



# Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Melón (*Cucumis melo* L.)

Municipio de Roldanillo  
Departamento del Valle del Cauca



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	
Alejandro Jaramillo Laverde	Investigador máster
Diana Lucía Correa Moreno	Investigador máster, facilitador regional
Denys Yohana Mora Herrera	Investigador máster, economista
Isabel Cristina López Cortés	Profesional de Apoyo a la Investigación
Millerlay Díaz Antia	Profesional de Apoyo a la Investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador <i>Ph. D.</i> , líder producto seis



## 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. Palmira, Valle del Cauca, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	1
Objetivos.....	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo.....	3
Sección 1: factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio ...	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Roldanillo .....	4
Exposición del sistema productivo de melón a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Roldanillo .....	9
Zonas del municipio de Roldanillo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de melón .....	16
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático .....	18
Sección 2: prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de melón ante condiciones restrictivas de humedad en el municipio de Roldanillo, Valle del Cauca .....	20
Manejo integrado de enfermedades principales del cultivo de melón: .....	22
Recomendaciones para optimizar la fertilización en el cultivo de melón.....	23
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas.....	24
Prácticas adicionales que pueden implementares dentro del sistema productivo de melón en Roldanillo para reducir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.....	26
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca) .....	29
Dominio de recomendación .....	29



Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar las condiciones restrictivas de humedad de suelo .....	29
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de melón en el municipio Roldanillo.....	30
Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación .....	31
REFERENCIAS .....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca), en condiciones de déficit hídrico en el suelo. ....	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). Fuente: Corpoica (2015a). ....	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca) en el periodo 1980-2011. ....	6
Figura 4. Mapa de aptitud de uso del suelo para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). ....	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de melón en el municipio de Roldanillo en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. Ventana de análisis febrero-julio. ....	14
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Roldanillo para el sistema productivo de melón en condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico. ....	17
Figura 7. (Arriba) Balance hídrico atmosférico y (abajo) balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de melón en Roldanillo (Valle del Cauca). ....	21
Figura 8. Uso de maíz como barrera rompevientos en la parcela de integración de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). ....	27
Figura 9. Fruto afectado por acumulación de agua en la superficie del plástico (izquierda). Fruto sano ubicado en el sitio perforado (derecha). Parcela de integración de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). ....	28
Figura 10. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 1. ....	32
Figura 11. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 2. ....	33
Figura 12. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 3. ....	34



Figura 13. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 4. .... 36





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Roldanillo durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Roldanillo durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011. ....	8
Tabla 3. Calendario fenológico para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo bajo condiciones de humedad restrictiva por déficit hídrico en el suelo. ....	15
Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de Melón en Roldanillo (Valle del Cauca).....	31



## INTRODUCCIÓN

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

Con este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción en 69 municipios de 18 departamentos del país. Para ello se desarrollaron parcelas de integración en 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas (seleccionadas participativamente con agricultores) e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Valle del Cauca fue priorizado por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el municipio de Roldanillo. Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de melón a condiciones restrictivas de humedad en el suelo (condición presentada durante el período de validación de opciones tecnológicas en la parcela de integración), en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca).



## OBJETIVOS

### Objetivo general

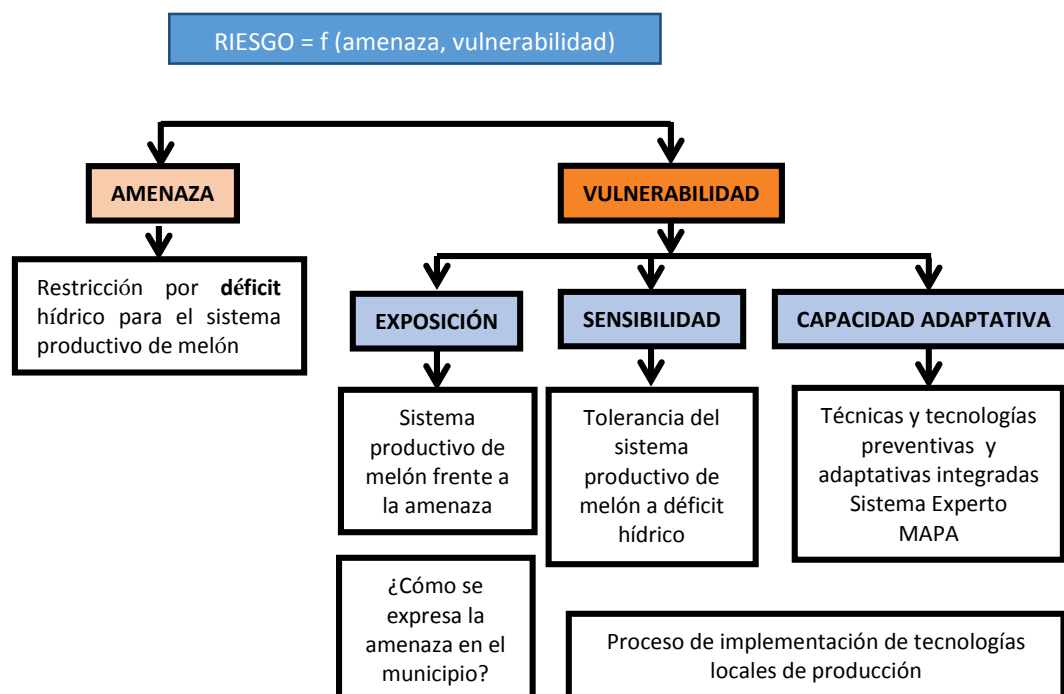
Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de melón (*Cucumis melo* L.) frente al riesgo agroclimático en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca) mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

### Objetivos específicos

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

## Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos o limitantes) y la vulnerabilidad del sistema productivo, definida por su exposición, la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema frente al riesgo agroclimático. En la figura 1, se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo frente a la amenaza. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo de melón frente condiciones restrictivas de humedad en el suelo, se presentan opciones tecnológicas para la prevención y adaptación, que ingresan a un proceso de implementación en el sistema productivo, de acuerdo con las características socioeconómicas de los productores locales.



**Figura 1.** Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca), en condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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

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

**A escala municipal** el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (estaciones meteorológicas, 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.

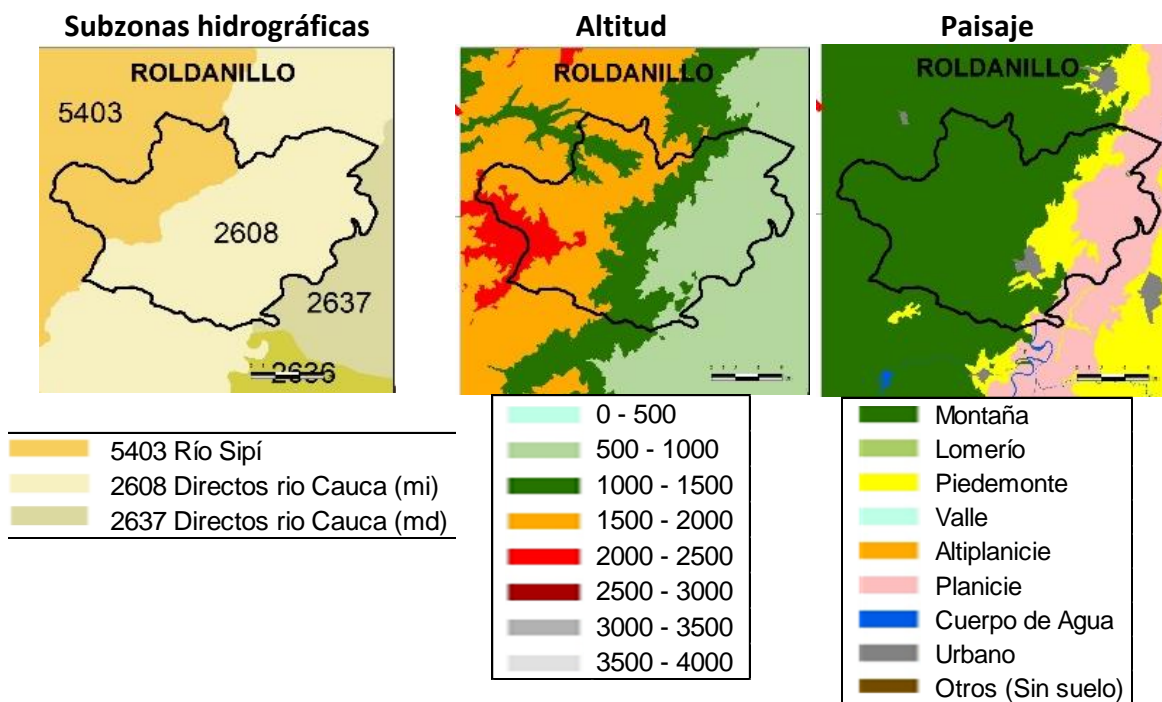
**Para mayor información sobre el riesgo agroclimático a escala departamental y municipal consultar el Sistema Experto (SE)-MAPA**

### Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Roldanillo

Es importante identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen de algunas zonas o sectores más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y paisaje, entre otros, determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequías extremas, temperaturas altas y bajas que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios.

