



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Limón Tahití (*Citrus latifolia* tan.)

Municipio de La Unión
Departamento de Nariño



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	
Luis Fernando Gómez Gil	Investigador Ph. D.
Roberto Argoti Eraso	Profesional de apoyo a la investigación
Mildred Katherine Pérez Cabrera	Profesional de apoyo a la investigación
Leydi Marcela Paguatian Tutistar	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D.
Jorge Iván Corzo Estepa	Profesional de apoyo a la investigación
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

A todos los integrantes del proyecto MAPA del Centro de Investigación Obonuco, en Pasto(Nariño), que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

Índice de figuras	VII
Índice de tablas.....	IX
Introducción	1
Objetivos.....	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo.....	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y municipio 4	
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en La Unión (Nariño)	4
Determinación de la exposición del sistema productivo de limón Tahití a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de La Unión (Nariño).	9
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo limón Tahití ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de La Unión (Nariño)	17
1. Riego por goteo	19
2. Fertilización integrada y fraccionada	21
Ventajas comparativas de las tecnologías integradas.....	23
Manejo de coberturas:	25
Manejo de los patrones adecuados para mejorar la resistencia sanitaria de las plantaciones:.....	26
Manejo de enfermedades:	27
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de limón Tahití, en el municipio de la unión (Nariño)	31
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión, (Nariño)	32



Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio	33
Referencias	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.	3
Figura 2. Mapas de zonificación según variables biofísicas: subzonas hidrográficas (izq.), altitud (centro) y paisajes (der.) para el municipio de La Unión, (Nariño).	5
Figura 3. Precipitación en años extremos, respecto al promedio en el municipio de La Unión (Nariño), en el periodo 1980-2011.	6
Figura 4. Aptitud del uso del suelo en el municipio de La Unión, para el sistema productivo de limón Tahití.	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de limón Tahití en el municipio de La Unión en condiciones de déficit hídrico y en las ventanas de análisis de enero a marzo.	12
Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de limón Tahití en el municipio de La Unión en condiciones de déficit hídrico y en las ventanas de análisis de octubre a diciembre. Fuente: Corpoica (2015a).	13
Figura 7. Aptitud agroclimática para el cultivo de lima ácida o limón Tahití, en condiciones de déficit hídrico en el municipio de La Unión (Nariño).	16
Figura 8. Balance hídrico atmosférico en la parcela de integración del sistema productivo de limón Tahití en La Unión (Nariño) entre abril y julio de 2015.	18
Figura 9. Balance hídrico agrícola sistema productivo de limón Tahití, en el municipio de La Unión (Nariño), entre los meses de abril a julio de 2015.	19
Figura 10. Componente hidráulico, sistema de riego por goteo, parcela de integración de limón Tahití, vereda Los Olivos, La Unión (Nariño).	21
Figura 11. Fertilización de la parcela de integración de limón Tahití, vereda Los Olivos, La Unión (Nariño).	23
Figura 12. Seguimiento de plagas y enfermedades del limón Tahití en la parcela de integración .	27



Figura 13. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para el productor del Dominio 1.....	34
Figura 14. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el productor del Dominio 2.....	35
Figura 15. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para productores del Dominio 3.	36
Figura 16. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para el dominio 4.	37



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de La Unión (Nariño) durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011.....	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de La Unión (Nariño).	8
Tabla 3. Fenología reproductiva del limón Tahití en dos ventanas temporales de análisis para el municipio de La Unión (Nariño).	11
Tabla 4. Plan de fertilización para el sistema productivo de limón Tahití, municipio de La Unión (Nariño).	22
Tabla 5. Producción anual proyectada para cada una de las opciones tecnológicas priorizadas en el cultivo de limón Tahití.....	24
Tabla 6. Índice de productividad de agua anual para dos sistemas de riego (riego por aspersión y riego por goteo) en la parcela de integración, para el sistema productivo de limón Tahití.....	24
Tabla 7. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño).	33



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, construido como concepto novedoso por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - MAPA desarrollado por Corpoica y financiado por el Fondo Adaptación, contiene herramientas que sustentan 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. Este objetivo constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnologías a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen sobre los sistemas productivos.

Según este enfoque, el proyecto MAPA ha realizado un acercamiento espacial de la exposición a condiciones restrictivas por exceso o déficit hídrico para 54 sistemas de producción en 69 municipios de 18 departamentos del país. Para ello se desarrollaron parcelas de integración para 53 sistemas productivos, cuyo objetivo fue validar opciones tecnológicas seleccionadas con la participación de los agricultores, e integrar experiencias y conocimientos acerca de estrategias de adaptación, con el propósito de enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Nariño fue priorizado el sistema productivo de limón Tahití (*Citrus latifolia tan.*), en el municipio de La Unión.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de limón Tahití a condiciones de déficit hídrico en el suelo de La Unión (Nariño).



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de limón Tahití (*Citrus latifolia* tan.) frente al riesgo agroclimático, asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de La Unión (Nariño), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de La Unión, (Nariño) para la toma de decisiones en el sistema productivo de limón Tahití en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de limón Tahití a condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de La Unión (Nariño).
- Brindar criterios de decisión para la implementación de opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de limón Tahití, en el municipio de La Unión (Nariño).

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

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

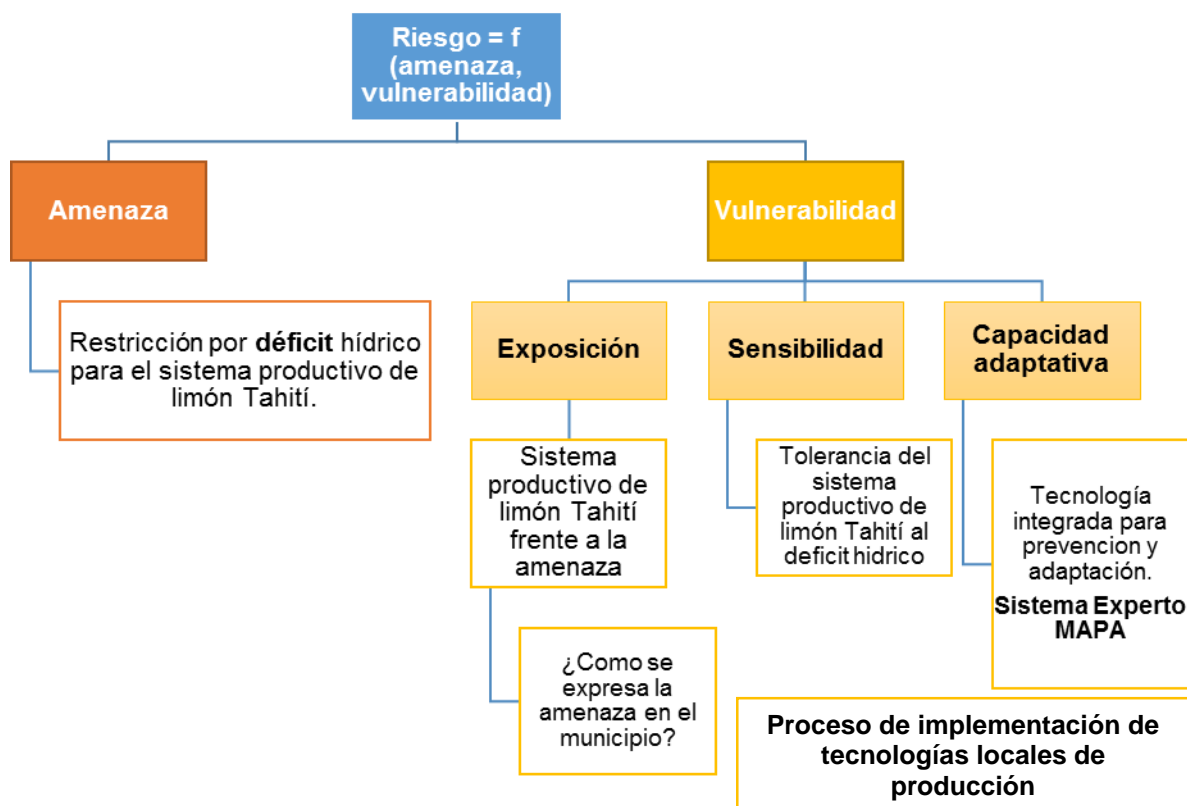


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático, para el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.



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 dada por la ubicación geográfica, las variables biofísicas (subzonas hidrográficas), y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración (ET_0)).

