



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Naranja (*Citrus sinensis*)

Municipio de Chimichagua
Departamento del Cesar



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Octubre de 2016

Este documento presenta información obtenida durante el desarrollo del proyecto MAPA. Se exponen resultados correspondientes al componente 1, “Reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios a los eventos climáticos extremos, mediante herramientas que permitan tomar decisiones adecuadas para el manejo del riesgo agroclimático”, y al componente 2, “Desarrollo de sistemas de producción resilientes a los impactos de eventos climáticos extremos (inundaciones, sequías y heladas)”.

Los contenidos del texto se distribuyen mediante los términos de la licencia Creative Commons Atribución – No comercial – Sin Derivar



La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria no se hace responsable de la interpretación y uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	
Andres Felipe Vásquez Valencia	Profesional de apoyo a la investigación
Milton Rivera Rojas	Facilitador regional
Julián Rivera Rojas	Profesional de apoyo a la investigación
Yesenia Vargas Hernández	Profesional de apoyo a la investigación
Guillermo Garay Oyola	Profesional de apoyo a la investigación
Erika Patricia Salcedo Carrascal	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph.D
Gonzalo Rodriguez 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. Motilonia, Cesar, 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

OBJETIVOS	11
Riesgo agroclimático para el sistema productivo.....	12
Sección 1: factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y el municipio	13
A escala departamental: es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración [ET ₀])......	13
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de.....	14
Chimichagua, Cesar.....	14
Exposición del sistema productivo de naranja a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Chimichagua	18
Zonas de Chimichagua con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de naranja.....	27
Se presentan los mapas de aptitud agroclimática de Chimichagua para el sistema productivo de naranja, en las dos ventanas de tiempo consideradas (figuras 6 y 7). Estos integran la exposición a deficiencias hídricas para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.....	27
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer	31
el riesgo agroclimático	31
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de naranja ante condiciones restrictivas de humedad del suelo en Chimichagua	32



a. Riego por goteo.....	34
b. Manejo de la fertilidad del suelo	36
Sección 3: implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de naranja en el municipio de Chimichagua, Cesar.....	51
Dominio de recomendación	51
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos.....	51
Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio	54
REFERENCIAS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de naranja en el municipio de Chimichagua, Cesar, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.	12
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Chimichagua, Cesar.	14
Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio histórico multianual en Chimichagua (periodo 1980-2011).Fuente: Corpoica (2015a).....	15
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua.	20
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis marzo – noviembre. Fuente: Corpoica (2015b).....	24
Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática para el cultivo de naranja en condiciones de déficit hídrico ventana enero-junio para el municipio de Chimichagua.	28
Figura 7. Aptitud agroclimática para el cultivo de naranja en condiciones de déficit hídrico ventana julio-diciembre para el municipio de Chimichagua. Fuente: Corpoica (2015b).....	29
Figura 8. Superior. Balance hídrico atmosférico. Inferior. Balance hídrico del suelo en el sistema productivo de naranja en el municipio de Chimichagua (Cesar) entre los meses de agosto de 2015 y junio de 2016..	33
Figura 9. Riego en anillo para el sistema productivo de naranja.	35
Figura 10. Ramas a podar con problemas fitosanitarios y en senescencia.....	46
Figura 11. Manejo de arvenses en cultivo de naranja como cobertura para el suelo.....	49
Figura 12. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 1.	54



Figura 13. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 2.....	56
Figura 14. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 3.	57
Figura 15. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 4.....	58
Figura 16. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 5.	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Chimichagua durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	17
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Chimichagua durante los eventos El La Niña en el periodo 1980-2011.....	17
Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua.	25
Tabla 4. Necesidades nutricionales de los cítricos.....	38
Tabla 5. Cantidades nutricionales validadas en el cultivo de naranja en Chimichagua, Cesar.	39
Tabla 6. Producción de la parcela de integración en el municipio de Chimichagua por tamaño y el número total por tratamiento.....	40
Tabla 7. Prueba de comparación comparación múltiple de medias de Tukey.	41
Tabla 8. Características de expresión de algunos patrones para el cultivo de naranja.....	43
Tabla 9. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de naranja de Chimichagua (Cesar).....	53



INTRODUCCIÓN

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

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

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

OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de naranja (*Citrus sinensis*) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el municipio de Chimichagua (Cesar), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) está expresado en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo, definida por la exposición y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y capacidad adaptativa del sistema productivo 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 del sistema productivo de naranja 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.

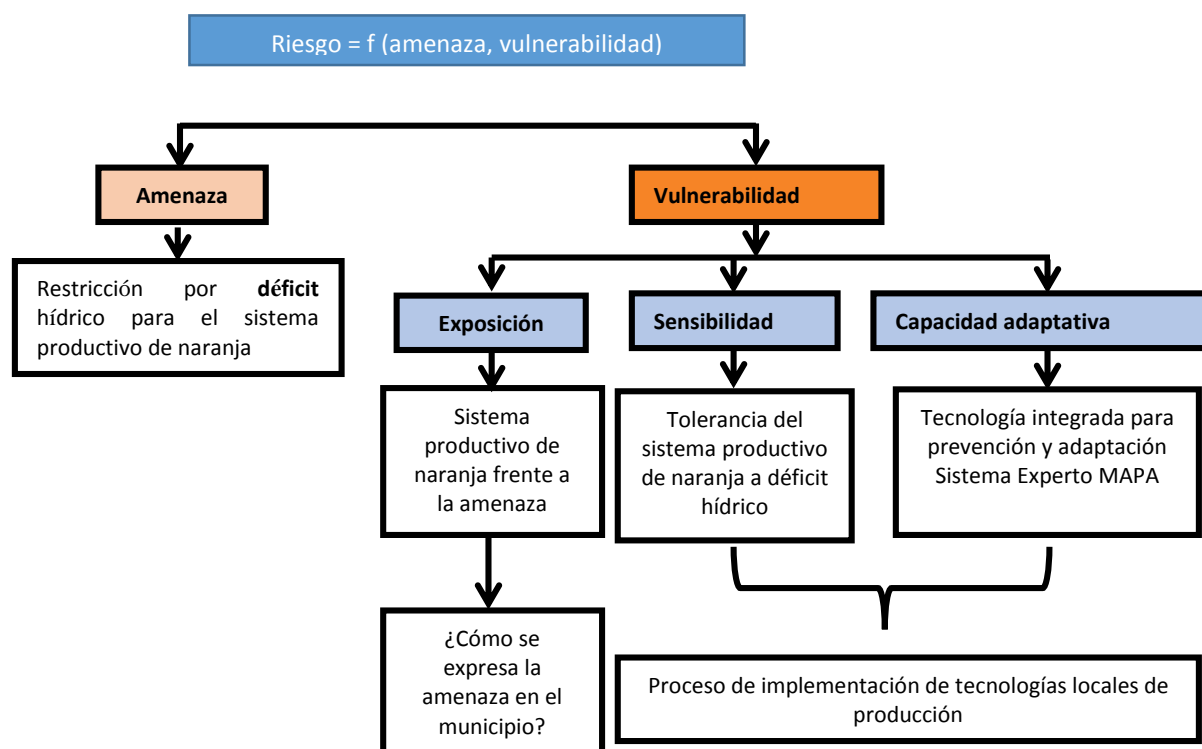


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de naranja en el municipio de Chimichagua, Cesar, bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.

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

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

A escala municipal: el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET_0], distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

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

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Chimichagua, Cesar

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

Chimichagua se encuentra influenciado por la subzona hidrográfica del bajo Cesar. El paisaje predominante es el lomerío, hacia el noroccidente del municipio; hacia el sur se localizan zonas montañosas, que siguen pendientes pronunciadas. La mayor parte del municipio presenta altitudes entre 0 y 500 msnm (figura 2).

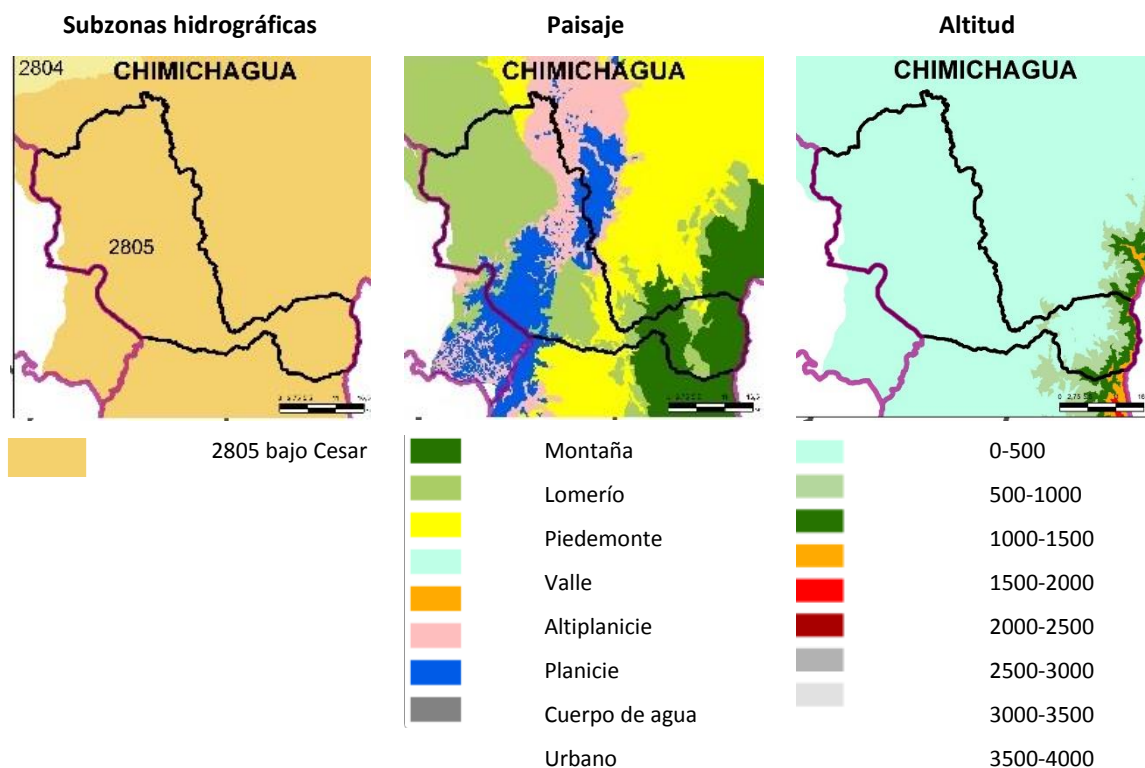


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de Chimichagua, Cesar.

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 extremos pasados, y así conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presenten nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para el análisis climático de Chimichagua, se destaca:

Precipitación: en la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitaciones de Chimichagua: la línea verde representa la precipitación promedio; la línea roja y azul, los eventos de variabilidad (El Niño, año 1991 y La Niña, año 2010).