Según la información levantada en el proyecto MAPA (Corpoica, 2015a), el municipio de Roldanillo se encuentra influenciado por la subzona hidrográfica directos del río Cauca, ubicada al oriente del municipio, donde se encuentran zonas con altitud entre 500 y 1.500 msnm, y en las que predominan los paisajes de piedemonte y planicie, que ocupan 28,2%

del municipio. Estas zonas se caracterizan por pendientes planas a relativamente planas, suelos con drenajes buenos a moderados y profundidad efectiva superficial. El occidente del municipio está influenciado por la subzona hidrográfica del río Sipí, con altitud entre 1.500 y 2.500 msnm, con predominancia de paisaje montañoso (figura 2).

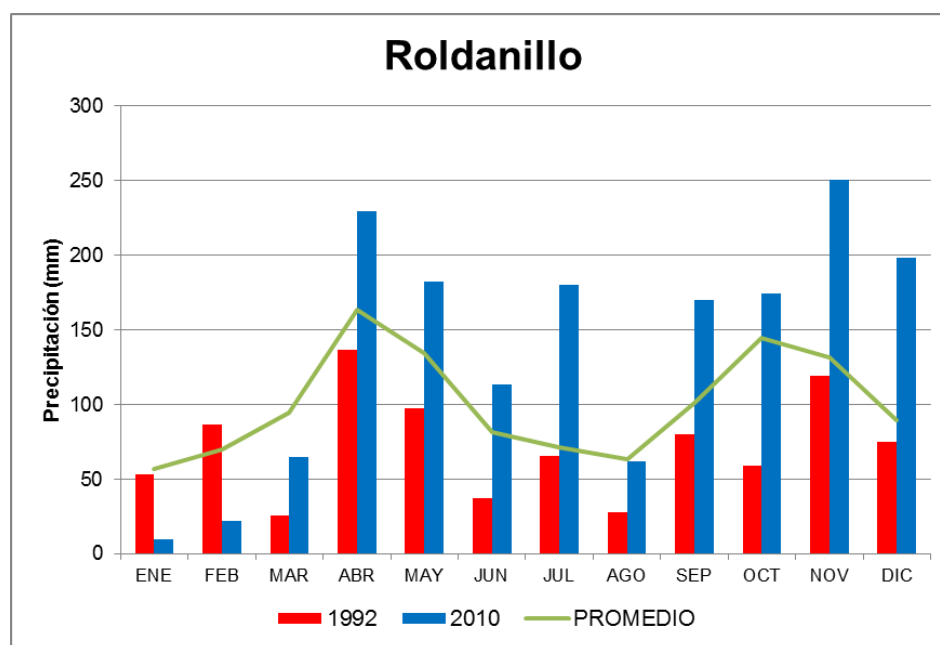


**Figura 2.** Mapas de variables biofísicas del municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con lo cual es posible examinar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados, y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. De la información empleada para el análisis climático del municipio de Roldanillo (Valle del Cauca) se destacan:

**Precipitación:** en la figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Roldanillo, la línea verde representa la precipitación promedio y las barras rojas y azules, la

precipitación durante los eventos de mayor variabilidad asociadas a eventos ENOS: El Niño (1992) y La Niña (2010) (Corpoica, 2015a).



**Figura 1.** Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca) en el periodo 1980-2011.  
Fuente: Corpoica (2015a).

Como se observa en la figura 3, la precipitación histórica para el municipio de Roldanillo presenta un promedio anual de 1.730 mm, distribuida bimodalmente con temporadas de mayor precipitación en el trimestre marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre, y dos temporadas de menor precipitación entre junio y agosto y entre diciembre y febrero. La diferencia en precipitación entre el promedio multianual y el evento registrado en 1992 se acentúa al inicio de la primera temporada de lluvias del año, siendo crítico el mes de marzo, ya que normalmente se espera un incremento en las lluvias luego de presentarse una temporada de baja precipitación. Lo anterior se repite en el mes de octubre, en el cual se espera un aumento de lluvia significativo, que en año extremo de El Niño resulta incluso en la anomalía más pronunciada cuando se compara con el promedio multianual. 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 deben revisar:

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

**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 ENSO en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno.

**Tabla 1.** Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Roldanillo 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		-10 %	-25 %	-25 %	-12 %	-13 %	-13 %	-2 %	-9 %	-11 %

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



**Tabla 2.** Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Roldanillo 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		-10%	21%	12%	25%	-16%	6%	57%

Fuente: Corpoica (2015a).

En el municipio de Roldanillo, el máximo valor ONI fue el registrado en el periodo 1997-1998 (2,5), con una disminución en la precipitación del 13% con respecto al promedio multianual. Los eventos El Niño de mayor intensidad ocurrieron entre agosto de 1986 y febrero de 1988 y entre mayo de 1991 y junio de 1992, en los que se registró 25% menos de precipitación con respecto al promedio multianual, con valores de ONI de 1,6 y 1,8, respectivamente.

En cuanto a los eventos La Niña registrados, se observó que el periodo entre julio de 2010 y abril de 2011 fue el de mayor intensidad, presentándose aumento de la precipitación en un 57% con respecto al promedio multianual.

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

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



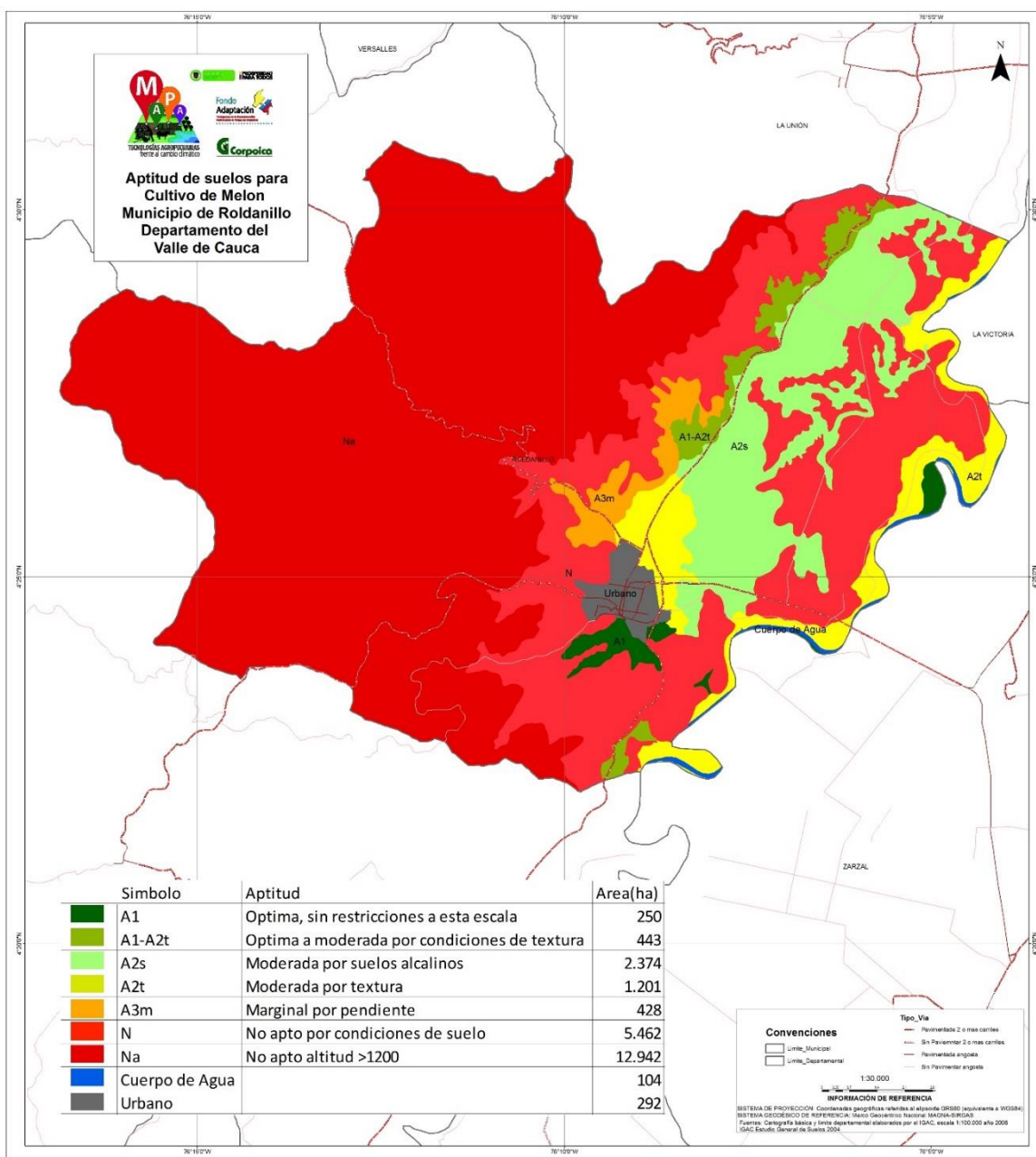
Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio Roldanillo a amenazas climáticas, consultar el SE-MAPA.