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

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

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en La Unión (Nariño)

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

El municipio de La Unión (Nariño) se asienta sobre la subzona hidrográfica del río Mayo y se encuentra influenciado en menor medida por el río Juananbú. Presenta gran diversidad de rangos altitudinales: al noroeste hay altitudes entre 500 y 1.000 m s. n. m., al norte entre 1.000 y 1.500 m s. n. m., en la zona central altitudes entre 1.500 y 2.000 m s. n. m. y en el sur, altitudes entre 2.000 y 2.500 m s. n. m. Presenta cuatro tipos de relieve: altiplanicie, montaña, piedemonte y valle, donde predomina el paisaje montañoso con un porcentaje aproximado del 85% del área total del municipio. Los otros paisajes cubren pequeñas áreas

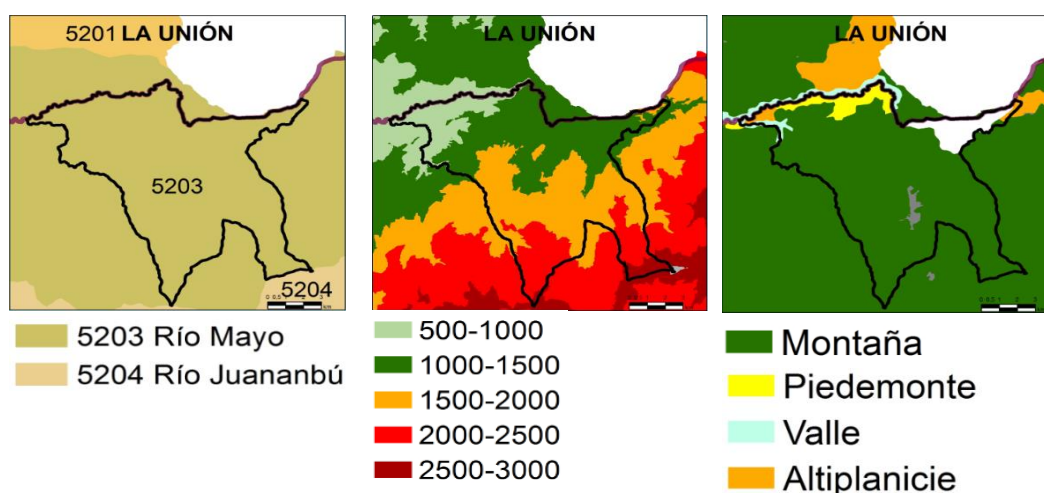


Figura 2. Mapas de zonificación según variables biofísicas: subzonas hidrográficas (izq.), altitud (centro) y paisajes (der.) para el municipio de La Unión, (Nariño).
Fuente: Corpoica (2015a).

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

Precipitación: La precipitación promedio multianual en el municipio de La Unión es de 1.970 mm distribuidos en dos picos de precipitación y un periodo seco: los picos de lluvia se presentan en los periodos entre enero y mayo; y un segundo pico entre octubre y

diciembre. Se observa una temporada de menores precipitaciones entre los meses de junio y septiembre.

En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de La Unión, la línea verde representa la precipitación promedio multianual del municipio y las barras rojas y azules, la precipitación durante los eventos de mayor variabilidad, asociados al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur, ENOS o ENSO, en inglés: El Niño en 1992 y La Niña en 1999 (Corpoica, 2015a).

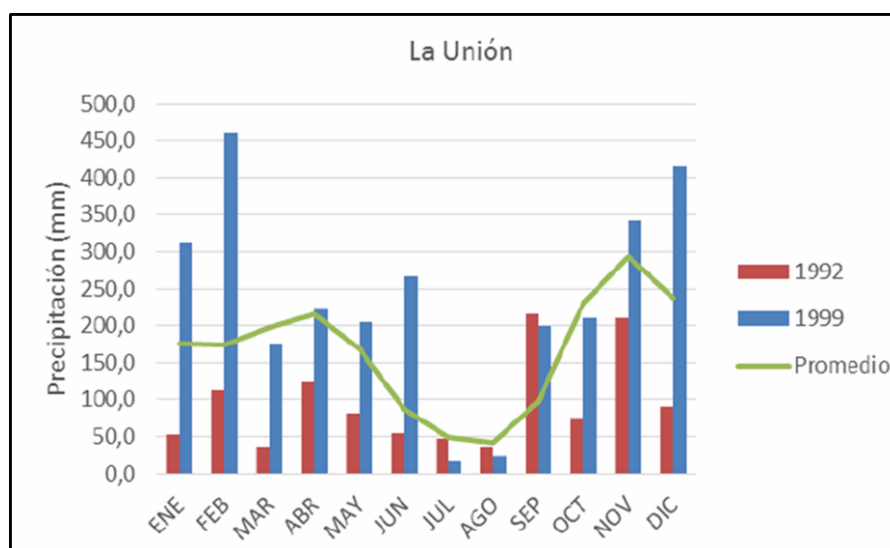


Figura 3. Precipitación en años extremos, respecto al promedio en el municipio de La Unión (Nariño), en el periodo 1980-2011.
Fuente: (Corpoica, 2015a).

La duración e intensidad de El Niño y La Niña cambian para cada evento, así como las alteraciones climáticas en cada región. En general, en el municipio de La Unión se presentaron anomalías negativas (disminución de lluvia) durante El Niño y anomalías positivas durante La Niña (aumentos de lluvia). En condiciones de reducción de precipitaciones (El Niño), el periodo comprendido entre los meses de diciembre a junio, se convierte en crítico debido a una reducción de las precipitaciones esperadas para este periodo. Siendo más limitante si el evento se extiende por varios meses o si se intensifica en los meses de bajas precipitaciones.

Valor del ONI y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña: permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer dichos cambios se 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)¹, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño con valores mayores a 0,5) o La Niña con 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).

Como se observa en la tabla1, en el municipio de La Unión se pueden presentar reducciones de lluvias asociadas a El Niño de hasta 58% (mayo de 1993 a marzo de 1994), con valores ONI entre 1.5 y 2.5. Es preciso señalar que durante El Niño se pueden presentar valores de anomalía positivos (aumento del 37% de la precipitación) con respecto al promedio multianual, como el presentado entre julio de 2009 y abril de 2010.

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

Inicio	May-82	Ago-86	May-91	May-93	May-97	May-02	Jun-04	Ago-06	Jul-09
Fin	Jun-83	Feb-88	Jun-92	Mar-94	May-98	Mar-03	Feb-05	Ene-07	Abr-10
Duración	14	19	15	11	13	11	9	6	11
MÁX. ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	13 %	3 %	-24 %	-58 %	-20 %	-14 %	-12 %	26 %	37 %

Fuente: (Corpoica, 2015a).

¹ Cuando la variación supera valores de 0.5, durante por lo menos cinco meses consecutivos, se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a -0.5, también de forma consecutiva en cinco meses, es un evento La Niña. Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml y permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

En la Tabla 2 se observa el registro de las anomalías relacionadas a eventos de La Niña en el municipio de La Unión, en donde se puede presentar un aumento en las lluvias de hasta un 56% con valores ONI entre -1.4 y -1.9. Es conveniente destacar que, durante el evento de La Niña, registrado en el periodo de octubre del 2000 a febrero de 2001, se produjo una anomalía negativa en el municipio de La Unión con una reducción del 20% en las precipitaciones.

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de La Unión (Nariño).

Inicio	Oct-84	May-88	Sep-95	Jul-98	Oct-00	Sep-07	Jul-10
Fin	Sep-85	May-89	Mar-96	Jun-00	Feb-01	May-08	Abr-11
Duración	12	13	7	24	5	9	10
Mín ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	9 %	32 %	12 %	49 %	-20 %	56 %	51 %

Fuente: (Corpoica, 2015a).

La duración e intensidad de El Niño y La Niña cambian para cada evento, así como las alteraciones climáticas asociadas con estos eventos en cada región. En general, en el municipio de La Unión se presentaron anomalías negativas (disminución) de lluvia durante El Niño y anomalías positivas durante La Niña (aumentos), evidenciando ciertas particularidades en cuanto a su magnitud. Las anomalías de lluvias más intensas aparecieron en El Niño de enero de 1992 a diciembre de 1993; de la misma forma, en La Niña se registró la anomalía más intensa en el periodo comprendido entre enero 1999 y diciembre del 2000.

Se debe considerar que la temperatura de la superficie del océano Pacífico no es el único factor que modula el clima en Nariño; por lo cual es importante tener en cuenta otros factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), las distintas corrientes oceánicas y las corrientes provenientes de la zona andina. Adicionalmente, al encontrarse el departamento de Nariño en la región pacífica, la dinámica climática cuando ocurren fenómenos ENOS es diferente al resto del país. De allí, que se presenten disminuciones en la precipitación durante eventos La Niña, y aumentos de durante eventos El Niño.



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 durante El Niño, la susceptibilidad biofísica a inundación y las áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o de sequía (contracción de cuerpos de agua).

Para mayor información sobre susceptibilidad del municipio de La Unión a amenazas climáticas, consultar el SE - MAPA

Determinación de la exposición del sistema productivo de limón Tahití a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de La Unión (Nariño).