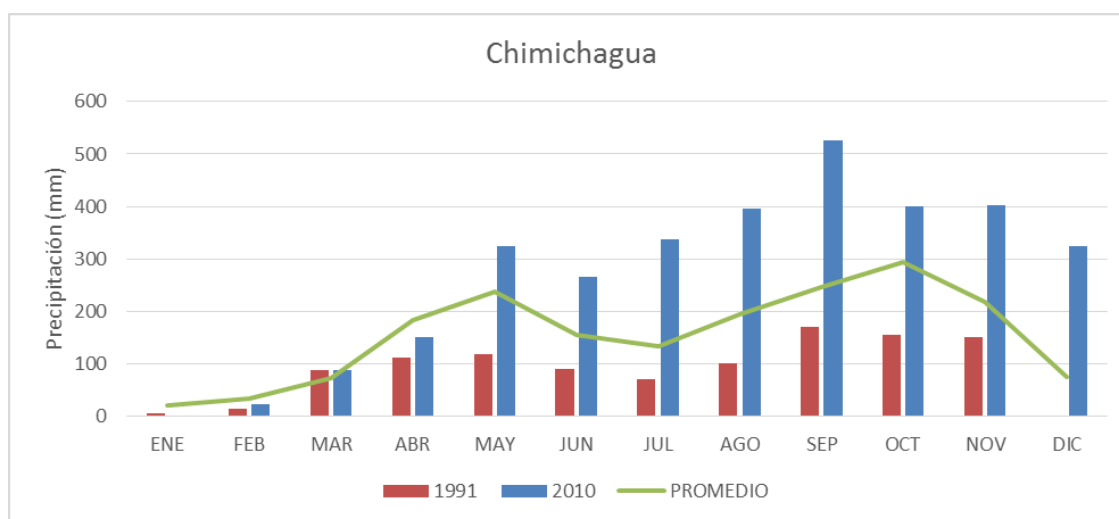


Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio histórico multianual en Chimichagua (periodo 1980-2011). Fuente: Corpoica (2015a).

La dinámica de las precipitaciones en Chimichagua presenta un comportamiento bimodal, con picos en los meses de abril-mayo y septiembre-octubre. Se observa una alteración importante de la precipitación bajo la ocurrencia de los eventos de “La Niña” en el trimestre junio, julio y agosto aumenta un 37 % y en el trimestre septiembre, octubre y noviembre se incrementa un 22 % la precipitación. Para el evento de “El Niño” el trimestre diciembre, enero y febrero registró anomalías del -46% con respecto a la precipitación promedio. Durante estos mismos meses se evidenciaron las mayores reducciones comparadas con el promedio multianual, estableciendo un periodo crítico para el cultivo y los productores, puesto que estos esperarían otro comportamiento basado en el histórico, donde se obtendría mayores cantidades del recurso hídrico por empezar el primer pico de

precipitación. 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 qué tan fuerte es este fenómeno de variabilidad climática. Para conocer dichos cambios se deben revisar:

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

Los valores ONI son útiles para visualizar las alertas de ocurrencia de este tipo de fenómenos. Este es calculado con base en un promedio trimestral móvil de la variación de la temperatura, en °C, del océano Pacífico (5 °N-5 °S, 120-170 °O).

Las tablas 1 y 2 muestran cómo ha sido la variación porcentual de la precipitación durante los fenómenos de El Niño y La Niña en los últimos 32 años (1980-2011), constituyendo información de referencia que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

¹ Cuando la variación supera valores de 0,5 durante por lo menos cinco meses consecutivos, se habla de un evento de *El Niño* y cuando los valores son menores a -0,5, también de forma consecutiva en cinco meses, es un evento de *La Niña*. Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml),

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

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1993 - Mar 1994	May 1997 - May 1998	May 2002 - Mar 2003	Jun 2004 - Feb 2005	Ago 2006 - Ene 2007	Jul 2009 - Abr 2010
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-37 %	-17 %	-31 %	-23 %	-26 %	-14 %	-15 %	-15 %	-25 %

Fuente: Corpoica (2015a).

En Chimichagua, el valor ONI más alto fue 2,5 con una disminución de lluvias de hasta el 26% con respecto al promedio multianual (mayo de 1997 a mayo de 1998); se registró otro valor similar ONI de 2,3 que representó una disminución del 37 % de las lluvias (mayo de 1982 a junio de 1983).

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

Periodo	Oct 1984 - Sep 1985	May 1988 - May 1989	Sep 1995 - Mar 1996	Jul 1998 - Jun 2000	Oct 2000 - Feb 2001	Sep 2007 - May 2008	Jul 2010 - Abr 2011
Duración (Meses)	12	13	7	24	5	9	10
Mínimo ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	-13 %	9 %	8 %	15 %	-6 %	6 %	93 %

Fuente: Corpoica (2015a).

El valor ONI más bajo que se ha registrado ha sido -1,9, que produjo un aumento de lluvias de 9 % (mayo de 1988 a mayo de 1989); otro valor bajo fue -1,4 (septiembre del 2007 a mayo de 2008), aumentando la precipitación apenas un 6 %. Este mismo valor ONI se presentó de julio del 2010 a abril del 2011, en el que las lluvias aumentaron 93 % por encima del promedio. Estas comparaciones indican que los efectos de valores altos o bajos de valores ONI no siempre se relacionan directamente con disminución o aumento de la precipitación.

Se debe considerar que la temperatura de la superficie del océano Pacífico no es el único factor que modula las precipitaciones, 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 pueden identificar: susceptibilidad a exceso hídrico en La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico en El Niño, susceptibilidad biofísica a inundación, áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

Para mayor información sobre la susceptibilidad de Chimichagua a amenazas climáticas, consultar el SE-MAPA.

Exposición del sistema productivo de naranja a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Chimichagua

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

Para evaluar la exposición identifique:

a. **Las limitaciones de los suelos en el municipio:** en el mapa de aptitud de suelos (Figura 4) hay que tener en cuenta que algunas limitaciones del suelo pueden manejarse, como las propiedades químicas (con aplicación de enmiendas y fertilizantes), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas o textura). Sin embargo, se debe tener presente que la escala del mapa es 1:100.000, lo cual no permite identificar particularidades a nivel local. El nivel freático de un lote para el cultivo de naranja debe ser de 2 m en el mes más lluvioso. Lo anterior, porque la deficiencia de











Símbolo		Aptitud	Área (ha)
	A1	Óptima (hasta 90 % de los suelos)	16.196
	A1-N	Óptima (hasta 35 % de los suelos)	37.553
	A2f	Moderada por fertilidad (acidez y aluminio)	22.117
	A2t-N	Moderada por texturas (40 %) y no apto	2832
	A3f	Marginal por fertilidad (75 %)	1536
	N-A1	Óptima (< 25 % de los suelos)	6415
	N-A3f	Marginal por fertilidad (25 %) y no apto	1015
	N	No apta por condiciones de suelo	21.316
	Na	No apta por altitud	6150
	Cuerpo de Agua		22.050
(en blanco)			997
Total general			138.176

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua.

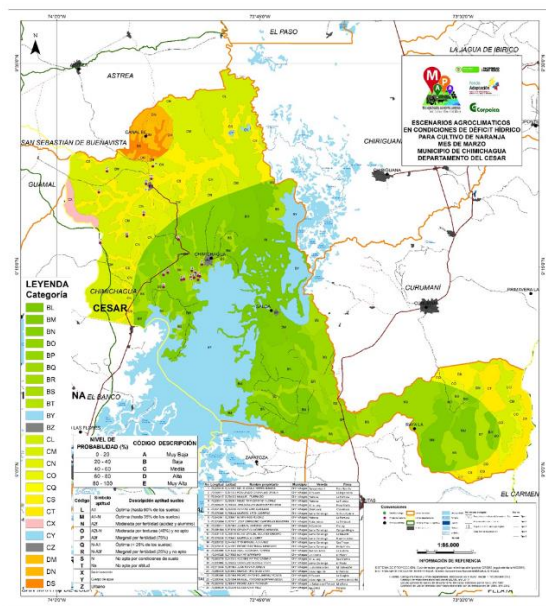
Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: Chimichagua presenta 27.000 ha con aptitud óptima, sin restricciones a esta escala para el establecimiento de naranja (20 % del área total del municipio). Adicionalmente, unas 23.000 ha presentan aptitud moderada, condicionadas a manejo en su mayor parte por acidez y algunas por texturas muy gruesas (16 % del municipio). Estas zonas se localizan al norte, al centro y al oriente del municipio. Los suelos con aptitud marginal apenas sobrepasan el 1 % del municipio (1400 ha), restringidos por extrema acidez y aluminio muy alto. Aproximadamente, 29.000 ha del municipio presentan suelos sin aptitud para el cultivo de naranja, en su mayoría por

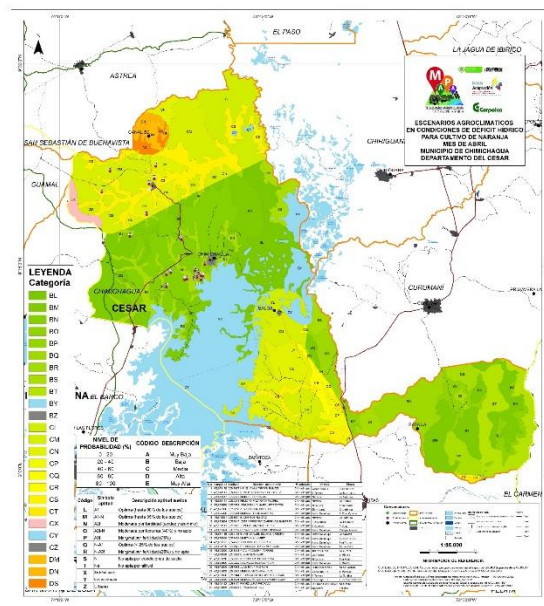
condiciones de drenaje y profundidad efectiva, principalmente. El restante 16 % de la superficie del municipio corresponde a ciénagas.

La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en el sistema productivo, de acuerdo con el mes de trasplante o etapa fenológica: esta se puede identificar en los mapas de escenarios agroclimáticos (figura 5). De acuerdo con el cálculo del índice severidad de sequía de Palmer² (Palmer, 1965), bajo una condición de déficit hídrico la probabilidad de ocurrencia de esta condición puede ser: baja -tonos verdes (20-40 %)-, media -tonos amarillos (40-60 %)- o alta -tonos naranjas (60-80 %)-, de acuerdo con el mes de trasplante o la etapa fenológica del cultivo (tabla 3). Se muestra la cartografía de los meses que hicieron parte de la ventana de análisis (marzo-noviembre), donde se aprecia cómo cambia la probabilidad de exposición al déficit hídrico.

Marzo

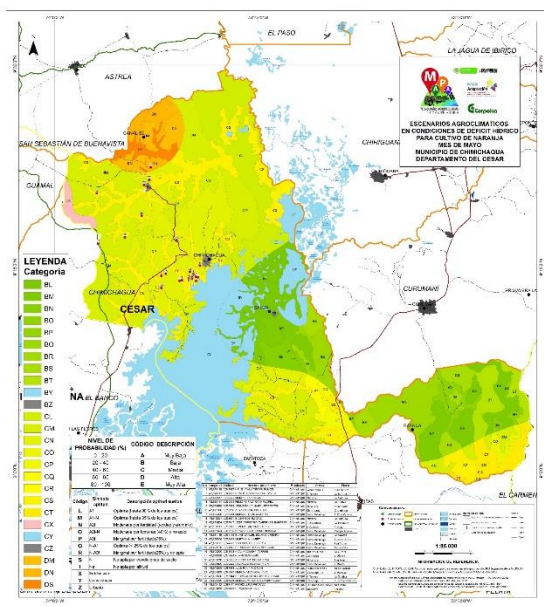


Abril

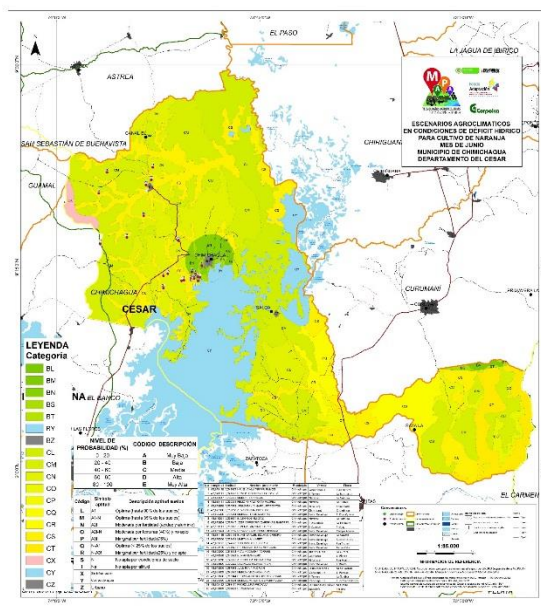


² Mide la duración e intensidad de un evento de sequía a partir de los datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