### Exposición del sistema productivo de melón a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Roldanillo.

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



Símbolo	Aptitud	Área (ha)	%
 A1	Óptima, sin restricciones a esta escala	250	1,1
 A1-A2t	Óptima a moderada por condiciones de textura	443	1,9
 A2s	Moderada por suelos alcalinos	2.374	10,1
 A2t	Moderada por textura	1.201	5,1
 A3m	Marginal por pendiente	428	1,8
 N	No apto por condiciones de suelo	5.462	23,2
 Na	No apto por altitud mayor a 1.200 msnm	12.942	55,1
 Cuerpo de agua		104	0,4
 Urbano		292	1,2
	<b>Total general</b>	<b>23.496</b>	<b>100</b>

**Figura 4.** Mapa de aptitud de uso del suelo para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca).

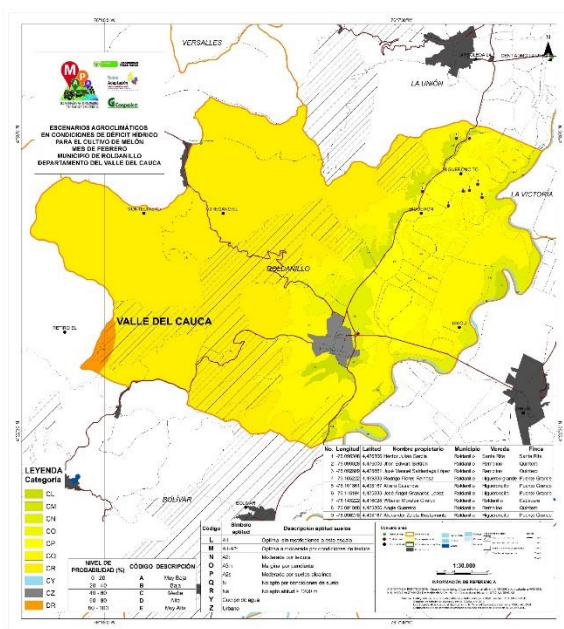
Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** en el municipio de Roldanillo solo 1% del área total del municipio presenta una aptitud óptima A1 para el sistema productivo de melón, mientras que con aptitud moderada A2, se estima que hay 15% del área total; estas zonas están condicionadas a manejo especial por textura de suelo y alcalinidad relativamente alta. Con aptitud marginal se estima aproximadamente 2% de los suelos del municipio, los cuales se encuentran restringidos por pendientes relativamente fuertes (Corpoica, 2015b).

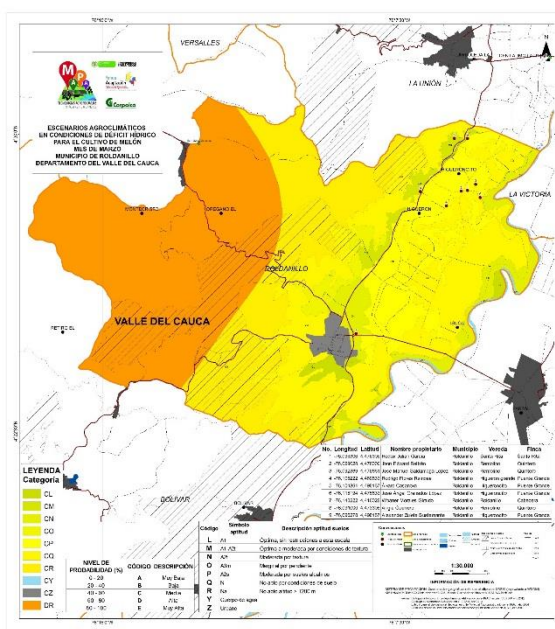
La mayor parte de los suelos del municipio (78%) se clasificó como no apto para el melón, debido principalmente a condiciones de altitud (Corpoica, 2015b).

- b. **La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico para el sistema productivo de acuerdo con el mes de siembra o etapa fenológica:** esto se puede identificar en los mapas de escenarios agroclimáticos (figura 5). Con base en el cálculo del índice de severidad de sequía de Palmer<sup>2</sup> (1965), la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico puede ser: muy baja, en tono verde oscuro (0-20%); baja, en tonos verdes (20-40%); media, en tonos amarillos (40-60%), y alta, en tonos naranjas (60-80%), según el mes de siembra o etapa fenológica del cultivo (tabla 3).

**Febrero**



**Marzo**



<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.





### LEYENDA Categoría

■	AP
■	BM
■	BN
■	BO
■	BP
■	BQ
■	BR
■	CL
■	CM
■	CN
■	CO
■	CP
■	CQ
■	CR
■	CY
■	CZ
■	DN
■	DQ
■	DR

### NIVEL DE PROBABILIDAD (%)

0 – 20	A	Muy baja
20 – 40	B	Baja
40 – 60	C	Media
60 – 80	D	Alta
80 – 100	E	Muy alta

### CÓDIGO DESCRIPCIÓN

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1	Óptima, sin restricciones a esta escala
M	A1-A2t	Óptima a moderada por condiciones de textura
N	A2t	Moderada por suelos alcalinos
O	A3m	Moderada por textura
P	A2s	Marginal por pendiente
Q	N	No apto por condiciones de suelo
R	Na	No apto por altitud mayor a 1.200 msnm
Y	Cuerpo de agua	
Z	Urbano	

**Figura 5.** Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de melón en el municipio de Roldanillo en condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico.  
Ventana de análisis febrero-julio.  
Fuente: Corpoica (2015b).

**Tabla 3.** Calendario fenológico para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo en condiciones de humedad restrictiva por déficit hídrico en el suelo.

Descripción	Duración (días)	Ventana I												Ventana II											
		Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trasplante	2																								
Crecimiento vegetativo	Hasta senescencia																								
Floración no viable	3 días de aparición (7 días la flor)																								
Floración viable	7																								
Formación de fruto	7																								
Llenado de fruto-cosecha	25																								

Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** en la ventana de análisis I (febrero-abril) y II (mayo-julio) se presentan probabilidades bajas, medias y altas de deficiencia de agua en el suelo. En el mes de marzo y junio (con una menor área) se presenta una probabilidad alta de déficit hídrico en la zona oriental del municipio, la cual puede limitar el desarrollo del cultivo de melón (Corpoica, 2015b). Esto indica que el municipio se encuentra expuesto a condiciones de déficit de humedad en el suelo, lo que puede afectar las diferentes etapas del cultivo, desde el trasplante, etapa de crecimiento, estado reproductivo, formación y llenado de fruto y cosecha. Los productores tienen identificados las temporadas de exceso y déficit hídrico para realizar programaciones de siembra de forma escalonada.

