: según reza et al. (2016), en condiciones de exceso hídrico en el suelo se incrementa la incidencia de enfermedades en el sistema productivo de mango. una de las más limitantes es la antracnosis causada (a.g *colletotrichum gloesporoides*) la cual afecta al tejido foliar, y genera, en mayor medida, daño en floración y fructificación. 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).

Algunas recomendaciones que pueden reducir la incidencia de este patógeno, y otros de importancia económica en el sistema productivo de mango (Sanabria, 2010):

- Remover el inóculo (recoger residuos de podas y frutos, y quemarlos), distancias de siembra adecuadas, podas sanitarias y de aclareo, deshojes y raleo de frutos.
- Muestreo previo de suelos con el fin de identificar la presencia de microorganismos que puedan ser patógenos para el cultivo.
- Realizar seguimiento constante al estado fitosanitario del 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), permite identificar si existen las condiciones para el desarrollo de las enfermedades.
- 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.
- En lo posible usar material vegetal proveniente de viveros certificados tolerantes a las distintas enfermedades.

Es importante considerar que las opciones tecnológicas descritas anteriormente tienen uso potencial frente a amenazas de exceso o déficit hídrico en el suelo; sin embargo, es importante desarrollar el análisis del riesgo agroclimático con base en la ruta metodológica del presente plan, apoyándose en el Sistema Experto MAPA.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de mango Tommy en Anapoima (Cundinamarca), consulte el SE-MAPA



REFERENCIAS

- Bernal, J.; Diaz, C.; Tamayo, A.; Kondo, D.; Mesa, N.; Ochoa, R.; Tamayo, P.; Londoño, M. (2009). *Tecnologías para el cultivo del mango con énfasis en mangos criollos*. Bogotá: Produmedios.
- Corpoica. (2010). Informe técnico final del proyecto “Estudio de la fenología e iniciación floral en cinco cultivares de mango (*Mangifera indica*), su relación con el estado hídrico de la planta y la estacionalidad de cosechas en el Alto Magdalena y el Caribe seco colombiano”. Minagricultura, Asohofrucol, FNHF. Corpoica, C.I. Nataima.
- Corpoica y Asohofrucol. (2013). *Modelo tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima*. Bogotá: Corpoica.
- Corpoica. (2005). Capítulo 1: Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En *Manual técnico: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones de caribe y valles interandinos (pp. 1-10)*. Mosquera: Produmedios.
- Corpoica. (2015a). *Componente 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos - Departamento de Cundinamarca*. Mosquera: Corpoica.
- Corpoica. (2015b). Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática de pastos para ganadería de leche (Ubaté), caña panelera (Útica) y mango (Anapoima). Mosquera: Corpoica.
- Corpoica. (2016). *Informe final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Mango Tommy, municipio de Anapoima. Departamento de Cundinamarca. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático*. Mosquera: Corpoica.



- Davenport, T. L., Colmenares, P., y Salcedo, F. J. (2005). Poda de despunte en árboles de mango. *Agronomía de la producción. INIA divulga* 4, 3.
- FHIA. (2009). Recomendaciones prácticas para la fertilización del cultivo de mango. Hoja técnica No. 3. Agosto. 4 p.
- García, J. (2010). *Fenología del cultivo del mango (Mangifera indica L.) en el alto y bajo Magdalena: Bases conceptuales para su manipulación*. Bogotá: Corpoica.
- IIFT. (2011). *Instructivo técnico para el cultivo del mango*. Cuba: Instituto de Investigación en Fruticultura Tropical.
- 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.
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica (Informe técnico 402)*. Turrialba, Costa Rica: CATIE, Cali, Colombia: Editorial CIPAV.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Palmer, W. (1965). Meteorological drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45), 58.
- Reza, S., Espinosa, M., Carvajal, L., Martínez, A., Castelblanco, L., Bolaños, M., Rodríguez, G., y Abril, J. (2016). *Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo de mango de hilaza (Mangifera indica L.), municipio de Clemencia (Bolívar)*. Corpoica, Fondo Adaptación.



Rodríguez, G., y Salvador, R. (2002). *Cultivo del mango. Guía técnica*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

Sanabria, N. (2010). *Control de enfermedades*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Sosa, M., Rodríguez, L., y Bermúdez, L. (2011). Competitividad del sistema de producción de mango Tommy Atkins en Cundinamarca (La Mesa, Anapoima y Tocaima). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 20-33.



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingrese por:

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

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