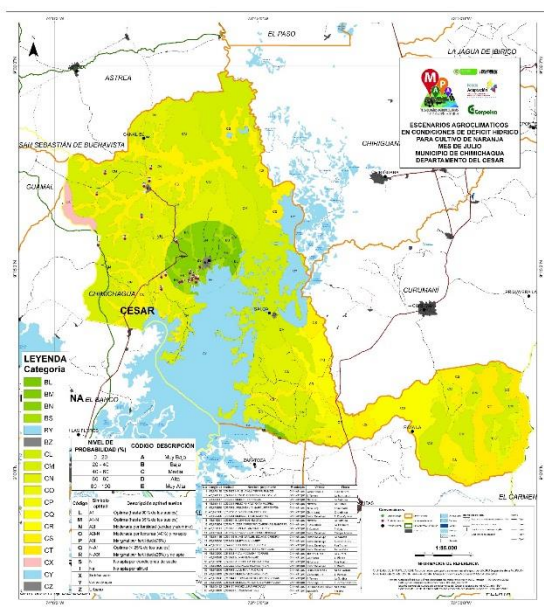
Mayo



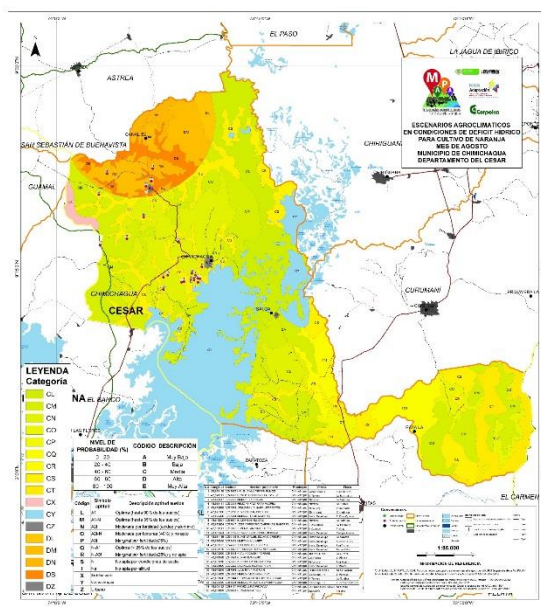
Junio



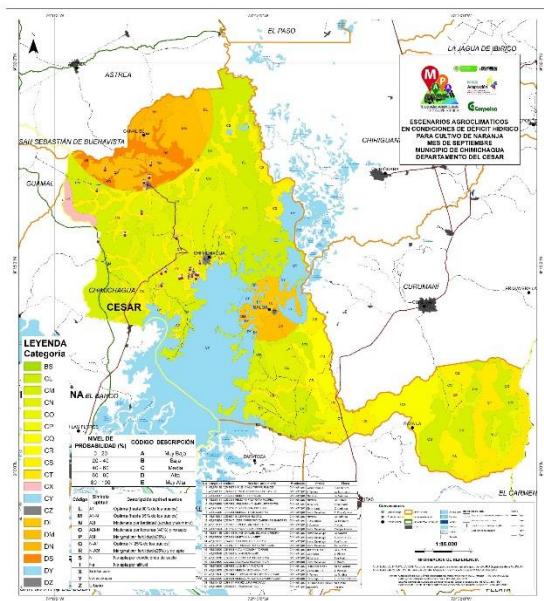
Julio



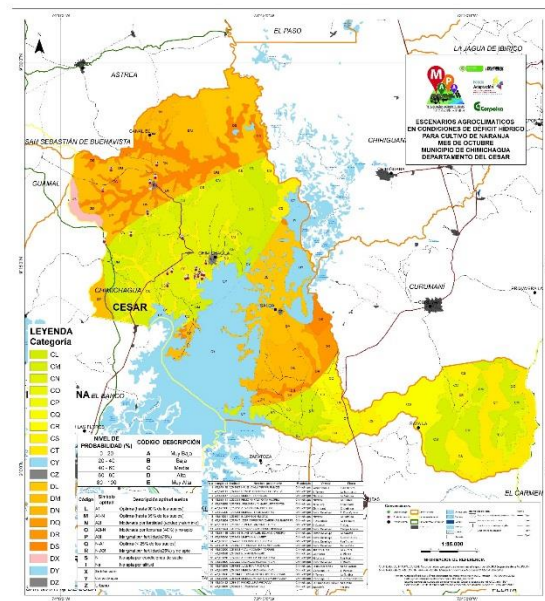
Agosto



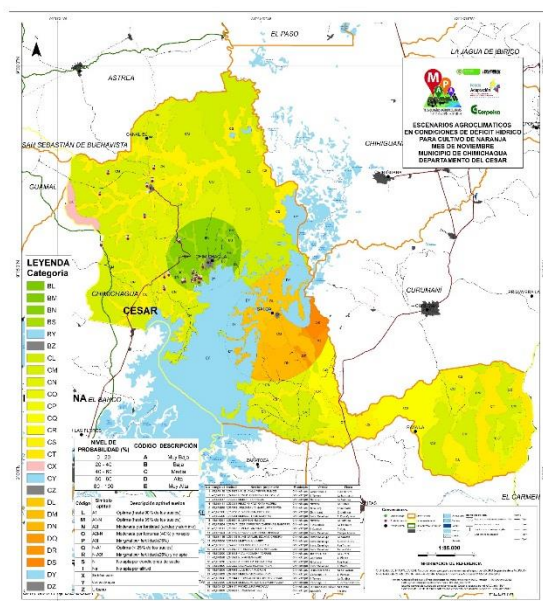
Septiembre



Octubre



Noviembre



LEYENDA Categoría

BL
BM
BN
BS
BY
BZ
CL
CM
CN
CO
CP
CQ
CR
CS
CT
CX
CY
CZ
DL
DM
DN
DQ
DR
DS
DY
DZ

Código	Símbolo de aptitud	Descripción de la aptitud de los suelos
L	A1	Óptima (hasta 90 % de los suelos)
M	A1-N	Óptima (hasta 35 % de los suelos)
N	A2f	Moderada por fertilidad (acidez y aluminio)
O	A2t-N	Moderada por texturas (40 %) y no apto
P	A3f	Marginal por fertilidad (75 %)
Q	N-A1	Óptima (< 25 % de los suelos)
R	N-A3f	Marginal por fertilidad (25 %) y no apto
S	N	No apta por condiciones de suelo
T	Na	
X	Sin información	
Y	Cuerpos de agua	
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 naranja en el municipio de Chimichagua bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis marzo – noviembre. Fuente: Corpoica (2015b).

Tabla 3. Calendario fenológico para el cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua.

Etapas fenológicas	Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sept				Oct				Nov			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Floración																																				
Formación del fruto																																				
Crecimiento del fruto																																				
Cosecha																																				

Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta: la probabilidad de exposición a déficit hídrico es mayor entre los meses de junio y octubre (40 a 80%), se desarrollan etapas de floración, formación y crecimiento de fruto; los demás meses se mantienen con una probabilidad del 20 al 60 %, aunque con ciertas excepciones hacia el norte del municipio, donde esta probabilidad alcanza valores entre 60 y 80%. El calendario fenológico de la naranja muestra dos épocas de floración y dos de cosecha las cuales pueden verse afectadas por condiciones de déficit hídrico.

Como lo cita Correa et al. (2013) déficit hídrico puede causar abscisión y caída de fruto y afecta el crecimiento vegetativo, este efecto depende de la intensidad y duración de la sequía, y de la época en que ocurre dentro del ciclo del cultivo. Según estas afirmaciones, ante una condición de déficit el sistema productivo se ve seriamente afectado, disminuyendo su producción y rendimiento. La floración en los cítricos se induce en la época seca y la flor se presenta aproximadamente dos semanas después de iniciarse la época lluviosa. La fase fenológica crítica de la producción de la naranja se presenta entre la floración y el cuajado del fruto, unas 10 a 12 semanas después de la caída de pétalos (antesis). Un déficit hídrico en esta fase puede ocasionar caídas dramáticas de la producción, por lo que habría respuesta a la aplicación de riego. Después del cuajado, el tamaño final del fruto es dependiente de la nutrición mineral proveniente de la fertilización.

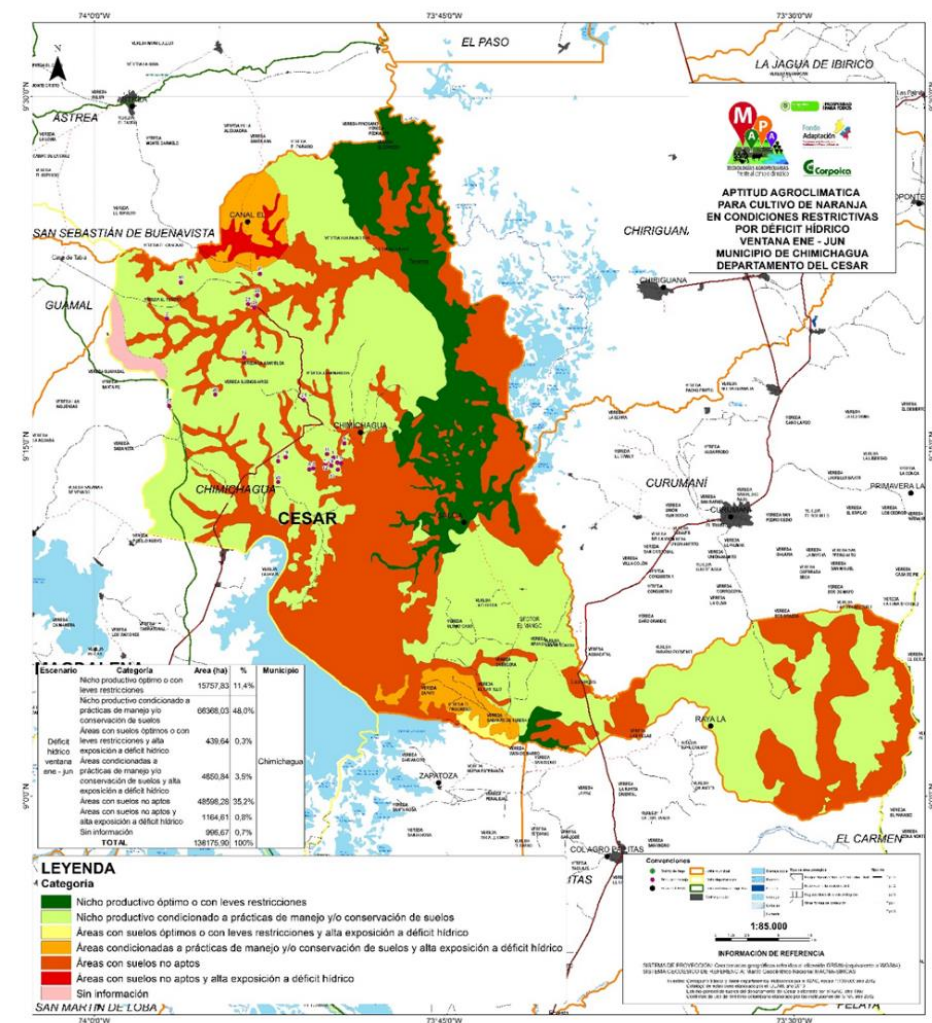


Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de deficiencias de agua en el suelo para el sistema productivo, en una ventana de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presenta una etapa fenológica específica, de acuerdo con los calendarios fenológicos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

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

Zonas de Chimichagua con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de naranja

Se presentan los mapas de aptitud agroclimática de Chimichagua para el sistema productivo de naranja, en las dos ventanas de tiempo consideradas (figuras 6 y 7). Estos integran la exposición a deficiencias hídricas para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.