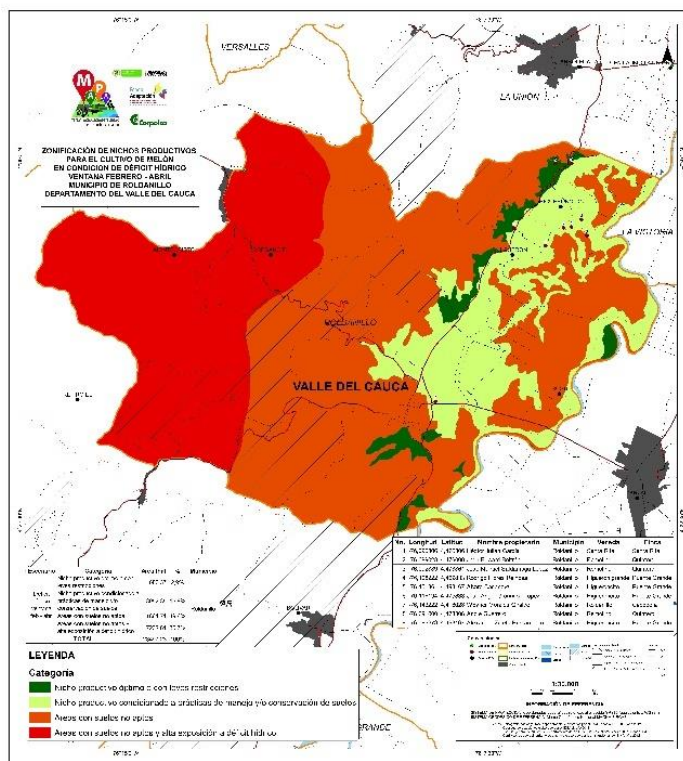
Para conocer con mayor detalle los mapas de escenarios agroclimáticos para condición de déficit hídrico, en la ventana de análisis considerada, consultar el SE- MAPA

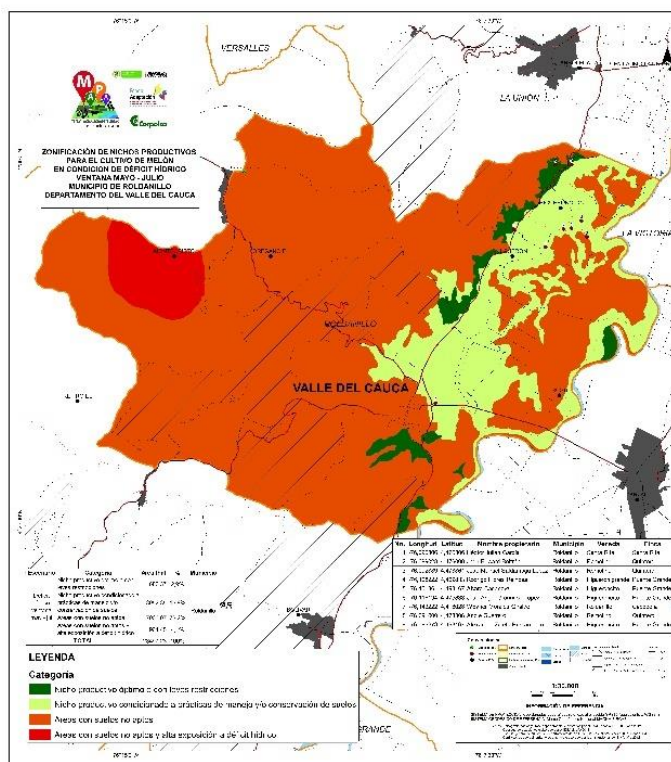


Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de deficiencias de agua en el suelo para el sistema productivo en dos ventanas temporales de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presenta una etapa fenológica específica de acuerdo con los calendarios fenológicos locales; sin embargo, deben ser entendidos como marcos de referencia (Corpoica, 2015b).

### Zonas del municipio de Roldanillo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de melón

Se presenta a continuación el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Roldanillo para el sistema productivo de melón, en condiciones de déficit hídrico. Este mapa integra la exposición a déficit hídrico del sistema productivo y la aptitud de los suelos. Es importante tener en cuenta que la escala de análisis espacial es 1:100.000 (figura 5).





## LEYENDA

### Categoría

- Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- 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 Roldanillo para el sistema productivo de melón en condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico.

Fuente: Corpoica (2015b).

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

- Nichos productivos óptimos o con leves restricciones:** presentan aptitud de uso de suelos óptima sin restricciones a la escala 1:100.000 y aptitud moderada por texturas.

En las dos ventanas de análisis representa el 2,9% del área total de municipio, correspondiente a 680 ha aproximadamente.

- **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos:** entre las dos ventanas de análisis representan 16,8% del área total del municipio. Presentan baja exposición a déficit hídrico y suelos con aptitud moderada a marginal por pendiente y profundidad efectiva, y aptitud mixta (parcialmente óptimo, moderado y marginal) por acidez y suelos no aptos.
- **Áreas con suelos no aptos:** presentan diferentes áreas de ocupación dependiendo de la ventana de análisis, en la ventana I (febrero-abril) es de 49,6% y en la ventana II, de 76,2%. Estas áreas presentan baja exposición a déficit de agua en el suelo, sin embargo, los rangos de altura no son recomendados para el establecimiento del cultivo (> 3000 o < 16000 msnm).
- **Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico:** en la ventana de análisis I representan 30,7% y en la II, 4,1% del área total del municipio. Estas áreas no se recomiendan para el sistema productivo, por presentar alto riesgo agroclimático debido a deficiencias excesivas de agua en los suelos y por estar ubicados fuera del rango altitudinal adecuado para el sistema productivo.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática  
del sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo consultar 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 y 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 mediante una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: seguimiento a la humedad del suelo por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivos: seguimiento del desarrollo y crecimiento del sistema productivo.
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan el sistema productivo tales como excesos y déficit de agua, heladas, deslizamientos.
- Distribución temporal y de sistema productivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra, cosecha.

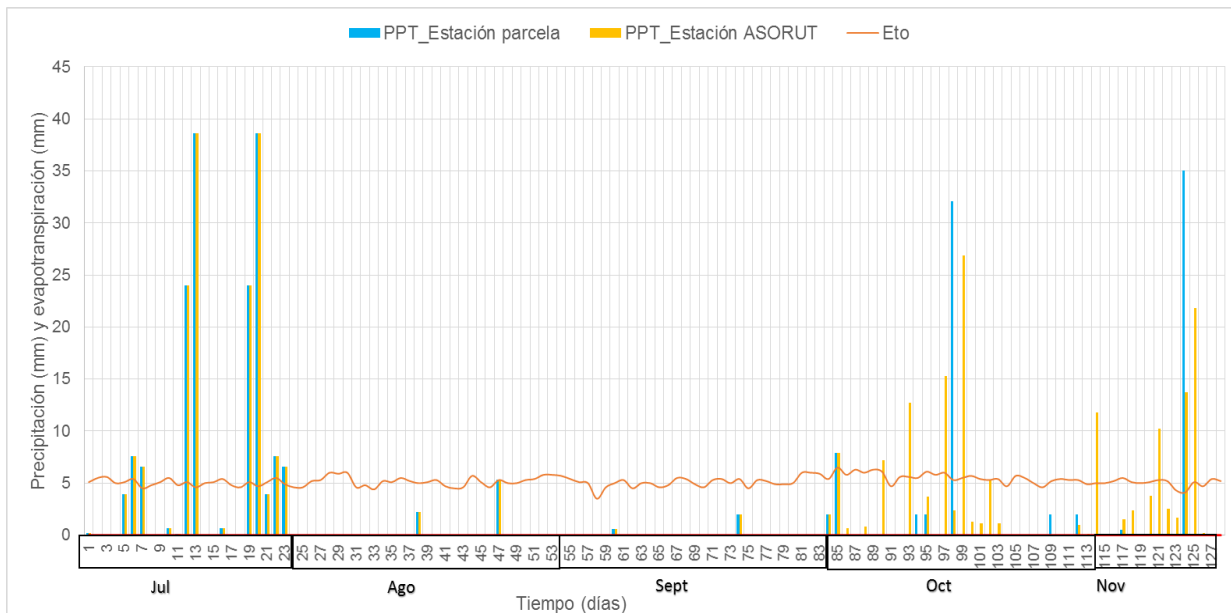
El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden ser analizadas durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas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

