



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo ají topito (*Capsicum chinense*)

Municipio de Suan
Departamento del Atlántico



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	Cargo
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph.D.
William Felipe Melo Zipacon	Profesional de apoyo a la investigación
Luis Felipe Castelblanco Rivera	Profesional de apoyo a la investigación
Fabián Eduardo Esquivel Ramírez	Profesional de apoyo a la investigación
Fabio Ernesto Martínez Maldonado	Investigador máster
Leidy Yibeth Deantonio Florido	Investigador máster
Carlos Eduardo Ospina Parra	Investigador máster
Deissy Carolina Malagón Guzmán	Profesional de apoyo a la investigación
Gonzalo Rodriguez Borray	Investigador máster
César Elías Baquero Maestre	Facilitador regional. Investigador Máster
Ledys Giovannetti Velásquez	Profesional de apoyo a la investigación
Alexandra Mañunga Rivera	Economista
Katia Vanessa Contreras Valencia	Profesional de apoyo a la investigación



AGRADECIMIENTOS

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

Al productor, no solo por haber dispuesto su predio para la validación de las opciones tecnológicas presentadas, sino también por su disposición, compromiso y dedicación para el buen 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. Caribia, Atlántico, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Riesgo agroclimático del sistema productivo.....	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Suan.....	4
Exposición del sistema productivo del ají topito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Suan	8
<i>Zonas del municipio el sistema productivo del ají tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva.....</i>	13
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Suan (Atlántico)	17
a) Biofertilización en plantulación	19
b) Densidad de siembra	20
c) Riego por goteo	20
<i>Qué ventajas comparativas tienen estas tecnologías integradas</i>	22
Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito en Suan, a condiciones restrictivas de humedad en el suelo	24
Sección 3: Criterios para implementar las opciones tecnológicas entre los productores del ají topito en el municipio de Suan (Atlántico)	32
REFERENCIAS	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan (Atlántico), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.....	3
Figura 2. Mapas de zonificación, según variables biofísicas del municipio de Suan, Atlántico (Corpoica, 2015a).	5
Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio multianual en Suan (periodo 1980-2011) (Corpoica, 2015a).....	6
Figura 4. Aptitud de uso de los suelos en el sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan.....	9
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis octubre-febrero (Corpoica, 2015b).	12
Figura 6. Aptitud agroclimática del municipio de Suan y del sistema productivo del ají topito bajo condiciones de humedad en el suelo ligeramente restrictivas y restrictivas por déficit hídrico (Corpoica 2015b).....	14
Figura 7. (Arriba) Balance hídrico atmosférico; (abajo) balance hídrico agrícola del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, Atlántico, entre los meses de marzo y agosto del 2014.	18
Figura 8. Bandejas elevadas	19
Figura 9. Llenado de bandejas con sustrato (turba + micorrizas).	19
Figura 10. Aplicación del biocontrolador (<i>Trichoderma sp.</i>).	20
Figura 11. A: sistema de riego por goteo. B: sistema de riego por inundación en el sistema productivo del ají en Suan, Atlántico (Corpoica, 2015c).	21



Figura 12. Duración de las etapas fenológicas en el sistema productivo del ají topito, bajo dos esquemas de manejo (Corpoica, 2015c).....	23
Figura 13. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 1.....	35
Figura 14. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 2.....	36
Figura 15. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 3.....	37



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de las precipitaciones en el municipio de Suan durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011 (Corpoica, 2015a)	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de las precipitaciones en el municipio de Suan durante los eventos de La Niña en el periodo 1980-2011 (Corpoica, 2015a)	7
Tabla 3. Calendario fenológico del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan	10
Tabla 4. Estimación del consumo diario de agua por etapa fenológica del sistema productivo de Suan, Atlántico, en condiciones climáticas de sequía (Corpoica, 2015c).....	22
Tabla 5. Producción del ají topito en condiciones de sequía (Corpoica, 2015c).	24
Tabla 6. Caracterización de los dominios de recomendación del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, Atlántico	34



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado, construido como concepto novedoso por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (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 su vulnerabilidad en el mediano y largo plazos. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnología a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que tienen las condiciones restrictivas de humedad del suelo sobre los sistemas productivos.

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

Este documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito en condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Suan (departamento del Atlántico).