LEYENDA

Categoría








-  Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
-  Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
-  Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico
-  Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico
-  Áreas con suelos no aptos
-  Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico
-  Sin información

Figura 6. Mapa de aptitud agroclimática para el cultivo de naranja en condiciones de déficit hídrico ventana enero-junio para el municipio de Chimichagua.

Fuente: Corpoica (2015b)

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

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones: de color verde oscuro, ocupa el 11,4 % del municipio (15.757 ha).

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos: color verde pálido, representa el 48 % del municipio (63.368 ha).

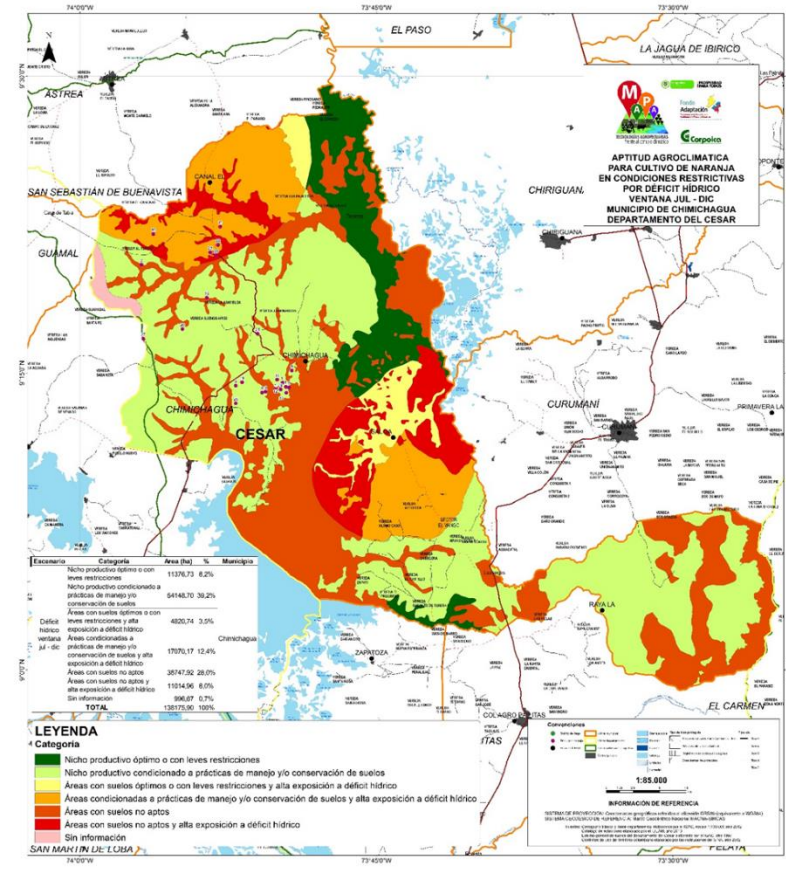
Área con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico: color amarillo pálido, ocupa el 0,3 % del municipio (439,7 ha).

Áreas condicionadas a manejo y conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico: color amarillo quemado, ocupa el 3,5 % del municipio (4850 ha).

Áreas con suelos no aptos: color naranja, ocupa el 35,2 % del municipio (48.598 ha).

Áreas con suelo no aptos y alta exposición a déficit hídrico: color rojo, ocupa el 0,8 % del municipio (1164 ha).

Sin información: color rosado, ocupa el 0,7 % del territorio del municipio (996 ha).



LEYENDA
Categoría

- Nicho productivo óptimo o con leves restricciones
- Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos
- Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas con suelos no aptos
- Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico
- Sin información

Figura 7. Aptitud agroclimática para el cultivo de naranja en condiciones de déficit hídrico ventana julio-diciembre para el municipio de Chimichagua. Fuente: Corpoica (2015b)

Las aptitudes agroclimáticas identificadas en Chimichagua, en la ventana de julio a diciembre, fueron:

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones: de color verde oscuro, ocupa el 8,2 % del municipio (11.376 ha).

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos: color verde pálido, representa el 39,2 % del municipio (54.148 ha).

Área con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico: color amarillo pálido, ocupa el 3,5 % del municipio (4820 ha).

Áreas condicionadas a manejo y conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico: color amarillo quemado, ocupa el 12,4 % del municipio (17.070 ha).

Áreas con suelos no aptos: color naranja, ocupa el 28 % del municipio (38.747 ha).

Áreas con suelo no aptos y alta exposición a déficit hídrico: color rojo, ocupa el 8 % del municipio (11.014 ha).

Sin información: color rosado, ocupa el 0,7 % del territorio del municipio (996 ha).

Para mayor información sobre la aptitud agroclimática del sistema productivo de la naranja en Chimichagua, consultar el SE-MAPA.

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

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

Información agrometeorológica: 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.

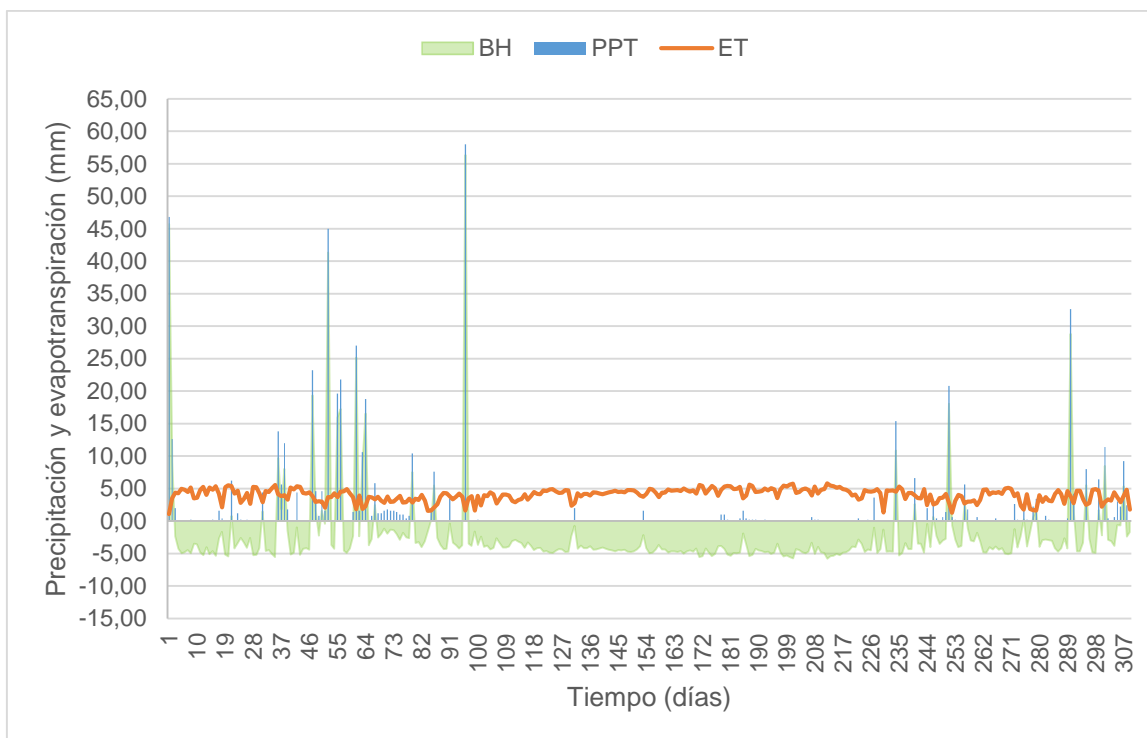
- Datos referidos al estado de la atmósfera (tiempo meteorológico): obtenidos mediante una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: monitoreo de la humedad del suelo mediante sensores o determinaciones físicas.
- Fenología y crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas.
- Eventos extremos del clima y sus impactos en la agricultura: eventos extremos que afectan el cultivo, tales como excesos y déficit de agua, heladas y deslizamientos.
- Distribución temporal y de cultivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra y cosecha.

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, principalmente en etapas fenológicas críticas y relacionadas con las exigencias meteorológicas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos.³

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

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de naranja ante condiciones restrictivas de humedad del suelo en Chimichagua

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 naranja en Chimichagua. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de agosto del 2015 y junio del 2016. El estado del agua en la atmósfera y el suelo se presenta en el balance hídrico atmosférico (figura 8, superior) y en el comportamiento hídrico del suelo (figura 8, inferior).



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

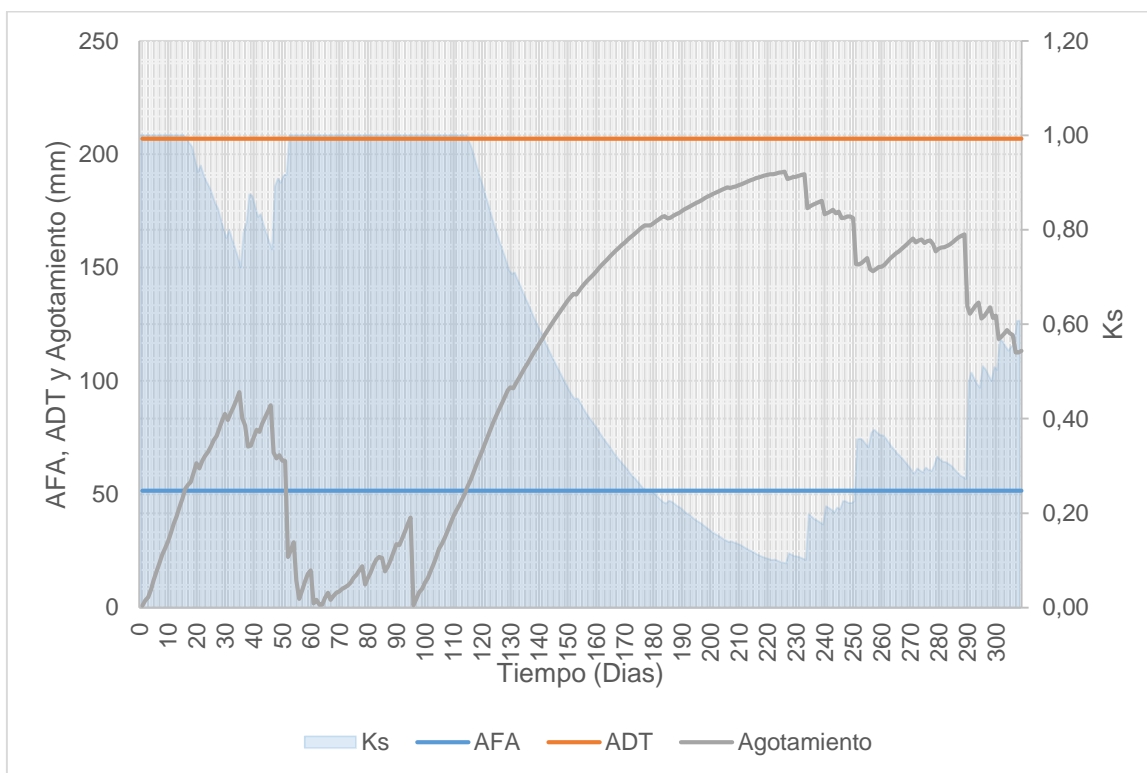


Figura 8. Superior. Balance hídrico atmosférico. Inferior. Balance hídrico del suelo en el sistema productivo de naranja en el municipio de Chimichagua (Cesar) entre los meses de agosto de 2015 y junio de 2016. BH: balance hídrico, PPT: precipitación y ET: evapotranspiración. Ks: coeficiente de estrés hídrico, AFA: agua fácilmente aprovechable y ADT: agua disponible total.