---

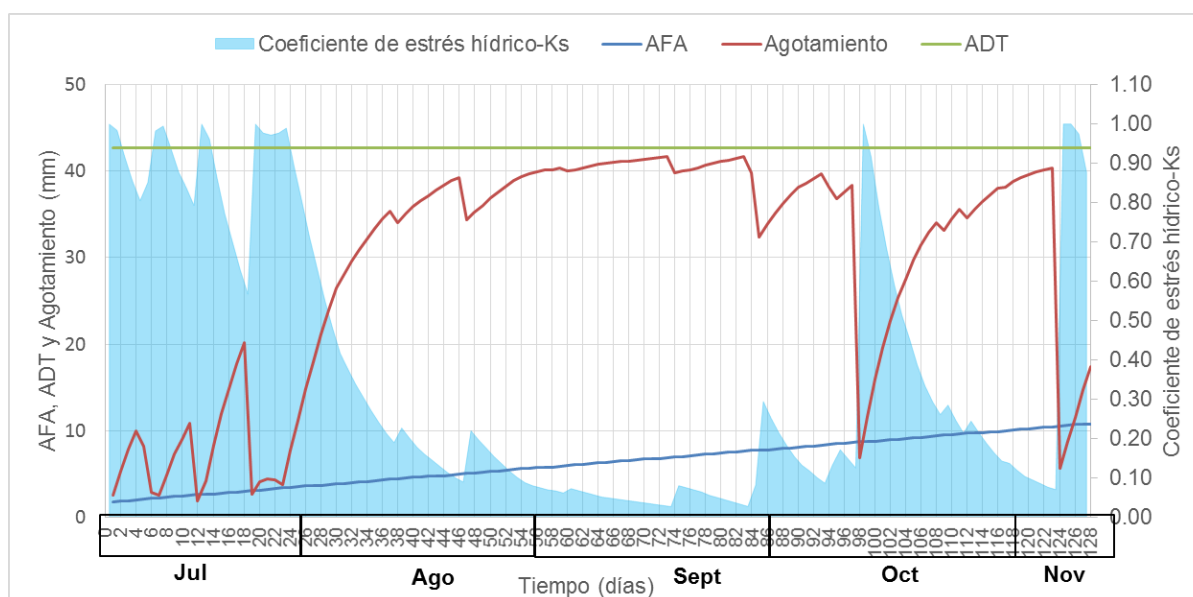
<sup>3</sup> En la *Guía para el uso de la información agroclimática en el manejo de cultivos y frutales* encontrará algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo análisis en su sistema productivo. Consúltela en <http://agroclimatico.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/04-Guia-uso-inf-agroclimatica-vp.pdf>.

## Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de melón ante condiciones restrictivas de humedad en el municipio de Roldanillo, Valle del Cauca

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de mayo y diciembre de 2015 y los datos meteorológicos se muestran para el periodo comprendido entre julio y noviembre del mismo año. 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.** (Arriba) Balance hídrico atmosférico y (abajo) balance hídrico agrícola en la parcela de integración del sistema productivo de melón en Roldanillo (Valle del Cauca).

Fuente: Corpoica (2015c).

Durante agosto y septiembre se observó mayor intensidad de déficit hídrico atmosférico, ya que la evapotranspiración fue mayor que la precipitación registrada (figura 7, arriba). El balance hídrico agrícola (figura 7, abajo) presenta el comportamiento del agua en el suelo, tomando en cuenta la lámina de agua disponible total (ADT- fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente), el agua fácilmente aprovechable (AFA- agua capilar retenida en los 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, siendo más marcado este comportamiento entre agosto y mitad de octubre. Con las lluvias registradas en la parcela en el mes de octubre, la condición de déficit hídrico disminuyó levemente; sin embargo, el incremento volvió a presentarse hacia noviembre.



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

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de generar capacidad adaptativa en el sistema productivo de melón en Roldanillo (Valle del Cauca):

### **Manejo integrado de enfermedades principales del cultivo de melón**

Consiste en implementar estrategias encaminadas a controlar la aparición de enfermedades limitantes como mildews (*Oidium* sp y *Pseudoperonospora cubensis*) y bacteriosis (*Pantoea* sp), para disminuir su incidencia, severidad y dispersión. Estas estrategias contemplan prácticas culturales, biológicas y químicas, que incluyen reconocimiento e identificación de patógenos, seguimiento, rotación de fungicidas químicos y microorganismos antagonistas, prácticas culturales como manejo de arvenses, guiado de plantas, volteo de frutos y recolección de frutos enfermos.

Este manejo parte del reconocimiento en campo y el diagnóstico en laboratorio. Una vez identificados los síntomas de las enfermedades, se revisa aleatoriamente cada lote para cuantificar la presencia de patologías mediante el cálculo de la incidencia. Por el ciclo corto del cultivo de melón, esta evaluación se debe realizar dos veces por semana.

El manejo de las enfermedades en el melón comienza antes de la siembra desinfectando el suelo mediante solarización al momento de la preparación. La aplicación de materia orgánica, micorrizas y microorganismos como *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Bacillus* spp., durante la preparación o al momento del trasplante, busca el acondicionamiento físico y la activación biológica del suelo para mejorar la fertilidad y la sanidad durante el establecimiento del cultivo.

El control de las malezas en las calles, sitios de siembra y alrededor de los lotes, así como la recolección de frutos enfermos y residuos de cosecha, evita que las estructuras de



resistencia de algunos microorganismos patógenos permanezcan latentes y se puedan dispersar.

El uso de productos de síntesis química se efectúa de acuerdo con el estado fenológico del cultivo, principalmente para aquellos que funcionan como preventivos. El uso de productos curativos se realiza teniendo en cuenta el nivel de incidencia que se observe en las evaluaciones. Se deben utilizar productos que se encuentren registrados para el cultivo de melón. Es conveniente iniciar el uso de productos preventivos como Propineb, Macozeb, Clorotalonil o Kasugamicina entre los 10 y 20 días de edad del cultivo, época en la cual la planta es menos susceptible al ataque de enfermedades como mildes. La protección en esta época garantiza el follaje necesario para la etapa de floración y llenado de fruto. Los productos curativos como Propamocarb y Dimetomorf se deben usar en rotación, una vez se observen los primeros síntomas de las enfermedades.

### **Recomendaciones para optimizar la fertilización en el cultivo de melón**

La principal recomendación consiste en el manejo eficiente de la nutrición del cultivo mediante el diseño de un plan de fertilización teniendo en cuenta las necesidades del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y el estado de desarrollo de las plantas, considerando la utilización de análisis de suelos, tejidos y aguas como herramientas técnicas de decisión para la planificación y ajuste de la fertilización durante el desarrollo del cultivo. La aplicación de nutrientes se hace mediante fertirriego con una frecuencia de dos veces por semana, con un complemento de aplicación foliar entre una y dos veces a la semana. El plan de fertilización se divide en tres estados fenológicos principales. En el primer estado, definido desde el trasplante hasta formación de brotes laterales (0-20 días después del trasplante), se requiere mayor aporte de nitrógeno debido a que la planta se encuentra en un proceso de formación de biomasa. En este estado, se le aporta a la planta cerca del 30% del total de nitrógeno aplicado durante todo el ciclo. El aporte de fósforo y potasio se encuentra en cerca del 40 y 20% del total aplicado en todo el ciclo respectivamente. En menor cantidad se realizan aplicaciones de calcio, magnesio y otros menores, fósforo y potasio, los cuales deben aportar en esta etapa cerca del 15% del total aplicado durante todo el ciclo.

El segundo estado, definido por el desarrollo de la floración y el inicio de la formación de los frutos (20-40 días después del trasplante), se caracteriza por el aumento de los



nutrientes requeridos por la planta y la distribución de las dosis aplicadas. En este estado se aplica cerca del 50% del total de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados durante todo el ciclo, además se aporta cerca del 70% de elementos menores, principalmente calcio y magnesio. La aplicación de inductores de floración como las giberelinas se realizan entre los 15 y 20 días después de trasplante, repitiéndose cerca de los 30 días después de trasplante. En el tercer estado, donde los frutos se encuentran en desarrollo y maduración (40-60 días después del trasplante), se espera aportar cerca del 30% del total de cada uno de los nutrientes. En este estado se realizan aplicaciones de productos a base de calcio dirigidas al fruto con el fin de evitar daños por el sol.