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

Para evaluar la exposición se deben identificar:

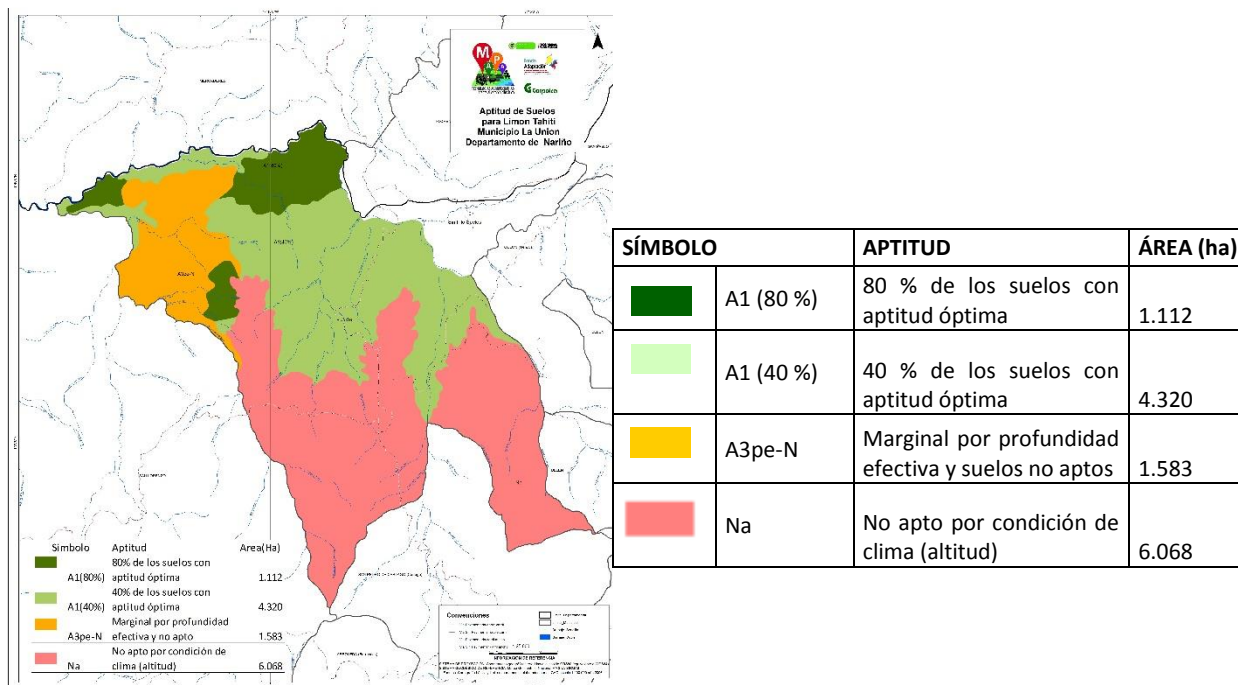


Figura 4. Aptitud del uso del suelo en el municipio de La Unión, para el sistema productivo de limón Tahití.

Fuente: Corpoica (2015b).

Las limitantes para el cultivo en el municipio. Revisando el mapa de aptitud de suelos para el cultivo en el municipio (1:100.000). Es importante tener en cuenta que algunas limitantes biofísicas no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, textura) (figura 4).

Para tener en cuenta: en el municipio de La Unión, solo un 18 % de los suelos se encuentran categorizados como óptimos para el cultivo de limón Tahití. Estos suelos están divididos en dos zonas, ubicadas al norte del municipio; la primera con un 80% de los suelos en esta categoría, y la segunda con un 40 %. Las áreas restantes de estas zonas (20% y 40%) se encuentran asociadas a suelos con restricciones severas por pendiente y profundidad efectiva. Un 43 % del área total del municipio queda excluido por condiciones de altitud y temperatura (Na) (figura 4)

Condiciones de humedad restrictivas para el cultivo: a partir de los mapas de escenarios agroclimáticos elaborados con el índice de severidad de sequía de Palmer² (1965), en los cuales se presenta la probabilidad de ocurrencia de condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico, para el sistema productivo de limón Tahití de acuerdo con su calendario fenológico modal (Tabla 3), para dos ventanas de análisis (Figuras 5 y 6), los tonos amarillos presentan probabilidad media de una ocurrencia de déficit hídrico y los tonos naranja una probabilidad alta, que puede restringir el desarrollo de los cultivos reduciendo la floración y fructificación. Las tonalidades verdes representan una baja probabilidad de déficit hídrico que se presenta en una mínima parte del territorio (Corpoica, 2015b).

Tabla 3. Fenología reproductiva del limón Tahití en dos ventanas temporales de análisis para el municipio de La Unión (Nariño).

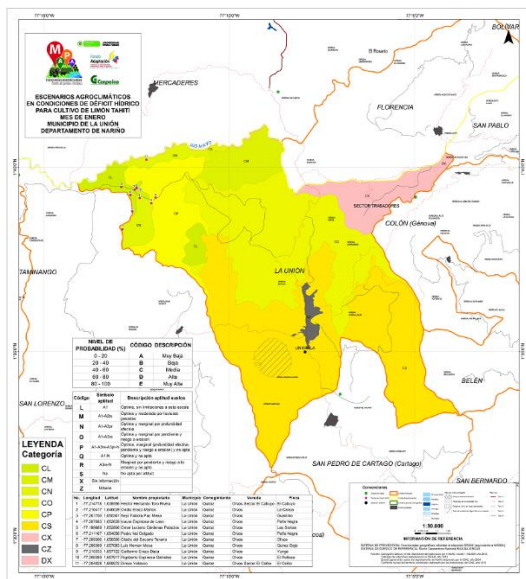
Etapas fenológicas	Ventana de análisis 1												Ventana de análisis 2											
	Enero				Febrero				Marzo				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Botón floral																								
Apertura botón floral																								
Floración																								
Desarrollo y formación del fruto																								
Maduración – cosecha																								

Fuente: (Corpoica, 2015b).

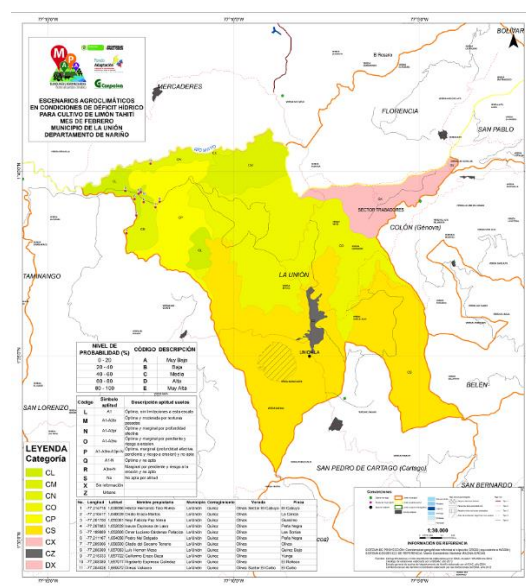
En la ventana de análisis enero a marzo, el mes de marzo presentó una alta probabilidad (60 a 80%, tono naranja) de ocurrencia de condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico. En la ventana octubre a diciembre predominó una baja probabilidad de déficit hídrico, principalmente en el centro y sur del municipio (figuras 5 y 6).

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

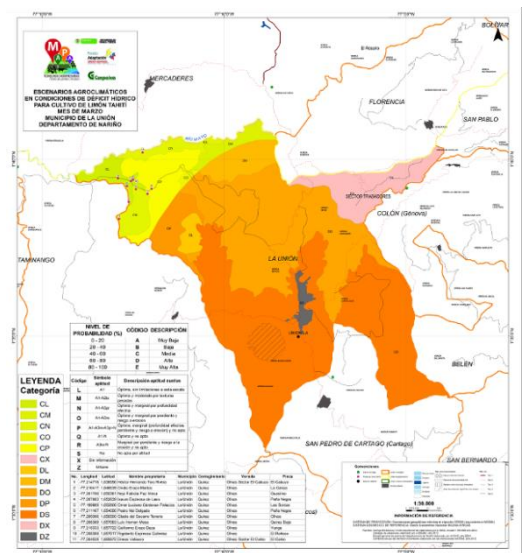
Enero



Febrero



Marzo



LEYENDA Categoría



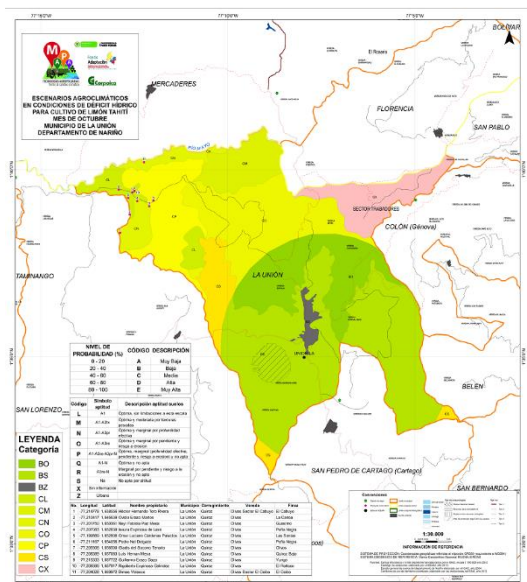
Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1	Óptima, sin limitaciones a esta escala
M	A1-A2tx	Óptima y moderada por texturas pesadas
N	A1-A3pr	Óptima y marginal por profundidad efectiva
O	A1-A3re	Óptima y marginal por pendiente y riesgo a erosión
P	A1-A3re-A3pr-N	Óptima, marginal (profundidad efectiva, pendiente y riesgo a erosión) y no apta
Q	A1-N	Óptima y no apta
R	A3re-N	Marginal por pendiente y riesgo a la erosión y no apto
S	Na	No apta por altitud
X	Sin información	
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

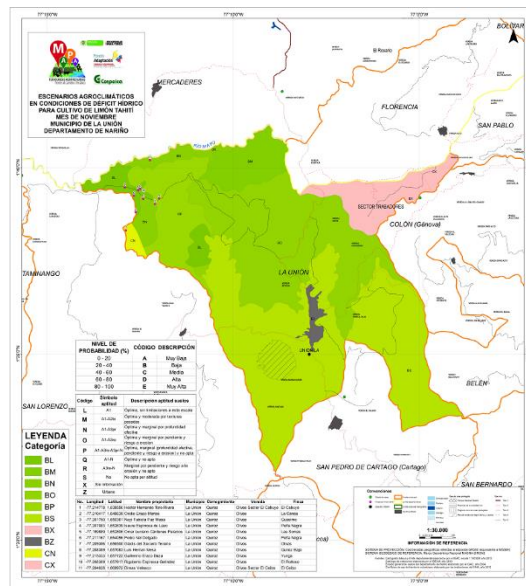
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de limón Tahití en el municipio de La Unión en condiciones de déficit hídrico y en las ventanas de análisis de enero a marzo.