En el balance hídrico atmosférico, los meses que presentaron excesos hídricos fueron octubre y noviembre de 2015 y estos mayo y junio de 2016, que corresponden al período comprendido entre los días 37-95 y 235-307 respectivamente. En el balance hídrico agrícola se muestra el comportamiento de la lámina de agua disponible (fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente del suelo), el agua fácilmente aprovechable (AFA) (agua capilar retenida en los mesoporos del suelo) y el agotamiento de agua, relacionado con el consumo del cultivo, en la parcela de integración durante el periodo de evaluación. Se evidencia que el agotamiento, es decir la cantidad de agua faltante en la zona radicular, con respecto a la capacidad de campo sobrepasa el AFA en varios momentos, con excepción a los meses de octubre y noviembre

debido a que las precipitaciones no permitieron que se presentara déficit hídrico. Después de que el consumo en la zona radical exceda a AFA, el agotamiento será lo suficientemente alto como para limitar la evapotranspiración del cultivo, lo cual indica estrés hídrico por déficit de agua en el suelo (Allen et al., 2006).

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

a. Riego por goteo

Se planteó la instalación de un sistema de riego que busca suplir las necesidades hídricas del cultivo en los periodos de déficit hídrico que se observan en la Figura 8, para lo cual fue importante conocer las propiedades físicas del suelo (capacidad de retención de humedad, densidad aparente, textura y velocidad de infiltración), la densidad y el arreglo de la plantación, la profundidad efectiva del cultivo, el área a regar y la calidad del agua para riego. Adicionalmente, es necesario contar con un diseño previo, el cual debe realizarse basado en el levantamiento topográfico del lote, para contemplar la ubicación de la fuente de agua y de la tubería principal, secundaria y los laterales con los emisores.

La necesidad de riego del cultivo de la naranja tiene en cuenta varios factores como:

- I. Textura del suelo areno-franco.
- II. Densidad aparente y real de 1,7 y 2,44, respectivamente.
- III. La capacidad de almacenamiento y retención de humedad del suelo [capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP)] con valores de 12,52 y 5,98, respectivamente.
- IV. Evapotranspiración promedio de 4,8 mm/día⁴, registrada en la estación meteorológica ubicada en la parcela de integración.

⁴ Tomada como promedio del reporte diario de la estación meteorológica ubicada en la finca.

- V. Coeficiente del cultivo (K_c) de 0,8 para los diferentes estadios de la plantación (Allen, 2006).
- VI. Lámina neta a recuperar de 16,44 mm.

Bajo las condiciones presentes del sistema productivo, se planteó un diseño hidráulico de riego localizado de alta frecuencia, mediante emisores de tipo gotero que aseguraron un caudal por árbol de 8 l/hora, diferenciado en dos módulos. Se ubicaron seis goteros por árbol con una frecuencia de cada tres días, a manera de anillo, como se observa en la figura 9. Los goteros fueron instalados en una manguera lisa para riego de 16 mm de diámetro, que se conectó a una tubería en PVC de alta presión de 1½", a su vez conectada a una electrobomba de 2 HP de presión. El agua destinada para riego provino de un pozo a 60 metros de profundidad; el líquido se extrajo con ayuda de una electrobomba sumergible tipo lápiz de 4 HP, la cual descargó a los tanques de almacenamiento para su posterior redistribución en las plantas (Corpoica, 2016).

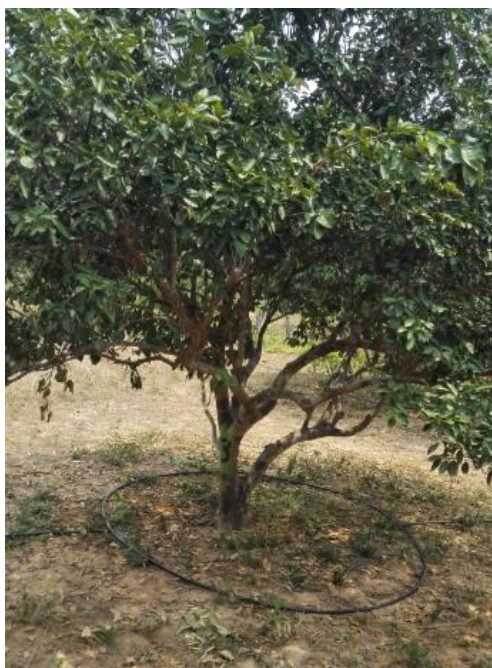


Figura 9. Riego en anillo para el sistema productivo de naranja.
Fuente: Corpoica (2016).

b. Manejo de la fertilidad del suelo

La fertilización afecta directamente la rentabilidad del cultivo al incrementar los rendimientos con la aplicación de fertilizantes, disminuyendo el costo por kg de fruta; sin fertilización, las producciones son bajas y de menor calidad (Corpoica, 2014). Esta se debe basar en suplir los requerimientos de la planta, complementando y reponiendo. Para conocer el contenido de nutrientes del suelo y el estado nutricional de las plantas se realizan los análisis de suelo y tejido foliar.

La formulación del plan de fertilización se debe realizar a partir del análisis de suelo y foliar. Según la FAO (2013), al suelo se le deben realizar análisis periódicos que permitan conocer algunas propiedades físicas y de fertilidad química, para programar un plan de fertilización. De no realizar este plan adecuadamente, las plantas pueden sufrir una serie de desórdenes fisiológicos y nutricionales que afectan su rendimiento. Cada tipo de cultivo tiene unos requerimientos nutricionales y el suelo contiene estos elementos en cantidades variables que pueden o no satisfacer dicha demanda nutricional. Para conocer en qué componentes se debe ajustar el suelo, en cada área de cultivo, se debe determinar mediante análisis que permitan diseñar las recomendaciones más adecuadas.

Para el manejo de la fertilidad del suelo se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Análisis de suelo

Dentro de cada unidad de muestreo se toma una muestra de suelo que es en realidad una “muestra compuesta” (Brady & Weil, 1999). El procedimiento recomendado para la toma de muestras de suelo es:

- Limpiar la superficie del suelo en un área aproximada de 40 cm x 40 cm, eliminando material vegetal y objetos que pudiesen alterar la composición de la muestra.
- Hacer un hueco en forma de V de un ancho de 15 a 20 cm con el palín a una profundidad de 20 cm aproximadamente.
- Cortar una fracción con el palín de un espesor de 3 cm en la pared del hueco y depositar en un balde.
- Se debe repetir esta actividad 10 veces, tratando de abarcar en zigzag, Z o W los diferentes estratos del lote a muestrear. Luego unificar todas las submuestras y extraer una cantidad de un kilogramo para enviar al laboratorio para su posterior análisis.

Análisis foliar

Se debe hacer un recorrido de la misma manera que para el de suelos, buscando abarcar todos los estratos del lote (zigzag, Z, W), tomando por lo menos 10 muestras de tejido vegetal (30 a 40 hojas de 6 a 8 meses de edad). Estas corresponden al penúltimo crecimiento de la brotación

Con los resultados de las condiciones en las cuales se encontraba el suelo para este sistema productivo, el requerimiento de nutrientes en árboles adultos mayores de 12 años (tabla 4) y teniendo en cuenta el estado fisiológico del cultivo, se calcularon las cantidades de fertilizantes a aplicar por árbol y por tratamiento, en el que el testigo no contó con la aplicación de fertilizantes y los tratamientos 1, 2, 3 y 4 corresponden a diferentes porcentajes: 125 %, 100 %, 75 % y 50 %, respectivamente (tabla 5). Estos porcentajes se subdosificaron en tres aplicaciones durante el periodo de validación y se aplicaron en el momento en el que el suelo tuviese la humedad indicada (capacidad de campo). Se pesaron las cantidades indicadas, según los análisis previos, y se distribuyeron en el tercio medio del plato guiado por la sombra de la copa, buscando que las raíces secundarias y absorbentes tuvieran a su disposición las cantidades nutricionales requeridas.

Adicionalmente, buscando mejorar las condiciones del suelo se aplicó, en dos momentos, una cantidad de dos kg de materia orgánica por planta, ya que según la FAO (2013), esta influye en la fertilidad del suelo y en sus características físicas y químicas, aportando mejoras en los siguientes aspectos:

- Reserva de nutrientes.
- Condiciones físicas del suelo (estructura y porosidad).
- Actividad microbiológica en el suelo.
- Infiltración frente a la escorrentía superficial, disminuyendo la erosión del suelo.

Tabla 4. Necesidades nutricionales de los cítricos.

	Peso seco árbol (kg)	Peso fresco Cosecha	Consumo anual en el crecimiento y desarrollo de nuevos órganos (g)			% cubierto por reservas			Necesidades anuales (g)		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K
Plantón (2 años)	1,2	-	6,8	0,8	3,6	25	12	22	5,1	0,7	2,8
Área en desarrollo (6 años)	32	28	210	18	121	32	16	28	142	15	87
Árbol adulto (12 años)	102	120	667	53	347	32	17	29	453	44	246

Fuente: García, 2013.

Tabla 5. Cantidades nutricionales validadas en el cultivo de naranja en Chimichagua, Cesar.

Descripción	Grados de fertilizante	Cantidad anual de fertilizante (g/árbol)
0% de fertilización	25-4-24	0
	18-46-0	0
	0-0-60	0
	3-0-0-6(S)-2,5(B)-0,5(Cu)-17(Si)-15(Zn)	0
	Lombricompost	0
125% de fertilización	25-4-24	5.000
	18-46-0	50
	0-0-60	100
	3-0-0-6(S)-2,5(B)-0,5(Cu)-17(Si)-15(Zn)	375
	Lombricompost	2.000
100% de fertilización	25-4-24	4.000
	18-46-0	40
	0-0-60	80
	3-0-0-6(S)-2,5(B)-0,5(Cu)-17(Si)-15(Zn)	300
	Lombricompost	2.000
75% de fertilización	25-4-24	3.000
	18-46-0	30
	0-0-60	60
	3-0-0-6(S)-2,5(B)-0,5(Cu)-17(Si)-15(Zn)	225
	Lombricompost	2.000
50% de fertilización	25-4-24	2.000
	18-46-0	20
	0-0-60	40
	3-0-0-6(S)-2,5(B)-0,5(Cu)-17(Si)-15(Zn)	150
	Lombricompost	2.000

Fuente: Corpoica, 2016.

Ventajas comparativas de las opciones tecnologías integradas

Las opciones tecnológicas descritas anteriormente son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y de conservación de suelos, y deben ser ajustadas para cada sistema productivo, de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Con base en la información validada en la parcela de integración se encontró que la aplicación de riego por goteo frente a la aplicación de riego de manera convencional (canecas), lleva a una reducción de la mano de obra hasta del 75 % destinada para esta actividad, además la implementación de los diferentes niveles de fertilización llevó a mostrar diferencias significativas, de acuerdo con las características de la plantación y el sitio de validación, para la cantidad y el diámetro de los frutos. En la tabla 6 se muestran los datos de cosecha en cuanto al número de frutos por calidades (primera, balín y puntilla).

Tabla 6. Producción de la parcela de integración en el municipio de Chimichagua por tamaño y el número total por tratamiento.

Tratamiento	Calidades			Total
	Primera	Balín	Puntilla	
T ₀ Sin fertilización	8.000	4.000	3.000	15.000
T ₁ 125 % fertilización	9.000	6.000	4.234	19.234
T ₂ 100 % fertilización	16.000	7126	5.500	28.626
T ₃ 75 % fertilización	11.126	9.800	7.200	28.626
T ₄ 50 % fertilización	4.500	2.800	1.200	8.500
Total de producción (Unidades)				99.986

Para el número de frutos, según lo muestra la tabla 6, los mejores niveles de fertilización, los mejores tratamientos fueron el 2 y el 3, con un número de frutos de 28.626 para cada uno, no obstante, las diferencias entre estos tratamientos se ven en el número de frutos para cada categoría de calidad.