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito (*Capsicum chinense*), frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Suan (Atlántico), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático del sistema productivo

El riesgo agroclimático (IPCC, 2012) se expresa en función de la amenaza (eventos climáticos extremos) y la vulnerabilidad del sistema productivo, que para este caso se define por su exposición y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa del sistema productivo. En la Figura 1 se exponen los elementos estructurales que determinan el riesgo agroclimático a condiciones de déficit hídrico: la amenaza climática y la vulnerabilidad del sistema productivo. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo del ají topito ante 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.

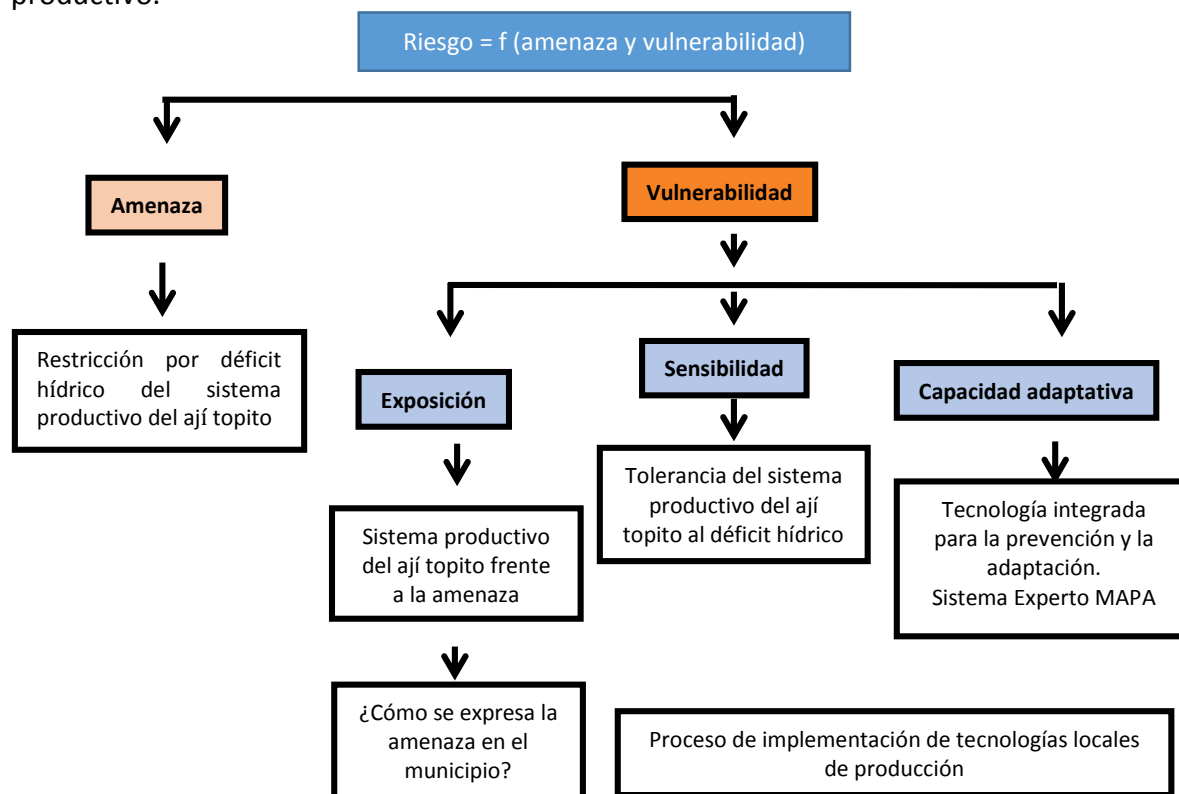


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suán (Atlántico), bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo.

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

A escala departamental, es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento y la exposición del sistema productivo a esas amenazas, la cual está determinada por su ubicación geográfica.

A escala municipal, el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje y altitud) y climáticas (estaciones meteorológicas, distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET_0], distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas y 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 escalas departamental y municipal, consultar el sistema experto (SE)-MAPA

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Suan

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

El municipio de Suan presenta susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos debido a que su paisaje de planicie está influenciado tanto por el río Magdalena como por el canal del Dique y arroyos directos que vierten sus aguas al bajo Magdalena. Así mismo, la altitud es uno de los primeros factores que se deben revisar antes de establecer un sistema productivo, debido a su asociación directa con la fluctuación de la temperatura (Figura 2).