Fuente: Corpoica (2015a).

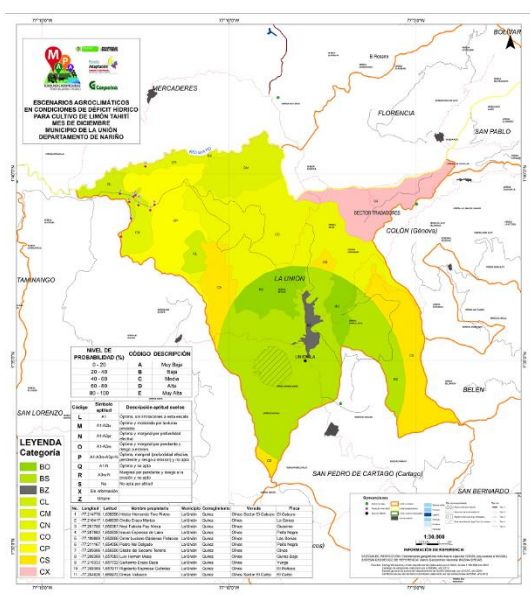
Octubre



Noviembre



Diciembre



LEYENDA Categoría

BL
BM
BN
BO
BP
BS
BX
BZ
CL
CM
CN
CO
CP
CS
CX
CZ

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos
L	A1	Óptima, sin limitaciones a esta escala
M	A1-A2tx	Óptima y moderada por texturas pesadas
N	A1-A3pr	Óptima y marginal por profundidad efectiva
O	A1-A3re	Óptima y marginal por pendiente y riesgo a erosión
P	A1-A3re-A3pr-N	Óptima, marginal (profundidad efectiva, pendiente y riesgo a erosión) y no apta
Q	A1-N	Óptima y no apta
R	A3re-N	Marginal por pendiente y riesgo a la erosión y no apto
S	Na	No apta por altitud
X	Sin información	
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 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el cultivo de limón Tahití en el municipio de La Unión en condiciones de déficit hídrico y en las ventanas de análisis de octubre a diciembre.

Fuente: Corpoica (2015a).



El estrés hídrico causado por deficiencias de agua en el sistema productivo puede generar pérdidas significativas en la producción, un fuerte estrés genera la pérdida de turgencia, marchitamiento, cierre de estomas y disminución de fotosíntesis. Asimismo, se pueden presentar caída de flores, frutos recién formados, frutos de tamaño pequeño, coloración deficiente y aparición de necrosis apical.

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de deficiencias de agua en el suelo para el cultivo 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 marco de referencia.

Zonas del municipio de La Unión en donde el sistema productivo de limón Tahití tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva

Con el fin de establecer las zonas aptas y no aptas para el cultivo del limón Tahití se debe observar el mapa de aptitud agroclimática del municipio de La Unión (Nariño). Este mapa resume la exposición mensual a déficit hídrico atmosférico para el cultivo y la aptitud de los suelos. Las categorías de aptitud agroclimática identificadas para el municipio de La Unión, fueron:

Nicho productivo óptimo o con leves restricciones: estas áreas presentan suelos con aptitud óptima y baja exposición a déficit hídrico para el cultivo y ocupan el 5.1% del área total del municipio (14.182 ha).

Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y/o conservación de suelos: estas áreas presentan limitaciones por pendiente y profundidad efectiva y baja exposición a condiciones de humedad restrictivas para el cultivo, y ocupan un 9.6% del área total del municipio.

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico: esta área ocupa 3.8% del área total del municipio y presenta suelos con aptitud óptima o

con restricciones leves. Pese a las bajas y moderadas limitaciones por suelos hay una probabilidad de hasta el 80% de déficit hídrico en los meses de marzo y octubre.

Áreas condicionadas a prácticas de manejo y conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico: esta área ocupa 31.1% del área total del municipio. Esta área presenta suelos limitados por pendiente y profundidad efectiva y altas probabilidades (60 a 80%) de ocurrencia de deficiencias de agua en los meses de marzo y octubre. Para sobrellevar los efectos de esta condición hídrica es necesario elaborar un plan de manejo del cultivo acompañado de la implementación de medidas de adaptación.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico: esta área ocupa 42.8% del área total del municipio y sus suelos están limitados por altitud y temperatura, así como por una alta probabilidad (60 a 80%) de deficiencias de agua. Son áreas no recomendadas debido a sus fuertes limitaciones de suelos y déficit hídrico.

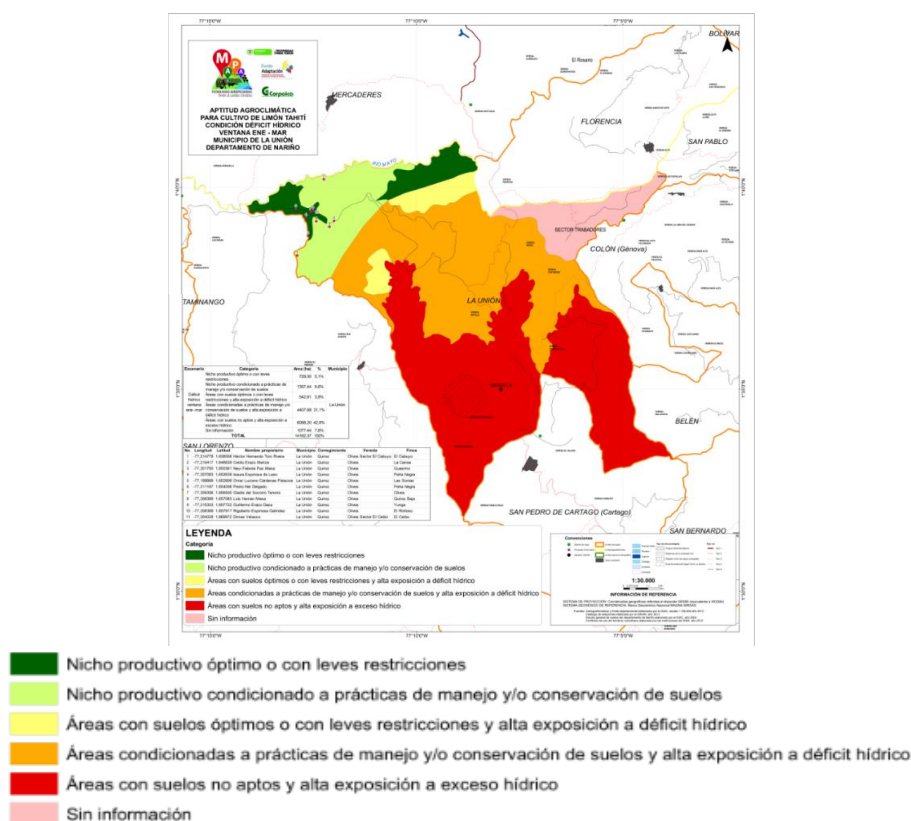




Figura 7. Aptitud agroclimática para el cultivo de lima ácida o limón Tahití, en condiciones de déficit hídrico en el municipio de La Unión (Nariño).

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño), consulte el SE-MAPA.

Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica en la finca

Información agroclimática³: la información climática puede emplearse para la toma de decisiones estratégicas en la planificación agropecuaria, para la identificación de riesgos asociados, relacionar la climatología de cualquier área con diferentes sistemas productivos y mejorar la planificación del uso y manejo del recurso suelo.

Información agrometeorológica: esta información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones operativas en el manejo de sistemas productivos. 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, principalmente en etapas fenológicas críticas y relacionarse con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos.

La Guía de Prácticas Agrometeorológicas de la Organización Meteorológica Mundial (2011) indica que la información que debe ser proporcionada a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

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



- Datos referidos al estado de la atmósfera (meteorológicos): obtenidos a través de una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: monitoreo y seguimiento de la humedad del suelo, por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los cultivos: seguimiento del desarrollo y crecimiento del cultivo.
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, seguimiento, etc.
- Desastres climáticos y sus impactos en la agricultura: eventos limitantes 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.
- Observaciones técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo limón Tahití ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de La Unión (Nariño)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integrales validadas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño).

Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de abril y julio de 2015, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico atmosférico (fenómeno en el cual la precipitación es menor que la evapotranspiración) y en el cual el fenómeno de El Niño estuvo en su fase inicial, observándose que en todos los meses la evapotranspiración de referencia (E_{t0}) fue superior a la precipitación (figura 8).

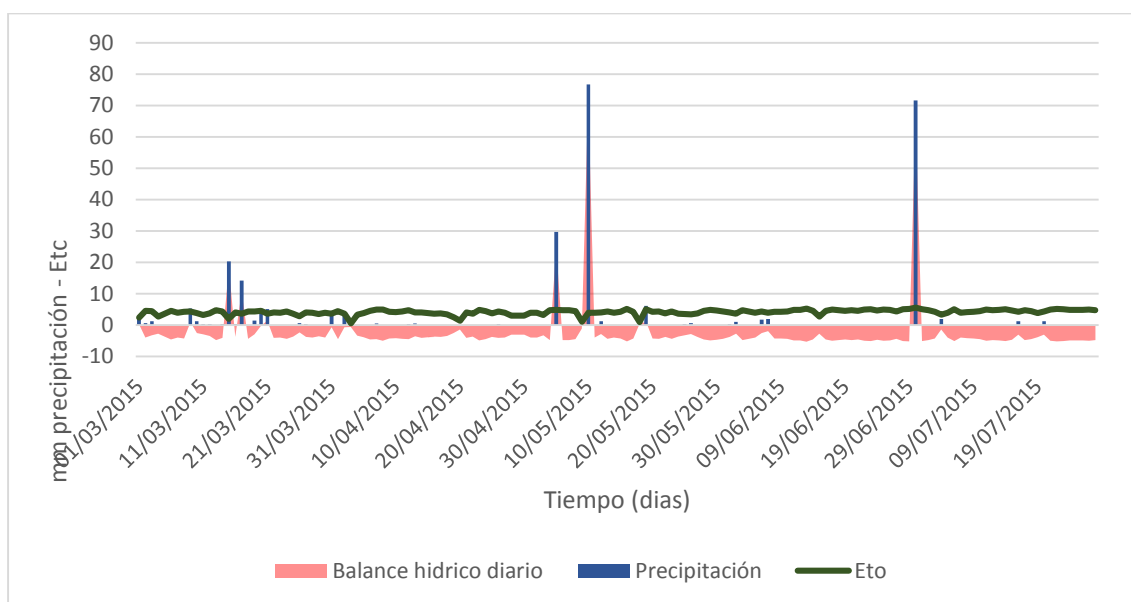


Figura 8. Balance hídrico atmosférico en la parcela de integración del sistema productivo de limón Tahití en La Unión (Nariño) entre abril y julio de 2015.
Fuente: Corpoica (2015c).

En la Figura 9 se describe la dinámica del agua en el suelo durante el periodo de evaluación en el sistema productivo de limón Tahití, en el cual se observa que la lámina de agotamiento en la zona de raíces (Dr) (agua que se extrae del suelo) es mayor que el agua fácilmente aprovechable (AFA) (agua disponible para las plantas) durante la mayor parte del periodo de evaluación de la parcela (entre abril y julio de 2015) (Figura 9). Este comportamiento indica que durante el periodo de evaluación, exceptuando algunos días de alta precipitación, se presentaron condiciones de déficit hídrico agrícola para el sistema productivo de limón Tahití, lo cual se refleja en el coeficiente de estrés hídrico (K_s), en el que el valor 1 indica condiciones óptimas de humedad y valores más cercanos a 0 indican un mayor grado de estrés.

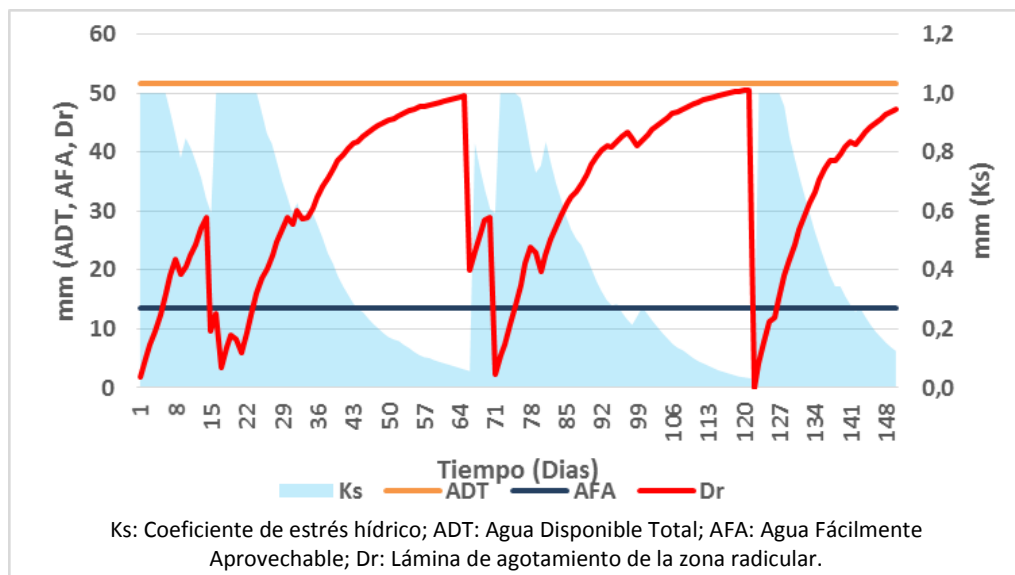


Figura 9. Balance hídrico agrícola sistema productivo de limón Tahití, en el municipio de La Unión (Nariño), entre los meses de abril a julio de 2015.

Considerando estas condiciones y la validación de opciones tecnológicas en la parcela de integración, se presentan las recomendaciones pertinentes para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño) ante condiciones restrictivas por déficit hídrico en el suelo, estas son:

1. Riego por goteo

Es una técnica de aplicación localizada de agua que opera a baja presión y alta frecuencia, con lo cual es posible lograr un uso eficiente del agua hasta del 90%. A través de este sistema se puede aplicar agua y fertilizantes directamente a las raíces, lo que permite ahorrar el consumo de agua, característica altamente deseable en condiciones de déficit hídrico.

En qué consiste



El sistema de riego tiene dos componentes: el primer componente es el agronómico, en el que se determina la cantidad de agua que requiere el sistema productivo considerando para ello, la edad y fase fenológica del cultivo. Adicionalmente, se utiliza el balance entre precipitación y evapotranspiración empleando, para el caso de limón Tahití, un coeficiente de cultivo (K_c) de 0.80, (Allen et al, 2006) y las variables meteorológicas registradas en la zona de establecimiento del sistema productivo.

El otro componente es el hidráulico, el cual constituye la implementación y funcionamiento de la infraestructura de riego (figura 10), y en el que la frecuencia de aplicación depende de las condiciones edafoclimáticas del lote y los requerimientos hídricos del cultivo.

- La frecuencia de riego se establece con base en el balance hídrico diario entre la precipitación y la evapotranspiración. Esta última se puede calcular utilizando el *software* ET_0 calculator, o un tanque evaporímetro tipo A.
- Con base en el balance hídrico se calcula el volumen de riego a aplicar. Durante el periodo de evaluación (marzo a julio de 2015), la precipitación fue de 263.6 mm y la evapotranspiración del cultivo (E_{tc}) de 624,56 mm, por lo cual se hizo uso del sistema de riego, con una lámina de riego diaria a aplicar de aproximadamente 4.71 mm, durante un tiempo de 55 min, para un consumo promedio diario de 5.100 litros en un área de 1.800m².