La comercialización de frutos del sistema productivo se realiza directamente desde la finca, donde el principal criterio de clasificación es el peso/fruto;⁵ sin embargo, para el periodo de cosecha validado el precio pagado al productor fue de \$ 50 por fruto, en general. Por lo tanto, los tratamientos que presentaron los mayores ingresos fueron los 2 y 3 con 8.113.946 \$/ha, seguido del tratamiento 1 y del testigo con \$ 5.451.814 y \$ 4.251.701, respectivamente.

El análisis de la influencia de los tratamientos sobre el diámetro de los frutos hasta los 28 días, luego del inicio del estado de desarrollo del fruto, indicó, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$) presentada en la tabla 7, que entre los tratamientos 1 y 2 no existieron diferencias significativas, pero sí se presentaron entre los anteriores y los otros tres tratamientos (0, 3 y 4). Esto demuestra que el tratamiento dos, con el 100 % de los elementos necesarios requeridos, de acuerdo con los análisis de suelos y foliar, llevó a producir la mayor cantidad de frutos con un diámetro promedio mayor, frente a los otros tratamientos validados.

Tabla 7. Prueba de comparación comparación múltiple de medias de Tukey.

Tratamiento	Medias	n	
2	0,84	36	A
1	0,81	36	A
3	0,74	36	B
4	0,74	36	B
0	0,73	36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la opción tecnológica de fertilización se concluye que para las mediciones realizadas hasta los 28 días después de iniciado el estado fenológico de desarrollo del fruto, distribuidos en cuatro mediciones, los frutos que presentan mayor diámetro son aquellos que tuvieron influencia de los tratamientos 1 y 2. Pese a este comportamiento, lo anterior no representa mayor beneficio para el productor, puesto que la fruta se comercializa por cantidad y no por calidades, lo que implicaría una búsqueda de mercado diferente para darle valor a esta cualidad y que se pueda ver retribuida económicamente.

⁵ Pesos promedios tomados en campo, según la calidad correspondiente, son: primera 333 g, balín 171 g y puntilla 104 g.

Teniendo en cuenta que la mano de obra para el cultivo de naranja en Chimichagua-Cesar, es familiar y que los ingresos se ven reflejados por la cantidad de frutos producidos, según el análisis socioeconómico el tratamiento que se debe implementar es el tres (75 %), que produce una gran cantidad de frutos, siendo el que mayor ingreso monetario disponible por hectárea genera, además de los menores costos monetarios o pagados, producto del esquema de fertilización establecido, volviéndolo atractivo porque disminuiría los costos de producción de este cultivo.

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de naranja a condiciones restrictivas de humedad de suelo en el municipio de Chimichagua, Cesar

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

Selección de material vegetal para propagación

La copa debe ser de una variedad que se desarrolle bien de acuerdo con los suelos, el clima y demás condiciones que acompañarán al sistema productivo para obtener resultados óptimos de producción. Como punto clave se deben tener en cuenta aspectos como los canales de comercialización a los que estará dirigido el producto.

Los principales requisitos de un buen patrón o portainjerto, según Arana & Arana (2008), son:

1. Frutos con un alto número de semillas incrementan el rendimiento de semillas/fruto.
2. Semillas con un alto número de embriones nucleares para facilitar una descendencia uniforme y de características similares a la planta madre.
3. Planta de fácil manejo en vivero (germinación, nutrición, injertación, prendimiento, vigor, precocidad, resistencia a enfermedades, etc.).
4. Resistencia a problemas fitosanitarios (pudriciones radicales, nematodos, virus y viroides).

5. Adaptación al suelo y al clima en donde se va a desarrollar la variedad injertada; solo así se logrará un adecuado desarrollo vegetativo y productivo.
6. Resistencia o tolerancia a sequía, humedad y encharcamiento del suelo y otras características, como se observa en la tabla 8.
7. Adaptación a condiciones específicas del suelo: textura (suelos arcillosos, arenosos, intermedios, francos, etc.), pH (alcalinos, ácidos, neutros), topografía (pendientes, plano, quebrados, etc.).

Se debe tener en cuenta a la mayoría de variables climáticas de la estación meteorológica más cercana, a las condiciones de suelo y a las zonas colindantes con el sistema productivo que puedan orientar, para definir el material adecuado para la zona.

Tabla 8. Características de expresión de algunos patrones para el cultivo de naranja.

	Portainjertos*										
	Cleo	Volk	Troy	Carr	CPB	Rug	Rang	Eng	SxE	SxJ	F.Dr
Salinidad	R	T	S	S	T	T	R	S	S	S	S
Textura liviana	T		T		R	R	R	S			
Textura pesada	T	S	T		T	S	S	T			
Exceso de agua	T	S	S	S	T	S	S	T	S		
Déficit de agua	T	T	S	S	T	T	R	S	S		S
Demanda nutrición	N		A	A	A		N	A	A	E	N
Acidez								T			
Nematodos	S	S	S	T	T	S	T	T	T		T
Phytophthora	R	S	R	R	R	S	S	R	R		T
Tristeza	R	T	T	R	R	T	T	R	T		T
Psorosis	T	T	T	R	S	T	S	T	T		T
Exocortis	T	T	S	T	S	T	S	S	S		T

***Cleo:** Cleopatra. **Volk:** Volkameriana. **Troy:** Troyer. **Carr:** Carrizo. **CPB:** CPB4475. **Rug:** Rugoso. **Rang:** Rangpur. **Eng:** English. **SxE:** Sunki x English. **SxJ:** Sunki x Jacobson. **F.Dr:** Fying dragon. **A:** Alta. **E:** Exigente. **N:** Normal. **R:** Resistente. **S:** Susceptible. **T:** Tolerante.

Fuente: Arana y Arana (2008)

La copa con la que cuenta el sistema productivo de naranja en la parcela de integración es margarita y el patrón es limón agrio.

Manejo integrado de Plagas y Enfermedades.

Esta alternativa de manejo consiste en disminuir las poblaciones de organismos nocivos para el sistema productivo y a su vez reducir el impacto que generan en el cultivo de naranja. Para este caso, los problemas fitosanitarios más limitantes son las termitas y la gomosis (*Phytophthora parasitica* y *Phytophthora citrophthora*).

Termitas

Según Ripa y Droguett (2008), debido al hábito de esta especie, el principal daño se ha observado en árboles a la altura del cuello de la planta, donde se alimenta de la corteza y cambium, impidiendo el transporte de savia. También se ha observado daño en el xilema del tronco de árboles vivos de aguacate y cítricos. En cítricos se ha observado que el ataque de termitas causa clorosis generalizada de árboles jóvenes (2-3 años) y su posterior muerte.

Según Corpoica (2013), las termitas son la plaga de mayor incidencia en cítricos cultivados en diferentes zonas de la región Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Magdalena).

Para el seguimiento de la población de termitas es importante considerar lo siguiente:

Instalar trampas para el monitoreo de poblaciones de la plaga, siguiendo diferentes transectos en la parcela.

La escogencia del tipo de cebo para las trampas depende de las condiciones del lote a muestrear. Si el lote es inundable o el muestreo es en temporada de lluvia, se aconseja emplear las estacas de madera, que consisten en trozos de madera susceptible al ataque por comején (bajo contenido de taninos). Son estacas de 20 cm de largo por 4 cm de ancho y 4 cm de grosor, las cuales terminan en punta para facilitar la introducción en el suelo. Las estacas se entierran dejando 4 cm asomados en la superficie. Este trozo se pinta con aerosol o pintura de color fluorescente para encontrarlo con facilidad. Se aconseja humedecer las estacas, sumergiéndolas en agua por lo menos 24 horas antes de enterrarlas en campo.

Si el lote no se inunda o es temporada seca, se puede emplear el cartón corrugado que es de menor costo. Se pueden emplear rollos de cartón corrugado cubiertos por una botella plástica (1 L). Se corta la parte superior de la botella, la cual se descarta, el rollo de cartón se introduce en la parte inferior de la botella y se entierra de manera que el fondo de la

botella quede asomado en la superficie, el fondo se pinta con aerosol o pintura fluorescente para poder ubicar el cebo posteriormente. Se aconseja humedecer el cartón un momento antes de enterrarlo en campo; los cebos se ubican siempre cerca a los árboles, en promedio a 1 m de la base del árbol.

Las trampas se deben monitorear quincenalmente.

Esta plaga se controla a través de aplicaciones de insecticidas residuales al suelo y uso de cebos. Los insecticidas residuales deben localizarse en el suelo al nivel en el cual las termitas se desplazan y donde se ubican las raíces de los árboles. En el uso de cebos, las obreras se alimentan de una matriz que contiene un insecticida, por ejemplo, un inhibidor de la síntesis de quitina, el cual transportan a la colonia. Por lo general, se requiere un período de 8 a 12 meses para la extinción de la o las colonias (Ripa & Droguett, 2008). El insecticida utilizado en el sistema productivo fue fipronil ($400 \text{ cm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) de manera dirigida y por la ruta de circulación de las termitas.

Gomosis

Según el ICA (2012), las lesiones (exudaciones de goma) se desarrollan más rápidamente en sentido vertical en el árbol. Los exudados son solubles en agua, por lo que pueden desaparecer después del riego o de la lluvia. Las plantas afectadas presentan un color verde pálido en el follaje y la mayoría de las veces las nervaduras se tornan amarillas. Se producen escasos brotes y la planta presenta un aspecto decaído.

Se recomienda monitorear la incidencia en el lote quincenalmente, tomando 20 plantas por hectárea y siguiendo diferentes trayectos en la parcela (X, W, Z).

El manejo que se le dio cuando se presentó en el sistema productivo fue desarrollar un plan de fertilización basado en el análisis de suelo, evitando los excesos de aporte de nitrógeno, desinfectar permanentemente las herramientas de poda y las que se utilicen para remover el exudado, aplicar una pasta cicatrizante a base de cobre más un insecticida (fipronil) para prevenir el ingreso de otros organismos perjudiciales, dar manejo adecuado a los residuos de exudados para no diseminar la enfermedad, aplicar fungicidas preventivos y pintar el tronco de las plantas (Corpoica, 2016).

Otras prácticas se podrían tomar, como las mencionadas por el ICA (2012), en las que se recomienda:

- Adquirir material de buena calidad fitosanitaria en viveros registrados.
- Las plantas deben estar injertadas por encima de los 30 cm de altura del patrón.
- Sembrar plantas injertadas sobre patrones resistentes a la enfermedad.
- Diseñar un buen drenaje que evite la acumulación de agua en la base de los árboles.
- Evitar los daños mecánicos en el tronco durante las labores agrícolas.
- Evitar alternancia de períodos de sequía y riego abundante, si se suministra riego artificial.

Podas

Para el sistema productivo de naranja en Chimichagua, se implementó una poda sanitaria o de mantenimiento que consistió en eliminar ramas con problemas fitosanitarios muy avanzados o muertas, chupones, rebrotes o ramas fuera de sitio. Es importante mencionar otros tipos de podas (Ifapa, 2007): de plantación, formación, mantenimiento y de regeneración-renovación. Es importante tener en cuenta las condiciones en que se encuentre el cultivo para realizar la práctica. Se recomienda desinfectar las herramientas con hipoclorito al 1 %, para evitar propagar o diseminar cualquier agente patógeno a plantas sanas.



Figura 10. Ramas a podar con problemas fitosanitarios y en senescencia.

Fuente: Corpoica (2016).