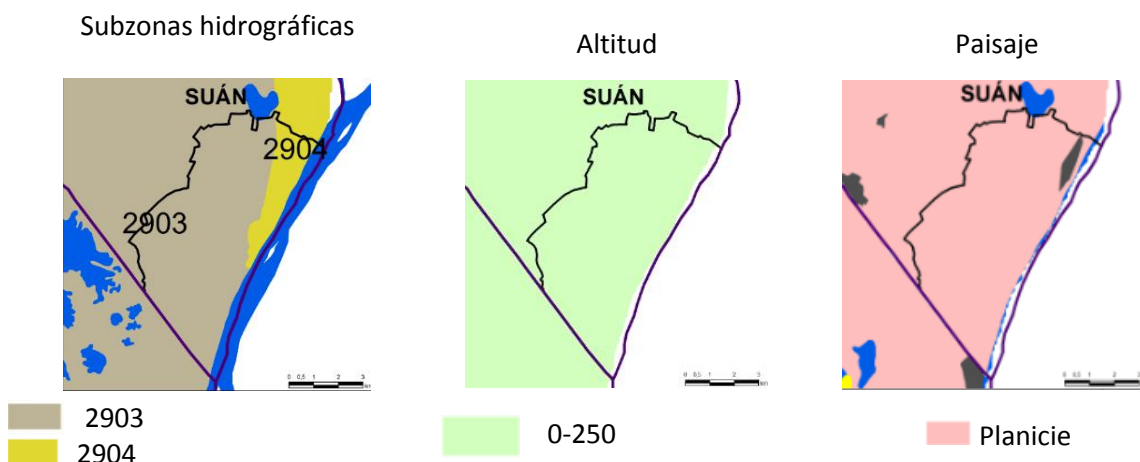


Figura 2. Mapas de zonificación, según variables biofísicas del municipio de Suan, Atlántico (Corpoica, 2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con lo cual 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 en el análisis climático del municipio de Suan, Atlántico, se destacan:

Precipitación: en la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación del municipio de Suan. La línea verde punteada representa la precipitación promedio, y las barras rojas y azules, los eventos de variabilidad asociados a ENSO (El Niño Southern Oscillation): El Niño (1991) y La Niña (2010), respectivamente. En la gráfica es posible observar que el efecto de un fenómeno de variabilidad es más evidente en la temporada de lluvias (mayo-octubre), así estos meses serían críticos ante una condición de déficit hídrico, periodo en el cual los productores podrían no estar preparados para afrontar la falta de humedad en el suelo, aunque el periodo crítico sería mayor si el fenómeno de variabilidad se extendiera por varios meses o si se intensificara en los meses de precipitaciones bajas.

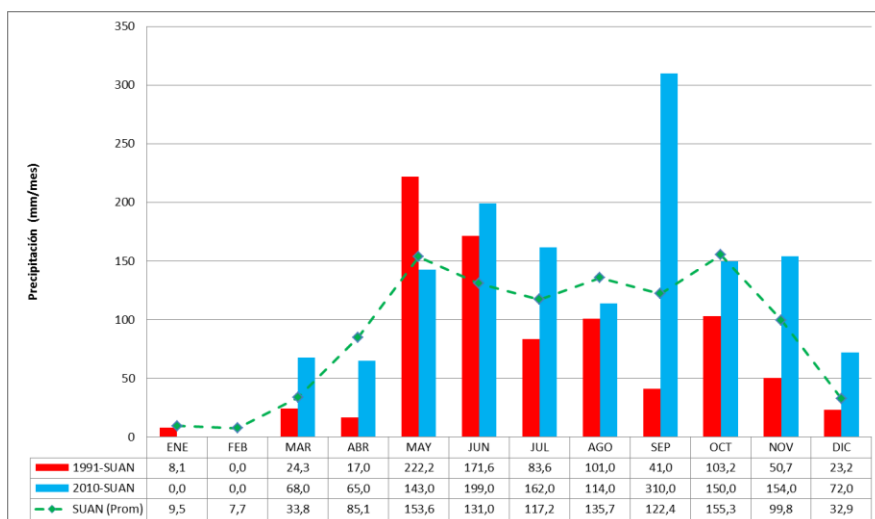


Figura 3. Precipitación en años extremos con respecto al promedio multianual en Suan (periodo 1980-2011) (Corpoica, 2015a).

Valor del ONI y anomalías climáticas en eventos de El Niño o La Niña: permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer estos cambios se deben revisar:

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

En el municipio de Suan (Atlántico) durante un evento de El Niño, la mayor anomalía se presentó con una reducción del 22 % de las precipitaciones durante el periodo de mayo de 1994 a marzo de 1995, con un valor del ONI de 1,3. Durante un evento de La Niña, la mayor anomalía presentada tuvo un aumento del 32 % de las precipitaciones durante julio del 2010 y abril del 2011, con un valor ONI de -1,4.