En total, en cada ciclo productivo se deben aplicar entre 102 y 115 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno; 160 y 180 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo asimilable; 173 y 200 kg.ha<sup>-1</sup> de potasio soluble; 23 y 45 kg.ha<sup>-1</sup> de calcio; 4 y 5 kg.ha<sup>-1</sup> de magnesio; 15 y 18 kg.ha<sup>-1</sup> de otros elementos menores.

### 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.**

#### a. Seguimiento y manejo de enfermedades limitantes

El mildew velloso es considerada la principal enfermedad que limita el desarrollo y la producción de las cucurbitáceas como el melón, pepino y zapallo a nivel mundial (Savory et al., 2011). El microorganismo causante, identificado como *Pseudoperonospora cubensis*, ataca en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, siendo más frecuente después de la floración, llegando a causar pérdidas totales en zonas donde prevalecen humedades relativas altas (Ruiz-Sánchez et al., 2008; Cristobal et al., 2006). La primera fuente de inóculo se produce a través de los esporangios transportados por el aire, los cuales también sirven de inóculo secundario (Shetty et al., 2002).

En los primeros dos ciclos de la enfermedad (mayo-julio y agosto-octubre), la temperatura máxima se mantuvo cerca de 35°C, y la mínima entre 15°C y 20°C, generando condiciones óptimas para la aparición temprana y la rápida dispersión del mildeo. Durante los ciclos tres (septiembre-noviembre) y cuatro (diciembre-febrero), las temperaturas máximas registradas estuvieron cercanas a 38°C, principalmente durante los primeros 20 días del cultivo. Los eventos de precipitación registrados durante estos ciclos influenciaron directamente la incidencia del mildeo, la cual fue mayor al final del ciclo dos y durante todo el ciclo tres, periodo de tiempo donde se registraron los mayores valores y la mayor frecuencia de precipitación, y la menor se presentó durante el ciclo cuatro (diciembre-febrero), donde se presentaron los menores valores y frecuencias de precipitación. Shetty *et al.* (2002) reportan que la aparición, desarrollo y propagación de la enfermedad está influenciado por periodos prolongados de alta humedad y presencia de rocío, combinados con temperaturas altas en el día y moderadas en la noche.

Los planes de manejo enfocados en aplicaciones preventivas de Propineb, Macozeb, Clorotalonil en rotación, evitan la aparición del mildeo durante los primeros 20 días después del trasplante. En los casos en los que se presente la enfermedad en este periodo, las aplicaciones de productos curativos como Propamocarb y Dimetomorf en los síntomas iniciales, disminuyen el daño en el follaje y previenen su dispersión. El seguimiento constante de los lotes productivos es parte importante del manejo de las enfermedades, pues los posteriores controles pretenden evitar el uso indiscriminado de productos de síntesis química que pongan en riesgo a la salud humana y ambiental, además de generar resistencia de los patógenos a moléculas químicas comunes.

#### **b. Recomendaciones para optimizar la fertilización**

Los altos valores de incidencia de mildeo, principalmente en épocas de floración e inicio de llenado de fruto, tuvieron un efecto directo en el rendimiento. En los ciclos dos y tres, donde los valores de incidencia entre los 20 y 40 días después de trasplante estuvieron cercanos al 50%, los rendimientos de las plantas que recibieron la fertilización basada en análisis de suelos fueron de 24 y 21 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, los cuales se encuentran por encima del rendimiento nacional reportado por Agronet (2015), que es de 12 t.ha<sup>-1</sup>. En el ciclo tres el rendimiento fue de 18 t.ha<sup>-1</sup>, el cual se vio afectado directamente por la alta incidencia y severidad de la enfermedad en este periodo de tiempo. En ciclos donde la incidencia de la enfermedad durante los primeros 40 días después del trasplante es menor del 20%, como



el caso del ciclo cuatro, se alcanzaron rendimientos cercanos a las 32 t.ha<sup>-1</sup>, que supera el valor reportado para el municipio de 31 t.ha<sup>-1</sup>.

Los análisis de calidad realizados mostraron un efecto directo de la incidencia y severidad sobre las variables peso, tamaño y contenido de azúcares. Los mayores valores de peso se obtuvieron en el ciclo cuatro, donde en promedio se logró obtener frutos de 1.461 g, mientras que los menores valores se obtuvieron durante el ciclo tres, con frutos de 775 g en promedio. El diámetro promedio de fruto en todos los ciclos estuvo entre 117,4 y 134,3 mm. Los valores de grados brix variaron durante todas las evaluaciones, alcanzándose los mayores valores (12,1) en el ciclo cuatro, y los menores valores (6,81), en el ciclo tres.

#### **Prácticas adicionales que pueden implementarse dentro del sistema productivo de melón en Roldanillo para reducir la vulnerabilidad del sistema a condiciones restrictivas de humedad en el suelo**

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, al igual que para el escenario de exceso de humedad, están contenidas en el sistema experto.

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

#### **Uso de barreras rompevientos**

El uso de barreras rompevientos busca brindarles a los lotes de siembra protección frente a los eventos de vientos fuertes que se presentan en el municipio, y así evitar la pérdida de plantas en los primeros días después del trasplante. Además, disminuye la dispersión de plagas e inóculo de enfermedades que puedan provenir de fincas aledañas. Es importante que las especies utilizadas como barreras, tal es el caso del maíz, se siembren alrededor de la finca entre 10 y 15 días antes del establecimiento del cultivo de melón. Este periodo permite que la barrera tenga la altura necesaria para disminuir el impacto de los eventos de vientos fuertes en el cultivo.



**Figura 8.** Uso de maíz como barrera rompevientos en la parcela de integración de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca).

### **Volteo de frutos**

El volteo de frutos se realiza entre los 30 y 40 días después del trasplante, con el propósito de evitar daños que afecten la calidad final del fruto. El volteo permite un adecuado reticulado de los frutos y evita la aparición de daños causados por bacteriosis o fusarium. Durante esta práctica se realizan perforaciones en el plástico, en el sitio donde se ubica el fruto, para evitar encharcamientos que afecten su desarrollo y calidad (figura 9).





**Figura 9.** Fruto afectado por acumulación de agua en la superficie del plástico (izquierda). Fruto sano ubicado en el sitio perforado (derecha). Parcela de integración de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca).

**Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo, consultar el SE - MAPA**

Como se expuso en las secciones 1 y 2, son dos los determinantes del riesgo agroclimático: la amenaza y la vulnerabilidad. El primero se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas y el segundo, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y la capacidad adaptativa del mismo. Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnológicas integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático. Es 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 melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca)**

#### **Dominio de recomendación**

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

**Para cada uno de los dominios (grupos de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis socioeconómico. Lo que se busca es identificar si las tecnologías propuestas son viables (financieramente) y cómo deben implementarse según las diferentes características de los productores (tamaño del predio, mano de obra, acceso a crédito, etc.). Estas recomendaciones son una guía de apoyo para los asistentes técnicos, que deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso y no ser consideradas como un criterio único.**

#### **Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar las condiciones restrictivas de humedad de suelo**

Para determinar los dominios de recomendación se usa la información de encuestas aplicadas a productores. Luego se hace un proceso de agrupamiento estadístico o tipificación (agrupamiento por tipos) de productores con características socioeconómicas y productivas similares. Esta información de las encuestas se emplea también para el análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos, mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, acordes a las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.



Por otro lado, se desarrolla un modelo microeconómico para evaluar la viabilidad financiera de las opciones tecnológicas que se proponen para enfrentar la condición climática limitante, el cual se calcula para cada uno de los grupos resultantes de la tipificación, y que genera diferentes soluciones de viabilidad dependiendo de las características de cada grupo. A partir de información climática de los municipios se elaboran mapas de exposición a los riesgos agroclimáticos de déficit o excesos hídricos y esta información se cruza con la tipificación y los resultados de la modelación. Los dominios entonces se definen teniendo en cuenta el grado de exposición al evento climático y el grupo de la tipificación socioeconómica y técnica al que pertenece cada productor. La recomendación para cada dominio respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, dando como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de implementarse en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

### **Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de melón en el municipio Roldanillo**

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 un evento climático limitante para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es en general baja para todos los productores de este sistema. El grado de sensibilidad de la producción al déficit hídrico en los dominios es bajo, al igual que la capacidad adaptativa de los productores ante esta situación. Esto indica que este sistema productivo tiene características bastante homogéneas.