Posteriormente se debe proceder a cicatrizar las heridas causadas mayores a dos centímetros, preparando una pasta bordelesa con media libra de cal, cuatro onzas de sulfato de cobre, más insecticida (fipronil) para prevenir el ingreso de insectos y enfermedades. Es importante preparar solo la cantidad que se va a utilizar el día de la poda para no incurrir en pérdida de insumos.

Manejo de cosecha y poscosecha de frutos

Cuando la altura de los árboles es elevada se deben utilizar escaleras y tijeras que faciliten la cosecha, buscando no causar heridas a la planta. Se debe tratar de no disponer los frutos colectados en lugares con exceso de humedad, puesto que se estaría facilitando la entrada de agentes infecciosos mediante heridas o vectores de estas, ya que se crean las condiciones propicias para su diseminación.

Es importante comenzar con las labores de cosecha a tempranas horas del día, buscando la mayor agilidad en la actividad, evitando la exposición de la fruta y del personal a los rayos solares. La manipulación de la fruta colectada debe realizarse con cuidado para no causar daños mecánicos, bajo condiciones de asepsia y trazabilidad que garanticen su estado, porque de este manejo dependerá la vida poscosecha del producto.

Lo propuesto en la parcela de integración fue seleccionar en campo los frutos, sobremaduros, podridos o dañados por insectos pájaros u hongos, o con defectos que los vuelvan inapropiados para la comercialización (estas pérdidas deben oscilar entre el 3 % y el 5 %), posteriormente se dispuso el producto en lonas y fue almacenado en lugares sombreados y retirados de la fruta en buen estado.

Estas prácticas reflejan un mayor ingreso a los productores, ya que se reduce el número de pérdidas, siendo mayor el número de frutos vendidos, puesto que la comercialización es por unidad y no por tamaño. Este manejo se implementó buscando incentivar y llamar la atención de nuevos mercados a los que se les garantizará la calidad de la fruta.

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

Manejos de arvenses como cobertura

Utilizar coberturas para la protección del suelo y como cultivo asociado en las épocas de exceso hídrico previene el deterioro de la calidad del suelo y la pérdida de nutrientes. En el cultivo de la naranja se manejó el residuo de las coberturas vegetales que se presentaban como malezas para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, ya que es un suelo de textura areno-francoso que se podría erosionar rápidamente, además de otras condiciones climáticas que pudiesen alterar su composición (figura 11).

A las especies a las que se les designa esta función son útiles para proveer una cobertura durante los períodos en que se presentan excesos de agua, así mismo, podrían servir como fuente alimenticia humana o animal.

Las ventajas que presentan las coberturas, según Pound (1999), son las siguientes:

Los cultivos de cobertura están experimentando una expansión rápida en ciertas zonas de América Latina. Esto puede ser parcialmente atribuido a las características de las especies que son resumidas en líneas abajo:

- Costo bajo: una vez que las semillas están disponibles (y pueden ser provistas de agricultor a agricultor), hay poco costo en dinero efectivo para el agricultor.
- Simplicidad: no hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados para su manejo.
- Bajo riesgo: el tamaño grande de las semillas de muchas especies (por ejemplo, *Canavalia*, *Mucuna*, *Vicia faba*) facilita la siembra y reduce las pérdidas al momento del establecimiento.
- Versatilidad: las especies tienden a tener un rango ecológico bastante amplio. *Canavalia ensiformis* es un buen ejemplo, la cual prospera en condiciones húmedas o semiáridas, y a pleno sol o sombra parcial.
- Competitividad: pese a que las especies varían en su vigor, esta es una característica que permite su selección de acuerdo con el nivel de competitividad requerida; algunas especies (por ejemplo, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens*, *Calopogonium*

mucunoides) son apropiadas para competir con malezas agresivas (por ejemplo, *Imperata cylindrica* y *Rottboellia cochinchinensis*).

- Variabilidad: existe un inmenso rango del cual escoger la mejor combinación de características, por ejemplo:

Duración: estacional o perenne (por ejemplo, *Cajanus cajan*).

Hábito: postrado (por ejemplo, *Arachis pintoi*), erecto (por ejemplo, *Crotalaria cea*) y trepador (*Vigna unguiculata*).

Vigor: muy vigoroso a crecimiento lento (por ejemplo, *Arachis pintoi*).

Tolerancia a condiciones extremas: a frío, calor, sequía e inundación.

Resistencia a plagas: el daño por insectos es generalmente limitado.

Degradación: el deterioro de la materia vegetativa es variable y puede estar ligado a la necesidad sincronizada de nutrientes por parte de los cultivos.



Figura 11. Manejo de arvenses en cultivo de naranja como cobertura para el suelo.
Fuente: Corpoica (2016).

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de naranja en Chimichagua, 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. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y la segunda, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y su capacidad adaptativa. 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.

La siguiente sección presenta algunos criterios técnico-económicos para la implementación de la opción tecnológica presentada en la primera parte de la sección 2, basados en dominios de recomendación.

Sección 3: implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de naranja en el municipio de Chimichagua, Cesar

Dominio de recomendación

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

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

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

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

mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, acordes a las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.

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

En la tabla 9 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro se presentan el grado de exposición, el grado de sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es alta para los productores de los dominios uno, dos, tres y cuatro, y baja para los productores del dominio cinco. El grado de sensibilidad que presentan los sistemas de naranja de los productores de Chimichagua ante una condición de déficit hídrico es medio para todos los dominios. Por otra parte, la capacidad adaptativa es media para los productores de los dominios dos, tres y cinco, y baja para los dominios uno y cuatro.

Finalmente, la última columna de la tabla muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la implementación de un sistema de riego por goteo, asociada a un plan de fertilización, de acuerdo con las características de los productores de cada dominio, estableciendo proporciones y posibles

restricciones para la implementación. Para este caso resulta viable el uso de este esquema de producción para todos los productores de la zona.

Tabla 9. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de naranja de Chimichagua (Cesar).

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores minifundistas con predios de menos de 10 ha, sin acceso o uso de crédito y alta exposición agroclimática.	Alta	Media	Baja	Viable
2. Productores grandes con predios de más de 50 ha, sin acceso o uso de crédito y alta exposición agroclimática.	Alta	Media	Media	Viable
3. Productores pequeños con predios de 10 a 20 ha, con acceso y uso de crédito y alta exposición agroclimática.	Alta	Media	Media	Viable
4. Productores medianos con predios de 20 a 50 ha, sin acceso o uso de crédito y alta exposición agroclimática.	Alta	Media	Baja	Viable
5. Productores con características heterogéneas, principalmente caracterizados por estar ubicados en zonas con baja exposición agroclimática.	Baja	Media	Media	

Recomendaciones para implementar las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

Este dominio de recomendación corresponde a productores ubicados en zonas de alta exposición agroclimática a condiciones de déficit hídrico, que poseen predios minifundistas de los cuales destinan aproximadamente 1,5 ha para el cultivo de naranja. Según el análisis de vulnerabilidad, estos productores tienen una sensibilidad media, principalmente dada por la ausencia de un sistema de riego y el insuficiente manejo fitosanitario del cultivo (figura 12). Su capacidad de adaptación es baja, afectada principalmente por no poder acceder al crédito bancario, tener unas condiciones limitadas para la comercialización del producto, lo que impide unos buenos términos de intercambio y, finalmente, por presentar una alta dependencia de esta actividad económica. Sin embargo, la alta disponibilidad del recurso hídrico es una alternativa favorable para enfrentar las condiciones de déficit hídrico.

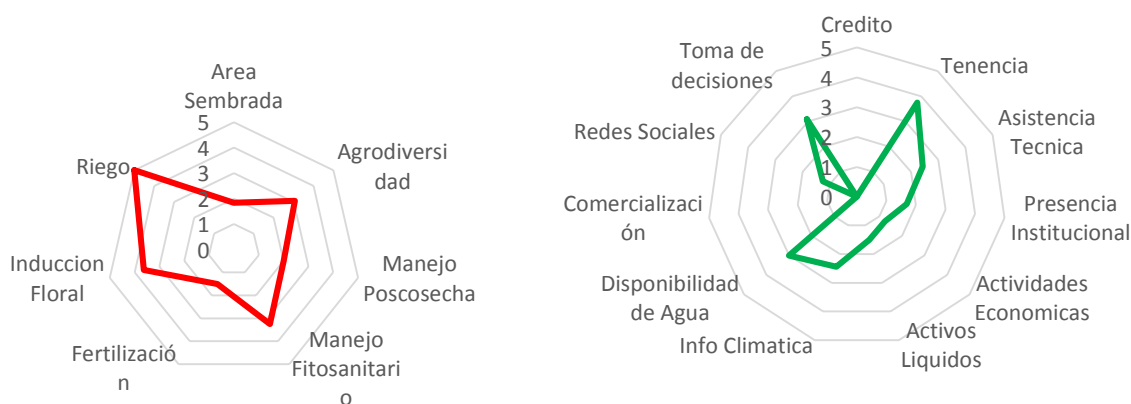


Figura 12. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 1.

De acuerdo al análisis microeconómico, resulta viable la adopción de la opción tecnológica del plan de fertilización al 75 %, en conjunto con el sistema de riego por goteo, de acuerdo con el comportamiento del capital asociado a este esquema de producción. Se resalta la disponibilidad de mano de obra como un elemento clave en la dinámica productiva, sin



embargo, se prevé que adoptando la tecnología propuesta, los productores de este dominio estarán en capacidad de vender alrededor del 15 % de mano de obra familiar con la que cuentan en cada ciclo.

Para estos productores, el acceso a crédito puede convertirse en una opción favorable para adoptar las tecnologías en nuevas áreas o incluso desde el primer periodo de tiempo, permitiendo así mejorar financieramente el sistema productivo. Igualmente, se recomienda realizar mejores prácticas de poscosecha que a su vez permitan tener unos mejores términos de intercambio al momento de la comercialización.

La adopción de las tecnologías permite al productor mantener una producción aproximada de 160.000 frutos por hectárea, por ciclo. Los productores de este dominio poseen una buena disponibilidad del recurso hídrico, no obstante, las pequeñas áreas de sus predios (menores de 10 ha) y la falta de acceso a crédito dificultan aumentar considerablemente el área cultivada.

Dominio 2

Los productores de este dominio se encuentran ubicados en zonas de alta exposición agroclimática, son considerados grandes productores, debido a que poseen predios con áreas superiores a las 50 hectáreas, y un área cultivada con naranja en promedio de tres hectáreas. La sensibilidad es media, generalmente dada por la baja diversidad agrícola existente en sus predios y por el insuficiente manejo fitosanitario y de la poscosecha (figura 13). Igualmente, su capacidad de adaptación es media, debido a la alta realización de actividades económicas y a la tenencia del predio.

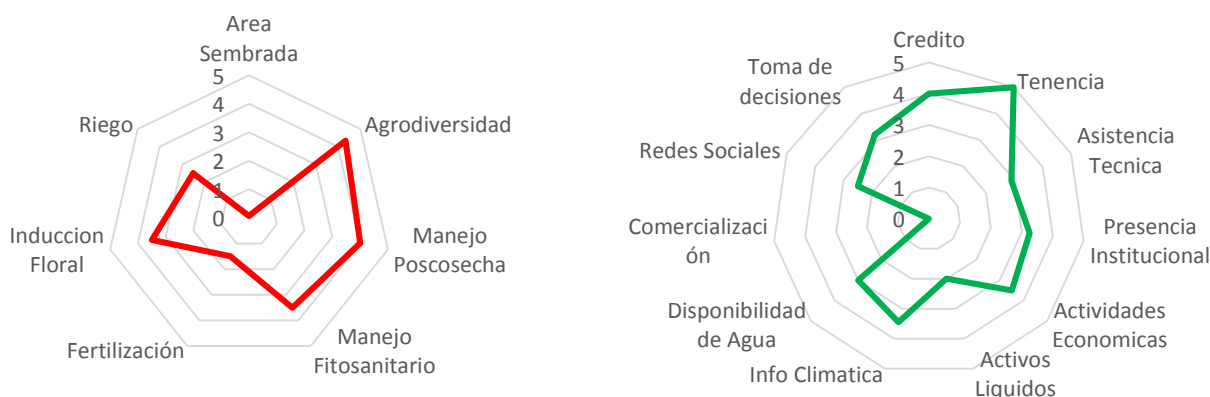


Figura 13. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 2.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis microeconómico, las opciones tecnológicas evaluadas son viables y favorecen financieramente al sistema productivo. La mano de obra es un elemento fundamental para el desarrollo del cultivo, sin embargo, los productores de este dominio no poseen mano de obra familiar suficiente, lo que hace necesario contratar aproximadamente 270 jornales por ciclo. Pero, el alto nivel de capital inicial disponible es favorable al momento de adoptar las tecnologías.