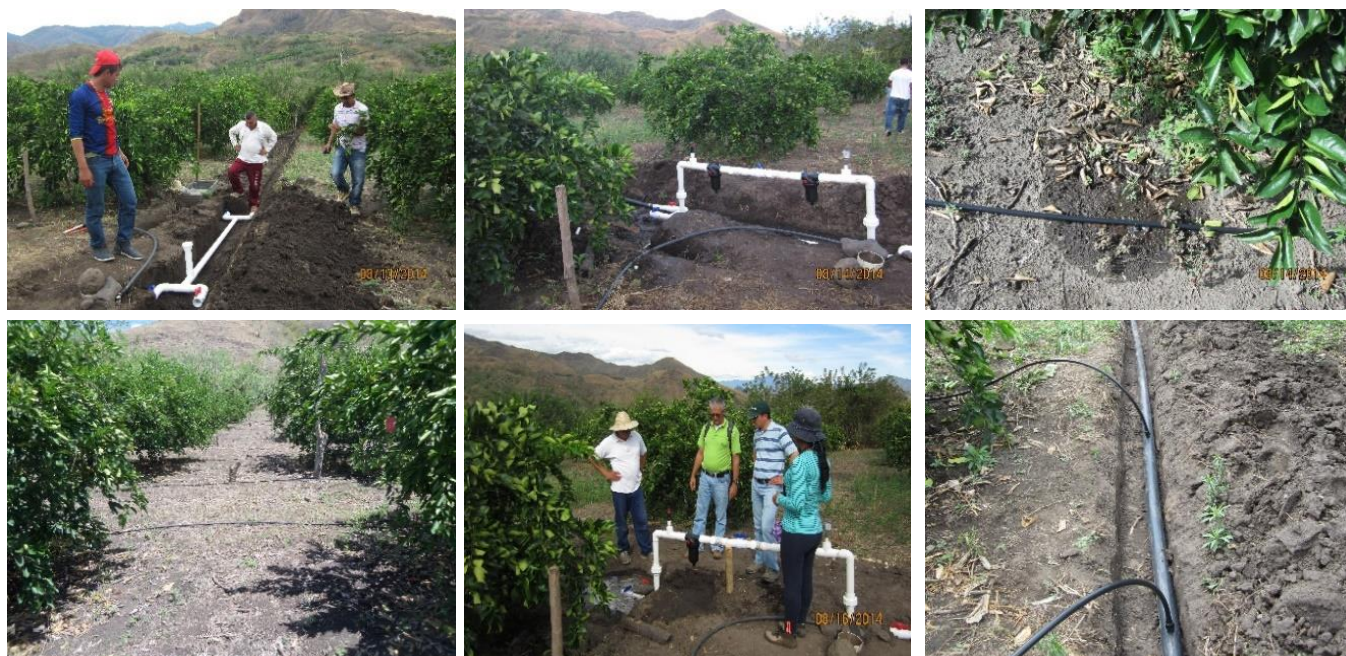


Figura 10. Componente hidráulico, sistema de riego por goteo, parcela de integración de limón Tahití, vereda Los Olivos, La Unión (Nariño).

Este sistema de riego por goteo se comparó con un sistema de riego por aspersión, el cual se usa sin tener en cuenta los criterios técnicos y climáticos explicados anteriormente. Para un área equivalente, este sistema de riego consume un promedio diario de 14.000 litros.

Ventajas

- Optimiza el uso del recurso hídrico, aumenta la eficiencia de aplicación frente a otros sistemas de riego.

2. Fertilización integrada y fraccionada

Es la fertilización que incorpora nutrientes al sistema en cantidades y momentos adecuados, a partir de fuentes orgánicas, biológicas y químicas. Esta integración permite

mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejora la retención de humedad, aumenta la disponibilidad de nutrientes y favorece el desarrollo de la planta, por lo cual es útil para generar capacidad adaptativa del sistema productivo a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

Proceso y práctica

Una fertilización eficiente depende del balance entre el requerimiento nutricional del sistema productivo y los contenidos de nutrientes en el suelo y en la planta. También son importantes el tipo de fuente, dosis a emplear, método y época de aplicación.

Con base en los análisis de suelos de la parcela se determinó aplicar a cada planta, de forma fraccionada (cinco aplicaciones) el plan de fertilización descrito en la Tabla 4.

Tabla 4. Plan de fertilización para el sistema productivo de limón Tahití, municipio de La Unión (Nariño).

Fertilizante	Dosis (g/planta)
Compost madurado (Aboniza®)	722
10-30-10	318
Sulfato de magnesio	112
Urea	202
Kcl	137
Sulfato de zinc	29
Sulfato de calcio	69
Sulfato de hierro	29
Bórax	5



Figura 11. Fertilización de la parcela de integración de limón Tahití, vereda Los Olivos, La Unión (Nariño).

Ventajas comparativas de las tecnologías integradas

Las ventajas comparativas están presentadas en 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 deben ser ajustadas a nivel de cada sistema productivo de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Realizando la proyección de la producción anual para el sistema productivo de limón Tahití, la implementación de las opciones tecnológicas aumentaría esta producción, como se observa en la tabla 5, respecto al manejo tradicional del sistema productivo con el cual se estima una producción de $13,4 \text{ t.ha}^{-1}$:

Tabla 5. Producción anual proyectada para cada una de las opciones tecnológicas priorizadas en el cultivo de limón Tahití.

Opción tecnológica	Producción proyectada (t)
Riego por Aspersión + Fertilización Integrada (RA+FI)	18
Riego por Goteo + Fertilización Integrada (RG+FI)	16
Riego por Goteo + Fertilización Productor (RG+FP)	14

Fuente: (Corpoica 2015c)

Se observa que el tratamiento que generó una mayor producción proyectada fue el que utiliza riego por aspersión y fertilización integrada (RA+FI); sin embargo, este tratamiento tiene un consumo elevado de agua (4704 m³/año) lo que ocasiona un índice de productividad de agua⁴ bajo. Con la implementación del sistema de riego por goteo se redujo el uso de agua en aproximadamente 61%, y el índice de productividad de agua se incrementó en 103% y 132% para los tratamientos RG+FP y RG+FI respectivamente; lo anterior indica que con el sistema de riego por goteo se produce mayor cantidad de fruta por m³ de agua utilizado (tabla 6).

Tabla 6. Índice de productividad de agua anual para dos sistemas de riego (riego por aspersión y riego por goteo) en la parcela de integración, para el sistema productivo de limón Tahití.

Tratamientos	RA+FI	RG+FP	RG+FI
Producción (kg.ha ⁻¹)	18087	14224	16083
Volumen de agua aplicado (m ³)	4704	1836	1836
Índice de productividad de agua (m ³ /kg)	3,8	7,7	8,8

⁴ El índice de productividad de agua calcula la cantidad de kilogramos de fruta producidos por cada metro cúbico de agua usado.



Otras prácticas que también se pueden implementar dentro del sistema productivo de limón Tahití para disminuir la vulnerabilidad del sistema ante condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de limón Tahití en La Unión (Nariño), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que reduzcan la vulnerabilidad del sistema productivo y aumenten su capacidad adaptativa. 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 contenidos 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:

Manejo de coberturas:

Las coberturas de los suelos son fundamentales en condiciones de déficit hídrico, debido a que ayudan a regular la temperatura del suelo y reducen las pérdidas de agua por evaporación. Adicionalmente, las coberturas se emplean para controlar el crecimiento de malezas, promocionar la biodiversidad microbiana en el suelo y el control de plagas.

Una manera efectiva de generar una cobertura vegetal entre las calles del cultivo de limón Tahití es seleccionar y permitir el crecimiento de arvenses nobles.

De acuerdo con Gómez (1990), citado por Salazar e Hincapie (2007), las arvenses nobles son plantas de porte bajo, y rápido crecimiento, con cubrimiento denso del suelo, y que no interfieren con el desarrollo y producción del cultivo; adicionalmente estas plantas generan un microclima a nivel de suelo, que en condiciones de déficit hídrico reduce la pérdida de agua, dado que se reduce la evaporación, la temperatura del suelo y el escurrimiento superficial; y se mejoran las condiciones de infiltración y capacidad de retención de agua (IITA-FAO, 2000).



Manejo de los patrones adecuados para mejorar la resistencia sanitaria de las plantaciones:

El virus de la tristeza de los cítricos (CTV, por sus siglas en inglés), es una de las enfermedades de mayor importancia para los diferentes cultivos de cítricos, principalmente para naranja, toronja y limón. El CTV es diseminado por material de propagación (yemas contaminadas con el virus) y principalmente a través de varias especies de áfidos, principalmente *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), cuyo ciclo de vida se ve altamente favorecido por condiciones de déficit hídrico atmosférico, en las cuales predominan altas temperaturas y baja humedad relativa del ambiente (Mendoza, 2005), por lo cual con esta condición se aumenta la probabilidad de infección con este virus. Adicionalmente en Colombia, el CTV se considera de carácter endémico debido a la permanente propagación de los vectores de la enfermedad (Chaparro et al, 2013).

Como parte de la estrategia de manejo del CTV se debe tener en cuenta la selección de materiales certificados para la siembra de cítricos, de manera que se mejore la sanidad de los cultivos y asimismo la producción. Por tal motivo se recomienda el uso de patrones tolerantes al ataque de esta enfermedad; por ejemplo, los patrones de la variedad Sunki (*Citrus sunki*) los cuales presentan tolerancia al Virus Tristeza de los Cítricos. Además, se consideran tolerantes a exocortis, xiloporosis, muerte súbita y gomosis, por lo cual también pueden ser vitales en la tolerancia del sistema productivo a condiciones de exceso hídrico en el suelo.

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 sistema experto MAPA, de tal forma que se pueda llegar a la gestión de opciones tecnológicas adaptativas frente a dichas condiciones climáticas.

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

Manejo de enfermedades:

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

El plan de manejo de enfermedades debe seguir la siguiente ruta:

1. **Monitoreo:** se recomienda realizar muestreos constantes en el cultivo, con el fin de identificar la presencia de enfermedades (Figura 12). Este muestreo en conjunto con el registro de datos meteorológicos (temperatura del aire, horas de humedad relativa sobre 80% y precipitación diaria) permitirá identificar, si existen, las condiciones para el desarrollo de las enfermedades.