Las Tabla 1 y Tabla 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos ENSO en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno. En estas tablas

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

también se evidencian los periodos de duración potencial de los eventos, lo cual es un indicativo de planificación mediante el cual se puede prever y realizar prácticas preventivas a distintas escalas temporales.

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de las precipitaciones en el municipio de Suan durante los eventos de El Niño en el periodo 1980-2011 (Corpoica, 2015a)

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1994 - Mar 1995	May 1997 - May 1998	May 2002 - Mar 2003	Jun 2004 - Feb 2005	Ago 2006 - Ene 2007	Jul 2009 - Abr 2010
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo valor ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-9 %	-1 %	-18 %	-22 %	-20 %	-19 %	-2 %	-24 %	-12 %

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de las precipitaciones en el municipio de Suan durante los eventos de La Niña en el periodo 1980-2011 (Corpoica, 2015a)

Periodo	Oct 1984 - Sep 1985	May 1988 - May 1989	Sep 1995 - Mar 1996	Jul 1998 - Jun 2000	Oct 2000 - Feb 2001	Sep 2007 - May 2008	Jul 2010 - Abr 2011
Duración	12	13	7	24	5	9	10
Mínimo Valor ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	-15 %	20 %	1 %	13 %	-34 %	-5 %	32 %

Se debe considerar que la temperatura de la superficie del Océano Pacífico no es el único factor que modula el clima, por lo cual es importante tener en cuenta otros factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y las distintas corrientes oceánicas.

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas: con la cartografía temática del proyecto MAPA se pueden identificar: susceptibilidad a exceso hídrico bajo eventos de La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico bajo eventos de El Niño, susceptibilidad biofísica a inundación, afectación de la capacidad fotosintética analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI) y 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 la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consultar el SE-MAPA

Exposición del sistema productivo del ají topito a amenazas derivadas de la variabilidad climática en Suan

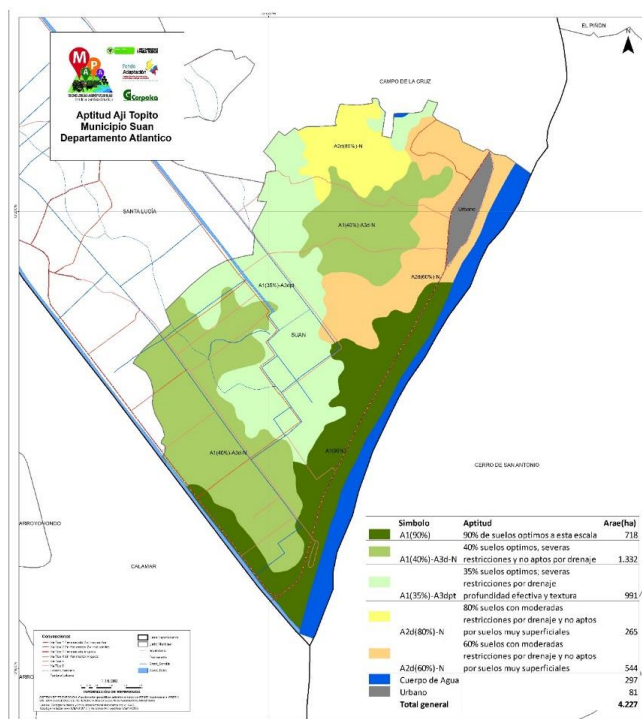
Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes como las características del suelo y la variabilidad climática. Esta exposición del sistema productivo varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio.

Para evaluar la exposición se debe identificar

- a. **En el mapa de aptitud de suelos:** las limitaciones de los suelos en donde están establecidos o se establecerán los sistemas productivos. Tenga en cuenta que algunas limitaciones pueden mejorarse, como las propiedades químicas (con aplicación de enmiendas y fertilizantes), mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, textura) (Figura 4). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es de 1:100.000.

Para tener en cuenta: en Suan, el 36 % (1.525 ha) de los suelos presenta una aptitud óptima (A1) para el sistema productivo del ají, y el 13 % (538 ha), una aptitud moderada por drenaje. Con una aptitud marginal (A3) se encuentra el 25 % (1.043 ha) de la superficie del municipio; las variables que restringen los suelos son el drenaje, la profundidad efectiva y las texturas muy finas.