A pesar de que las opciones validadas por sus altos rendimientos recompensan los costos asociados a su implementación, es importante acceder al crédito con la finalidad de aumentar su área cultivable o empezar desde periodos iniciales su adopción. Se prevé que la producción bajo el esquema de la opción tecnológica generará alrededor de 160.000 frutos por hectárea, por ciclo.

Dominio 3

Los productores de este dominio se encuentran en zonas de exposición agroclimática alta, son considerados pequeños productores con predios de entre 10 y 20 hectáreas, de las cuales en promedio destinan dos para cultivar la naranja. Su sensibilidad es media, dada generalmente por la falta de un sistema de riego, así como el insuficiente manejo fitosanitario del cultivo y la poca agrodiversidad existente dentro del predio (figura 14). La capacidad de adaptación es media, lo que se debe a la condición de tenencia propia del predio, a la diversificación de las actividades económicas que desarrollan los productores y a la alta disponibilidad del recurso hídrico.

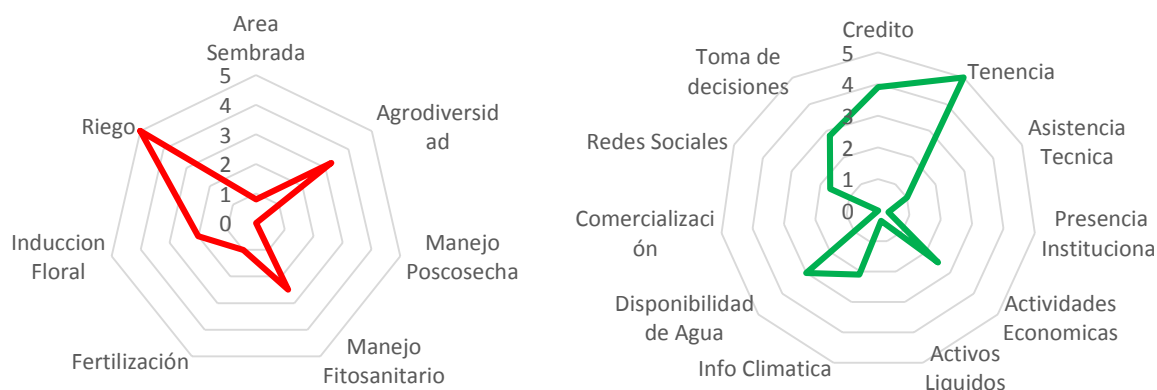


Figura 14. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 3.

De acuerdo con el análisis microeconómico, es viable la adopción de las opciones tecnológicas (plan de fertilización al 75 % y sistema de riego por goteo), no obstante, se prevé que el productor requerirá acceder a un crédito bancario para poder asumir el costo de la inversión. Así mismo, se prevé que deberá contratar mano de obra adicional a la familiar para cubrir alrededor del 45 % de la demanda laboral total del cultivo.

La producción estimada por ciclo se mantendrá en niveles de alrededor de 161.000 frutos por hectárea. Igualmente, el acceso al crédito y la disponibilidad de agua facilitan aumentar el área cultivable en periodos futuros.

Dominio 4

Este grupo de productores se encuentra ubicado en una zona de alta exposición agroclimática; ellos son considerados igualmente pequeños productores y su área cultivable aproximadamente es de dos hectáreas. Su sensibilidad es media, dada específicamente por la ausencia de un sistema de riego, por un insuficiente manejo fitosanitario y por la baja agrodiversidad existente en el predio (figura 15). Su capacidad de adaptación es baja y está afectada por la alta dependencia económica del cultivo, por la falta de presencia institucional y por la baja calidad del servicio de asistencia técnica que reciben.

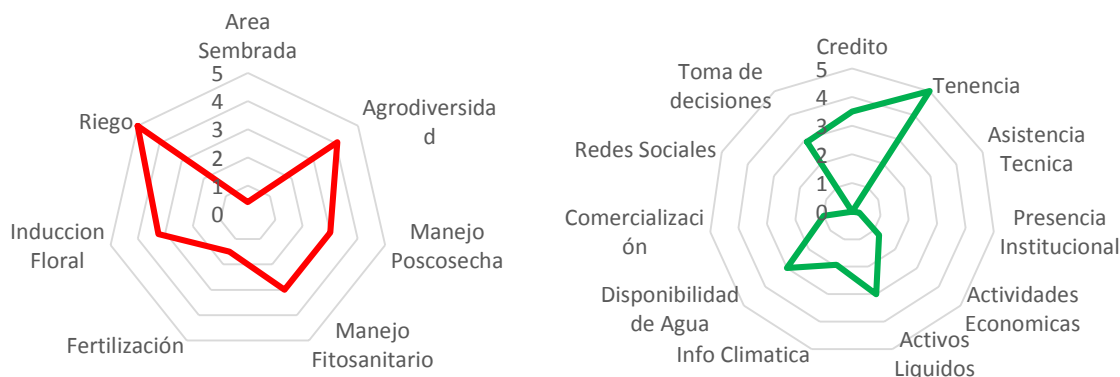


Figura 15. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de los productores del dominio 4.

De acuerdo a los resultados del análisis microeconómico las opciones tecnológicas validadas son viables para estos productores, de acuerdo con el comportamiento del capital asociado a este esquema de producción. No obstante, se prevé que requerirán tomar un crédito bancario en el primer periodo por el 20 % del costo total de la opción tecnológica. Así mismo, se prevé que se requerirá contratar fuerza laboral adicional a la mano de obra familiar, aproximadamente en un 25 % de la mano de obra total necesaria para la producción.

Según el análisis microeconómico, la producción esperada para estos productores será aproximadamente de 161.000 frutos por hectárea, por ciclo. Este dominio, igual que el dominio 3, potencialmente puede aumentar su área cultivable en periodos futuros, pues

sus condiciones socioeconómicas y biofísicas lo permiten. Sin embargo, aquellos productores con áreas cultivables superiores a 1,5 hectáreas requieren contratar mano de obra adicional.

Dominio 5

El dominio de recomendación 5 agrupa a productores con características heterogéneas, pero que se encuentran ubicados en zonas con baja exposición agroclimática. De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad, su sensibilidad es media, motivada por la falta de un sistema de riego, por un manejo fitosanitario básico y por la baja agrodiversidad existente en el predio (figura 16). Igualmente, su capacidad de adaptación es media, lo que se debe a la condición de tenencia de los predios y a la buena disponibilidad del recurso hídrico, principalmente.

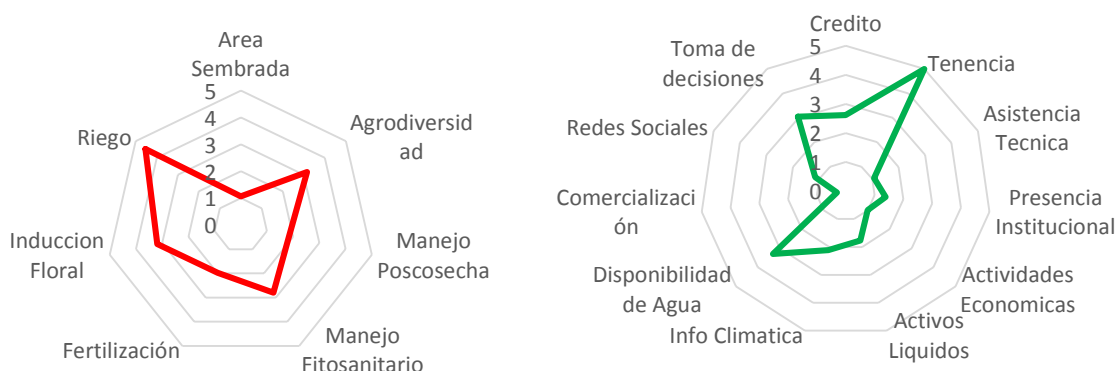


Figura 16. Indicadores de sensibilidad (izquierda) y capacidad de adaptación (derecha) de productores del dominio 5.

Es de resaltar que dada la condición de baja exposición agroclimática de los productores de este dominio, el uso de riego por goteo, asociado con un plan de fertilización, no constituye una medida de mitigación de los efectos adversos de una condición de déficit hídrico, sino una alternativa de favorecimiento financiero del sistema de producción. Aun así, se resalta que la implementación de esta tecnología es viable, de acuerdo con el comportamiento del capital asociado al esquema de producción de estos productores.

REFERENCIAS

- Allen, R. G. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *Food & Agriculture Org.*, 56.
- Arana, C., & Arana, A. (2008). *Patrones y variedades de cítricos para la región Caribe de Colombia*. (No. Doc. 22397). Bogotá: CO-BAC.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (1999). *The nature and properties of soils*. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall,
- Corpoica-CIAT. (2015). *Informe de dominios de recomendación para los sistemas productivos de Antioquia y Chocó* en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre Corpoica y el CIAT, derivado del convenio entre el Fondo Adaptación y Corpoica No. 002-2013.
- Corpoica. (2013). *Plan para el manejo de los impactos en el sector agropecuario ocasionados por la emergencia invernal*. Bogotá: Universidad Tecnológica Pedagógica de Colombia (UPTC), 4D Elements Consultores y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), sede CI Tibaitatá.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Proyecto de Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Corpoica. (2014). *Informe del Producto uno. Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Departamento de Cesar.
- Corpoica. (2015b). *Informe del Producto dos. Mapas de nichos agroclimáticos por eventos de variabilidad climática para la naranja Valencia (Chimichagua), plátano (Curumaní) y ganadería doble propósito (Valledupar)*. Departamento de Cesar.
- Corpoica. (2016). *Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de la naranja*. Municipio de Chimichagua. Departamento de Cesar. Proyecto de Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático. 48 p.

- Correa, D. L.; Orduz-Rodríguez, J. O., & Sánchez, J. E. (2013). Efecto del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de frutos de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck) en el piedemonte del Meta, Colombia. *Acta Agronómica*, 62 (2), 136.
- FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. 11-12 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>.
- García, A. (2013). *Manejo de suelos y diseño de la nutrición en cultivos de cítricos*. 8 p. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_67_Manejo%20de%20suelos%20y%20dise%C3%B1o%20de%20la%20nutrici%C3%B3n%20en%20cultivos%20de%20c%C3%ADtricos.pptx.
- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de cítricos*. 15-16 p. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getattachment/89f7ca91-2820-4d06-9826-74964de55de6/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Citricos.aspx>. IFAPA. (2007). *Poda de cítricos*. 60 p. Recuperado de https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-08-poda_citricos_07.pdf.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge, Reino Unido: 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.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Palmer, W. (1965). Meteorological drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45), 58.
- Pound, B. (1999). Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América. En *Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*.
- Ripa, R., & Droguett, I. D. (Eds.). (2008). *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. La Cruz: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.



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>