Figura 12. Seguimiento de plagas y enfermedades del limón Tahití en la parcela de integración

1. **Identificación de la enfermedad:**



Cada patógeno presenta características particulares de desarrollo e infección, por lo cual se debe realizar un diagnóstico de las condiciones climáticas y ambientales presentes en la zona, con el fin de generar un plan de manejo efectivo de la enfermedad. La forma más sencilla de efectuar una identificación de enfermedades en campo, es mediante el análisis de los signos y síntomas visibles sobre el cultivo. Algunas de las enfermedades que se pueden presentar en el limón Tahití son:

- Gomosis o pudrición del pie (*Phytophthora* spp): la enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas de color oscuro en la base del tallo, las cuales producen un exudado de goma de color ámbar. Esta lesión se profundiza a los haces vasculares, ocasionando en estados avanzados de infección la muerte de los árboles.
- Caída prematura de fruta (*Colletotrichum acutatum*): el ataque de este patógeno se caracteriza por la presencia de una coloración naranja sobre las inflorescencias del árbol. Después del ataque los pétalos se secan y quedan pegados a la inflorescencia. Cuando el ataque se da sobre frutos, estos se caen, quedando el pedúnculo y el cáliz adheridos al tallo.
- Alternaría (*Alternaria citri*): el ataque se da principalmente sobre frutos maduros. En la parte externa de los frutos es difícil de identificar, mostrándose únicamente como una maduración más temprana en comparación con frutos no afectados. En la parte interna se observa pudrición seca de color negro, en la pulpa de la fruta.
- Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*): esta enfermedad se puede presentar tanto en el follaje como en los frutos. En el follaje se observa con un patrón moteado de color amarillo, el cual es visible en el haz y en el envés de las hojas. En infecciones avanzadas, las manchas se tornan de color pardo y las hojas se caen. En frutos se observan manchas de color rojizo con aspecto grasiento, las cuales en infecciones avanzadas pueden unirse formando áreas grandes con depresiones.



3. **Determinación del porcentaje de incidencia de la enfermedad:** con el porcentaje de incidencia es posible el establecimiento de niveles de manejo con base en los umbrales de daño económico (León, 2001), el cual se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

4. **Control:** cuando el porcentaje de incidencia de una enfermedad supera el umbral de daño económico, el asistente técnico o un profesional agropecuario debe ser quien determine y recomiende las estrategias de control adecuadas para cada patógeno, en particular, y para las condiciones específicas de cada sistema productivo.

Adicional al control de patógenos específicos se pueden seguir algunas recomendaciones de tipo preventivo, enfocadas al control cultural, con el fin de evitar la aparición de enfermedades. Estas recomendaciones son:

- Uso de material vegetal de propagación en viveros registrados ante el ICA, en los cuales se garantice que el material de propagación se encuentra libre de patógenos.
- Realizar labores de poda, principalmente sobre árboles adultos con el fin de reducir la humedad dentro de la copa y aumentar la aireación y el ingreso de luz. Usar pasta cicatrizante sobre las heridas del árbol y desinfectar constantemente las herramientas utilizadas para esta labor.
- Durante la cosecha se recomienda utilizar tijeras especiales, con cortes a ras, evitando la generación de heridas que puedan servir de entrada a microorganismos patógenos.
- Utilizar distancias de siembra adecuadas, determinadas a partir de la topografía del lote en el que se instalará el sistema productivo y teniendo en cuenta el tamaño final de las copas de los árboles.



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

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de Limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño), consultar el SE-MAPA.

Como se expuso en las secciones 1 y 2, la amenaza y la vulnerabilidad son los determinantes del riesgo agroclimático. 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 y la capacidad adaptativa del sistema productivo. Esta última se aumenta con la implementación de opciones tecnológicas integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo frente al riesgo agroclimático. Es necesario 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 exponen 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 limón Tahití, en el municipio de la unión (Nariño)

Un dominio de recomendación corresponde a un grupo de agricultores con características socioeconómicas relativamente uniformes, para quienes se pueden hacer más o menos las mismas recomendaciones tecnológicas (Lores *et al.*, 2008). A partir de los dominios de recomendación se pueden diseñar modelos de optimización productiva, en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo.

En el marco del proyecto MAPA, la recomendación sobre la adopción de las tecnologías propuestas para cada tipo de productores o dominio se basa en los resultados de viabilidad de los modelos microeconómicos, en la exposición agroclimática del área donde se encuentran localizados y en los indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante los eventos climáticos críticos de exceso o déficit hídrico.

Para cada uno de los dominios (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 o una receta rígida.

Determinación de los dominios de recomendación 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 con el fin de 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 y 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 limón Tahití en el municipio de La Unión, (Nariño)

En la Tabla 5 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro, se muestran el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que el grado de exposición a la condición climática de déficit hídrico del suelo es bajo o muy bajo para los productores encuestados en el municipio de La Unión; sin embargo, esto no quiere decir que no se presenten tales condiciones en el municipio como se observó en el periodo de evaluación de la parcela de integración. Se pueden presentar condiciones de déficit hídrico que limitan la producción de limón Tahití, por lo cual se requiere el uso de opciones tecnológicas que mejoren la resiliencia del sistema productivo a esta condición.

El grado de sensibilidad a condiciones de déficit hídrico es bajo para los dominios 1 y 2 y medio para los dominios 3 y 4. Por su parte, la capacidad de adaptación de los productores a un evento de déficit hídrico es media para gran parte de ellos y baja para un menor grupo.

Finalmente, la última columna de la Tabla 5 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del establecimiento de riego por goteo y fertilización integrada. Esta viabilidad se establece 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 tres de los cuatro dominios.

Tabla 7. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de limón Tahití en el municipio de La Unión (Nariño).

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con área sembrada menor a 4 ha, sin acceso a crédito, con mano de obra familiar y que no realizan podas.	Muy baja	Baja	Baja	Viable
2. Productores con área sembrada entre 1 y 2,5 ha, acceso a crédito, mano de obra contratada temporal y no realizan podas.	Baja	Baja	Media	Viable
3. Productores con área sembrada entre 0,25 y 2 ha, acceso a crédito, mano de obra mixta y realizan podas.	Muy baja	Media	Media	Viable
4. Productores con área sembrada entre 1 y 7 ha, sin acceso a crédito, mano de obra contratada y realizan podas.	Baja	Media	Baja	No viable (Sin crédito)

Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 incluye productores con un grado de exposición a déficit hídrico muy bajo (se encuentran ubicados en nichos de producción óptimos). Los productores pertenecientes a este dominio poseen una capacidad adaptativa media, en la

cual el acceso a crédito bancario es la mayor limitante para la implementación de las tecnologías (figura 13).

De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de fertilización y riego por goteo requiere de endeudamiento a través de crédito bancario; no obstante, una vez se implementan las tecnologías se prevé la facilidad del pago gracias a los excedentes asociados al nuevo esquema de producción, que conllevan al aumento en la producción y el uso eficiente del recurso hídrico. Se recomienda para los productores de este dominio optar por las opciones tecnológicas para la totalidad del área sembrada desde el primer año. En este escenario debe tener una alta disponibilidad de mano de obra para contratar, si bien la implementación de las tecnologías puede reducir esta demanda en un 7%.

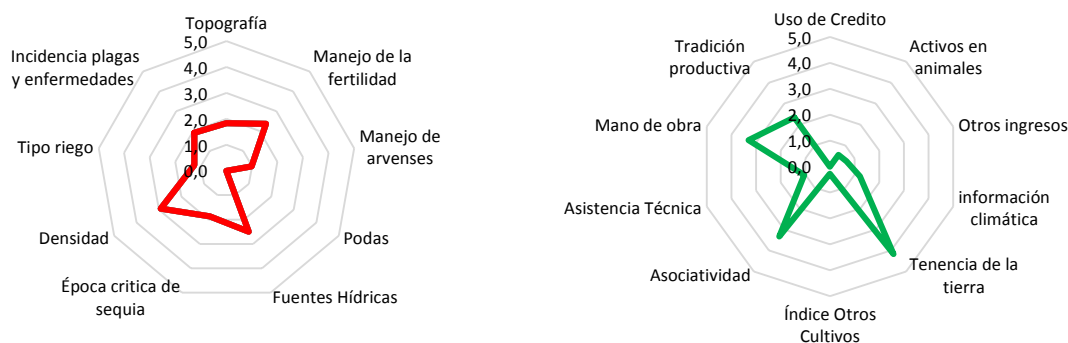


Figura 13. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para el productor del Dominio 1.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores con un área sembrada entre 1 y 2,5 ha y un grado de exposición a déficit hídrico bajo, ubicados en nichos productivos condicionados a prácticas de manejo. La sensibilidad para este dominio es baja; sin embargo los productores tienen un limitado acceso al recurso hídrico, por lo cual es de gran importancia la implementación de sistemas de riego que cuenten con un uso eficiente del agua (figura 14). La capacidad de adaptación es media. Los productores de este dominio hacen uso de crédito para las actividades agropecuarias, son propietarios

de los predios y aproximadamente la mitad de los productores de este dominio tienen algún tipo de asociación.