Finalmente, la última columna de la tabla 4 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la opción tecnológica propuesta. Esta viabilidad se instaura teniendo en cuenta las características de los productores de cada dominio y además establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso, las opciones son viables para todos los dominios.

**Tabla 4.** Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de melón en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca).

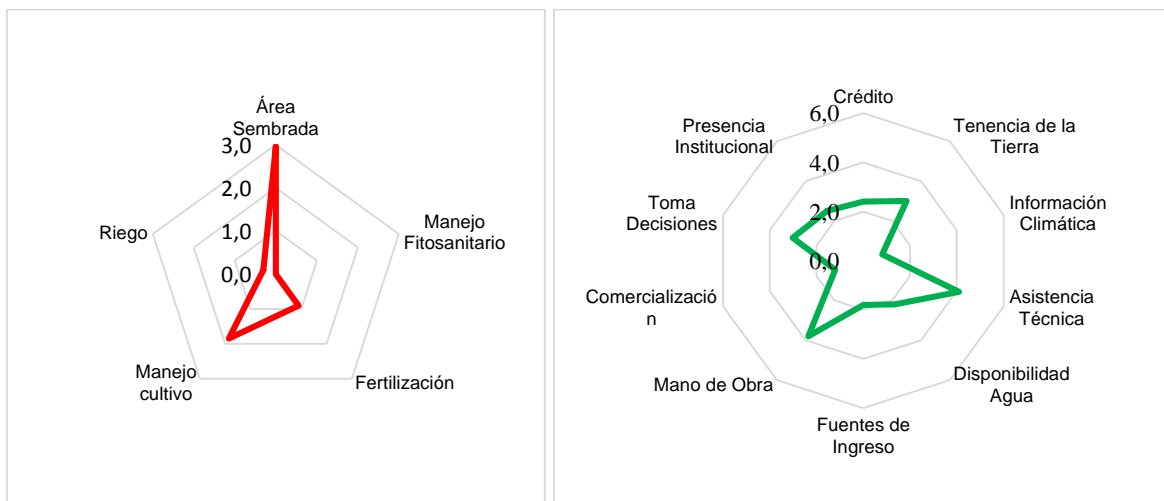
Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con 0,8 ha, con asistencia técnica y limitado acceso a crédito.	Alta	Baja	Baja	Viable
2. Productores con 2,5 ha en monocultivo, asistencia técnica y 100% de ingresos provenientes del cultivo.	Baja	Baja	Baja	Viable
3. Productores con 1,8 ha, Baja exposición al déficit hídrico, sin acceso a crédito y 100% de ingresos provenientes del cultivo.	Baja	Muy baja	Baja	Viable
4. Productores con 1,8 ha, acceso a crédito y mayoría de ingresos provenientes del cultivo.	Muy Baja	Muy baja	Baja	Viable

## Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio de recomendación

### Dominio 1

Este dominio está integrado por los productores que se encuentran en zonas con alta exposición a la condición de déficit hídrico. Cuentan con un área promedio de 0,8 ha de melón en monocultivo. Su sensibilidad baja se explica por la efectividad de sus prácticas de manejo fitosanitario, fertilización y podas, y solo se ve afectado por la gran cantidad de tierra destinada exclusivamente al cultivo de melón (figura 10). La capacidad adaptativa de estos productores a la condición de déficit hídrico es baja, debido a que tienen problemas de comercialización, poca disponibilidad de agua e información climática y un acceso a crédito limitado. La mayoría de ellos cuenta con restringida asistencia técnica y disponibilidad de mano de obra. Si bien son el grupo con mayor tenencia de tierra, solo el 60% de los productores son propietarios.





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

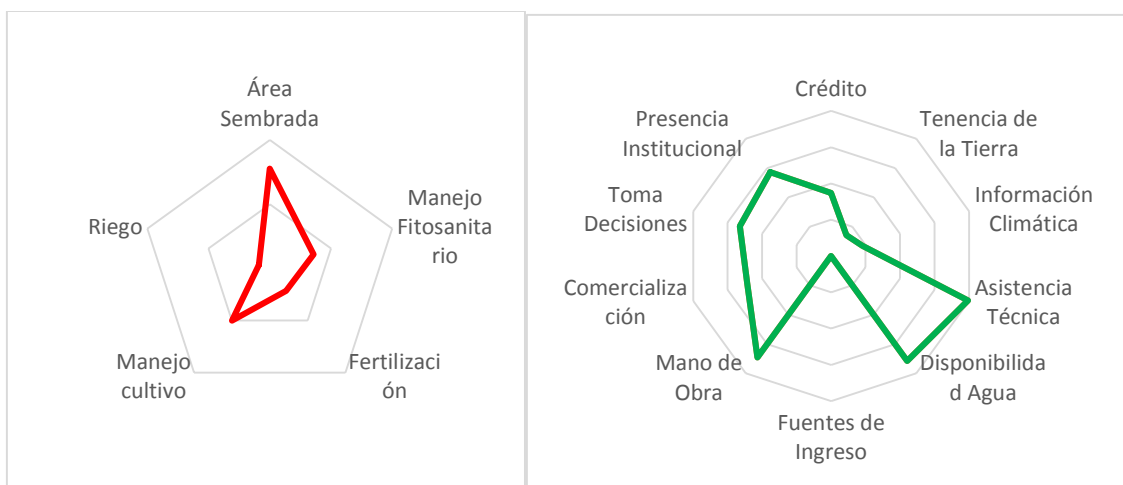
De acuerdo con el análisis microeconómico se recomienda implementar progresivamente en el tiempo, el manejo de fertilización y enfermedades, hasta que la totalidad del área sea dispuesta con la opción tecnológica, según como el capital lo permita. La opción tecnológica es viable a partir del periodo 2 en 0,3 ha; en el periodo 3 en 0,4 ha, en el periodo 4 en 0,5 ha y en el periodo 5 en 0,8 ha.

## Dominio 2

Los productores del dominio 2 se encuentran ubicados en zonas de baja exposición al déficit hídrico, áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos. Por esto, la recomendación está orientada al mejoramiento de la producción y no a la estrategia de mitigación de disminuciones productivas debidas a déficit hídrico.

Son los productores con mayores áreas de melón (2,5 ha en promedio), tienen buenas prácticas de podas y cuentan con sistema de riego, lo que hace que su producción tenga baja sensibilidad y solo se ve afectado por la gran cantidad de tierra destinada exclusivamente al cultivo melón.

Sin embargo su capacidad de adaptación es baja, los productores de este dominio presentan muy baja capacidad de adaptación, porque muy pocos son propietarios, tienen poco acceso a crédito, así como incipiente presencia institucional, problemas de comercialización y sus ingresos dependen completamente de las actividades agropecuarias lo que implica un gran riesgo si además se tiene en cuenta que carecen de acceso a información climática. No obstante a todos los productores de este dominio se les presta asistencia técnica y la mayoría tiene disponibilidad de agua (figura 11).



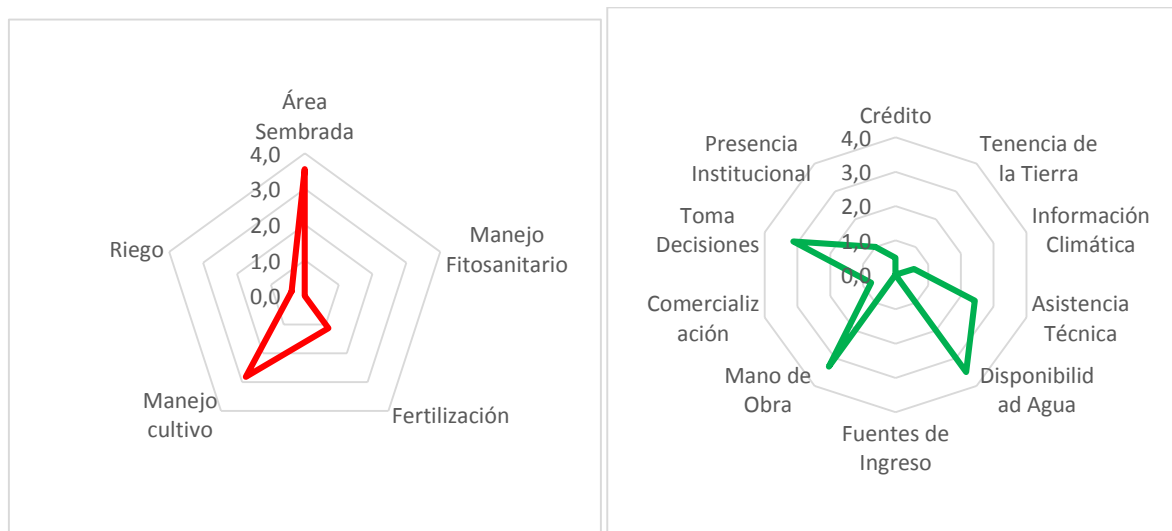
**Figura 2.** Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el dominio de recomendación 2.

De acuerdo con el análisis microeconómico se recomienda implementar el manejo de fertilización y enfermedades de manera progresiva en el tiempo, hasta que la totalidad del área sea dispuesta con la opción tecnológica, según como el capital lo permita. La opción tecnológica para los productores con cultivo de melón de más de 2 ha es viable en el primer periodo en 0,1 ha; en el periodo 2, la opción tecnológica debe abarcar 0,8 ha de las 2,5 disponibles en el predio; en el periodo 3 será implementada en 1,2 ha; en el periodo 4, en 1,7 ha; y en el periodo 5, en 2,5 ha.

### Dominio 3

El dominio 3 está integrado por productores localizados en áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos pero baja exposición al déficit hídrico. Por esto, la recomendación está orientada al mejoramiento de la producción y no a la estrategia de mitigación de disminuciones productivas debidas a déficit hídrico. Su grado de sensibilidad es bajo porque presentan buenas prácticas de manejo fitosanitario, fertilización y podas, a pesar de tener más del 80% del predio destinado a la producción de melón, factor que aumenta su nivel de riesgo ante un eventual déficit hídrico (figura 12).

Su capacidad de adaptación es muy baja, debido principalmente a que no tienen acceso a crédito, todos cultivan en tierras que no son de su propiedad y sus ingresos dependen completamente de las actividades agropecuarias lo que implica un gran riesgo si además se tiene en cuenta que carecen de acceso a información climática para tomar decisiones con relación a las prácticas a desarrollar en el cultivo. Además solo la mitad de ellos recibe asistencia técnica y disponen de mano de obra permanente.



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

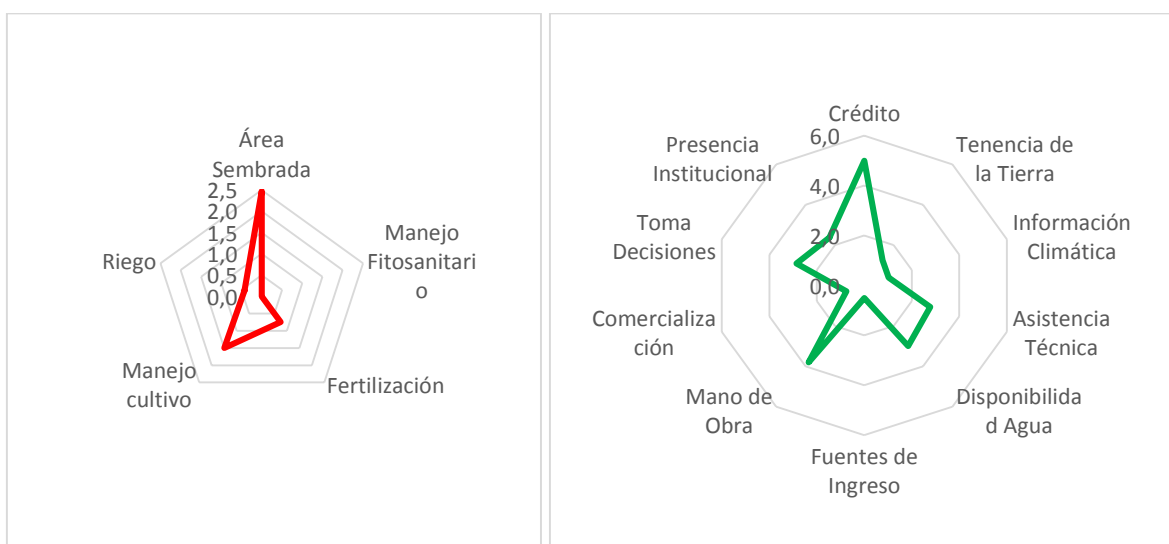


De acuerdo con el análisis microeconómico, se recomienda implementar el manejo de fertilización y enfermedades de manera progresiva en el tiempo, hasta que la totalidad del área sea dispuesta con la opción tecnológica, de acuerdo a como la acumulación de capital lo permita, teniendo en cuenta que estos productores no tienen acceso a crédito. Se sugiere iniciar la implementación en el periodo 1 con 0,1 ha; en el periodo 2 aumentar a 0,7 ha; en el periodo 3 deberá ser implementada en 1 ha; en el periodo 4, en 1,4 ha, y en el último periodo, el total del predio deberá ser manejado como propone la opción tecnológica.

#### **Dominio 4**

Los productores del dominio 4 se encuentran ubicados en zonas con exposición agroclimática baja ante un escenario de déficit hídrico, y áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación y muy baja exposición a déficit hídrico. Por esto, la recomendación está orientada al mejoramiento de la producción y no a la estrategia de mitigación de disminuciones productivas debidas a déficit hídrico. A pesar que tienen áreas medianas, mayores a 1 ha (1,8 ha en promedio), el grado de sensibilidad de este dominio ante déficit hídrico es muy bajo; esto se explica porque hacen permanente manejo fitosanitario, podas, actividades de fertilización y además cuentan con riego (figura 13).

La capacidad de adaptación de los productores ante déficit hídrico es baja, especialmente porque pocos son propietarios de tierra, tienen acceso limitado a información climática, asistencia técnica, comercialización y presencia institucional. Además sus ingresos dependen casi por completo de la actividad agropecuaria (figura 13).



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

Los resultados del análisis microeconómico sugieren implementar el manejo de fertilización y enfermedades de manera progresiva en el tiempo, hasta que la totalidad del área sea dispuesta con la opción tecnológica, de acuerdo a como el capital lo permita. La implementación debe hacerse inicialmente en 0,1 ha; en el periodo 2, la opción tecnológica debe abarcar 0,6 ha; en el periodo 3 deberá ser implementada en 0,9 ha; en el periodo 4, en 1,2 ha, y en el último periodo, el total del predio deberá ser manejado como propone la opción tecnológica.



## REFERENCIAS

- Agronet (2015). *Estadísticas agropecuarias*. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>
- 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). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para cebolla (Ocaña y La Playa), lulo (Ábrego y Teorama) y papa (Silos y Mutiscua)*. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 127 p.
- Corpoica. (2015c). *Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de melón, municipio de Roldanillo, departamento del Valle del Cauca*. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 32 p.
- Corpoica-CIAT. (2015). *Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Antioquia y Chocó*. Convenio CORPOICA-CIAT para realizar acciones dentro del marco del proyecto “Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático”. 62 p.
- Cristóbal, J., Caamal, L., Tun-Suárez, J., Pérez, A., Latournerie, L., & Gutiérrez, O. (2006). Epidemiología del mildiú de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis* Berk & Curt) en materiales de melón (*Cucumis melo* L.) *Fitosanidad*, 10(3), 197-201.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.
- Organización Meteorológica Mundial. (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.





- Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45), 58.
- Ruiz-Sánchez, E., Tun-Suárez, J., Pinzón-López, L., Valerio-Hernández, G., & Zavala-León, M. (2008). Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del mildiú vellosos (Pseudoperonospora cubensis Berk. & Curt.) Rost. en el cultivo del melón (Cucumis melo L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(1), 79-84.
- Savory, E., Granke, L., Quesada-Ocampo, I., Varbanova, M., & Day, B. (2011). The Cucurbit Downy Mildew Pathogen Pseudoperonospora cubensis. *Molecular Plant Pathology*, 12 (3), 217-226.
- Shetty, N., Wehner, T., Thomas, C., Doruchowski, R., & Vasanth-Shetty, K. (2002). Evidence of downy mildew races in cucumber rested in Asia, Europe, and North America. *Scientia Horticulturae*, 94, 231-239.



**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>