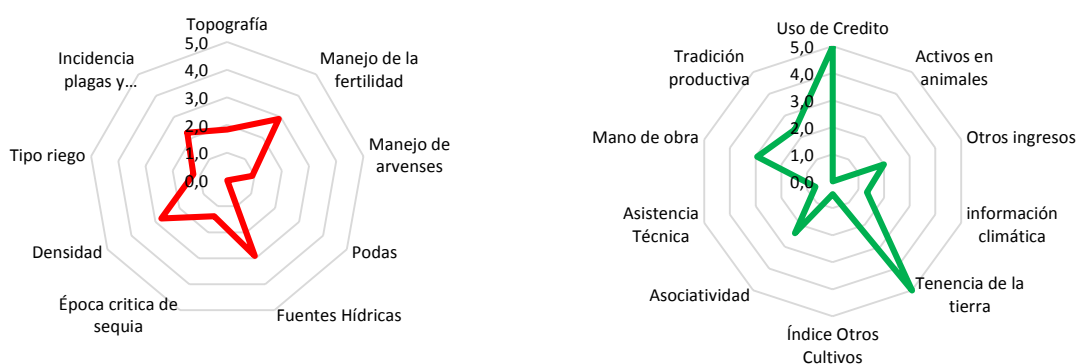


Figura 14. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad de adaptación (en verde) para el productor del Dominio 2.

De acuerdo con el análisis microeconómico resulta viable la implementación de las opciones tecnológicas de riego por goteo y fertilización en la totalidad del área sembrada en limón desde el primer año, lo cual permite soportar un evento de déficit hídrico. Sin embargo, la implementación demanda buena disponibilidad de mano de obra familiar y contratada y la adopción de un crédito por el total del costo de la implementación.

El capital disponible a lo largo del horizonte de tiempo de 10 años muestra un comportamiento creciente, donde las utilidades del productor permiten cubrir los gastos familiares e incrementar el capital disponible en los periodos siguientes.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores con un área sembrada menor a 2 ha y un grado de exposición a déficit hídrico muy bajo (se encuentran ubicados en nichos de producción óptimos) sin embargo, de acuerdo con el análisis de sensibilidad (figura 15) se observa que los productores pertenecientes a este dominio tienen restricciones asociadas principalmente al acceso a recursos hídrico, lo que hace de vital importancia la implementación de sistemas de riego con un uso eficiente del agua. Aunque la capacidad de adaptación es media, se ve favorecida por aspectos como uso de crédito bancario,

propiedad de los predios donde se localizan los cultivos, asociatividad y disponibilidad de mano de obra familiar.

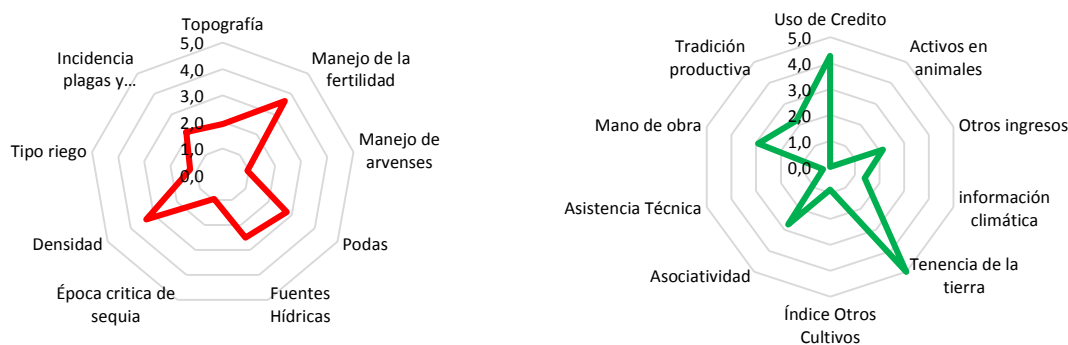


Figura 15. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para productores del Dominio 3.

De acuerdo con el análisis microeconómico resulta viable la implementación de las opciones tecnológicas de riego por goteo y fertilización en la totalidad del área sembrada en limón, lo cual permite soportar un evento de déficit hídrico. Por lo tanto, el sistema productivo se hace sostenible en el tiempo según el comportamiento del capital financiero (acumulación de dinero), pero es necesario acceder a un crédito que cubra aproximadamente el 60% de los costos asociados a la implementación de las tecnologías.

Dominio 4

Los productores del dominio 4 presentan una exposición agroclimática baja y se encuentran en nichos productivos condicionados a prácticas de manejo. La sensibilidad es media (figura 16); sin embargo, la topografía del terreno constituye una limitante de gran importancia para la implementación del sistema productivo, debido a que los productores de este dominio se encuentran ubicados en zonas con altas pendientes, situación desfavorable para la retención de agua en el suelo; adicionalmente no se realizan labores adecuadas de poda y las áreas de cultivo tienen una incidencia de plagas y enfermedades intermedias.

La capacidad adaptativa es baja. Los productores pertenecientes a este dominio son propietarios de las fincas, cuentan con una disponibilidad de mano de obra intermedia. No tienen activos líquidos representados en animales ni otros ingresos diferentes a la actividad económica principal y la modalidad de asociación es nula al igual que el acceso a asistencia técnica (figura 15).

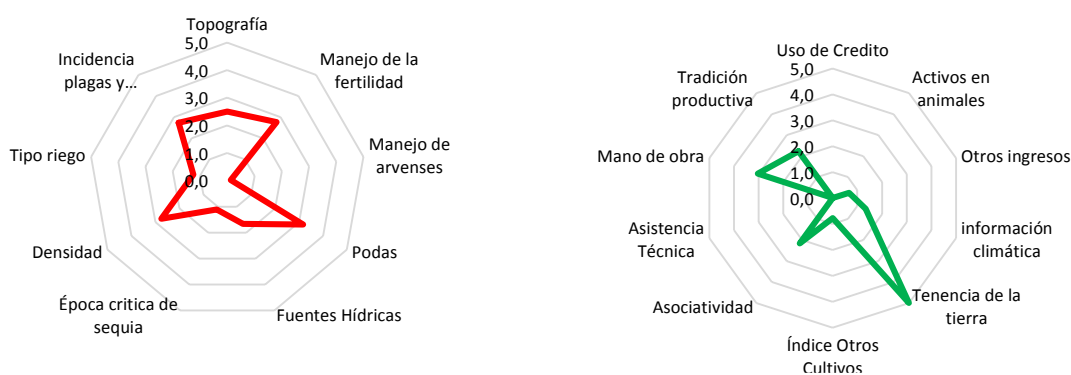


Figura 16. Indicadores de sensibilidad (en rojo) y capacidad adaptativa (en verde) para el dominio 4.

Además de estas características limitantes, estos productores no acceden a crédito bancario convirtiéndose en la mayor limitante para el sistema y la implementación de las tecnologías. Estas condiciones imposibilitan el establecimiento de las tecnologías sugeridas desde las posibilidades de los productores. Debido a que una de las tecnologías propuestas, el riego por goteo corresponde a inversión en infraestructura, se propone identificar posibles aliados e instituciones que puedan gestionarla y desarrollarla como parte de iniciativas de desarrollo económico.



REFERENCIAS

- Allen, R., Pereira, L.; Raes, D.; y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 298 p.
- Arango, V., Orduz, J., & León, G. (2009). *Patrones para cítricos en los Llanos Orientales de Colombia: avances de investigación. Proyecto: adaptación y prácticas de manejo de naranjas y limas ácidas para la Altillanura colombiana*. Villavicencio, Meta: Produmedios
- Chaparro, H., Velásquez, A., & Orduz, J. (2013). Influencia del virus de la tristeza de los cítricos (CTV) en el comportamiento de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) injertada sobre seis patrones en el piedemonte llanero de Colombia (1997-2008). *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, 14(1) 33-38.
- 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 papa (La Cruz y Yaquanquer), lima ácida Tahití (La Unión y San Lorenzo) y pasto Kikuyo (Buesaco y San Pedro de Cartago)*. Proyecto reducción del riesgo y adaptación al cambio climático. 105 p.
- FAO (1976). A Framework for Land Evaluation. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Soils bulletin, 32 p.
- IITA - FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Roma: FAO.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 594 p.



- Mendoza, A., Alvarado, O., Cruz, M., & Barrera, H. (2005). Caracterización molecular de razas severas y débiles del virus de la tristeza de los cítricos. *Ciencia UANL*, 7:266-273.
- León, M. (2001). *Insectos de los cítricos. Guía ilustrada de plagas y benéficos con técnicas para el manejo de los insectos dañinos*. Colombia: Produmedios, pp. 79-81.
- Palmer, W. (1965). *Meteorological Drought*. Department of Commerce. Res. Paper, (45) 58.
- Salazar, L., & Hincapié, E. (2007). Capítulo 5: Las arvenses y su manejo en los cafetales. En *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná, Caldas: Blanecolor Ltda. págs. 102-130.



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>