Los suelos no aptos (N) o no recomendados corresponden al 10 % del municipio (430 ha); se limitan principalmente por profundidad efectiva inadecuada para el sistema productivo (Figura 4).










Símbolo		Aptitud	Área (ha)
	A1 (90 %)	90 % de suelos óptimos a esta escala	718
	A1(40 %)-A3d-N	40 % suelos óptimos; severas restricciones y no son aptos por drenaje	1.332
	A1(35 %)-A3dpt	35 % suelos óptimos; severas restricciones por drenaje, profundidad efectiva y textura	991
	A2d (80 %)-N	80 % suelos con moderadas restricciones por drenaje y por no ser aptos por muy superficiales	265
	A2d (60 %)-N	60 % suelos con moderadas restricciones por drenaje y no ser aptos por muy superficiales	544
	Cuerpo de agua		297
	Urbano		81
	Total general		4.227

Figura 4. Aptitud de uso de los suelos en el sistema productivo del ají topito en el municipio de Suao

Fuente: Corpoica, 2015b.

Los suelos con mal drenaje no se consideran aptos para el establecimiento de sistemas productivos. De igual manera, los suelos muy superficiales se consideran restringidos, principalmente para sistemas productivos transitorios, debido a la susceptibilidad a degradación o a la pérdida de suelo por erosión.

- b. **En los mapas de escenarios agroclimáticos:** la probabilidad de que ocurra un déficit hídrico del suelo en el sistema productivo del ají topito, de acuerdo con el cálculo del índice de severidad de sequía Palmer² (1965), es baja o muy baja (tonos verdes), media (tonos amarillos), alta (tonos naranja) o muy alta (tonos rojos) (Figura 5), de acuerdo con el mes de siembra o la etapa fenológica (Tabla 3). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es de 1:100.000 (Corpoica, 2015b).

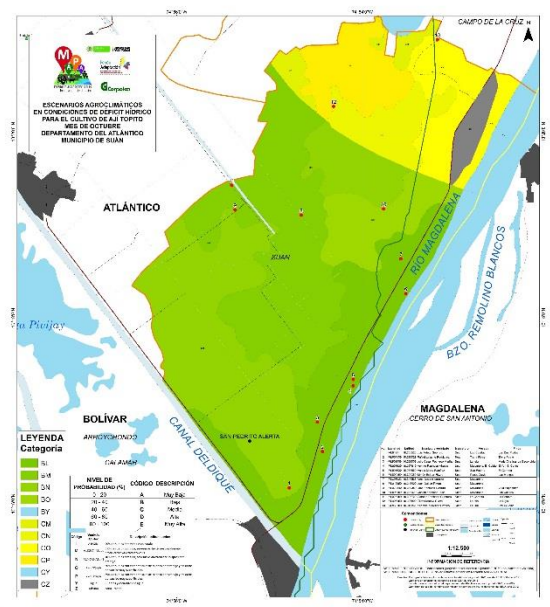
Tabla 3. Calendario fenológico del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan

Etapas fenológicas	Duración (días)	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1ra. floración	30																				
Fructificación	90																				
Recolección	90																				
2da. floración	30																				
Fructificación	90																				
Recolección	90																				

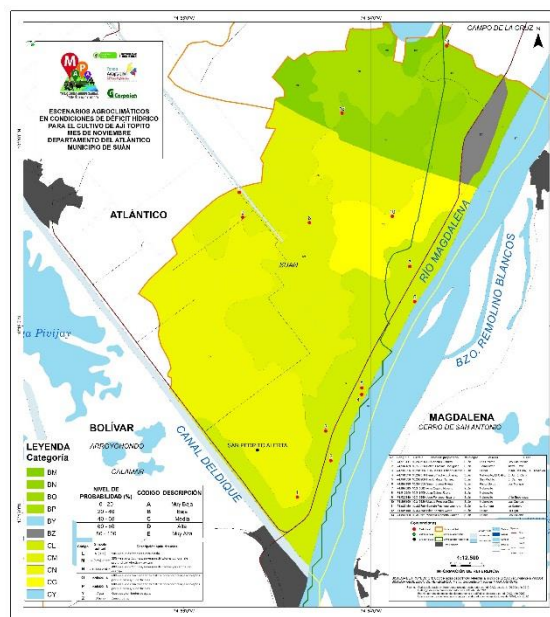
(Corpoica, 2015b).

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

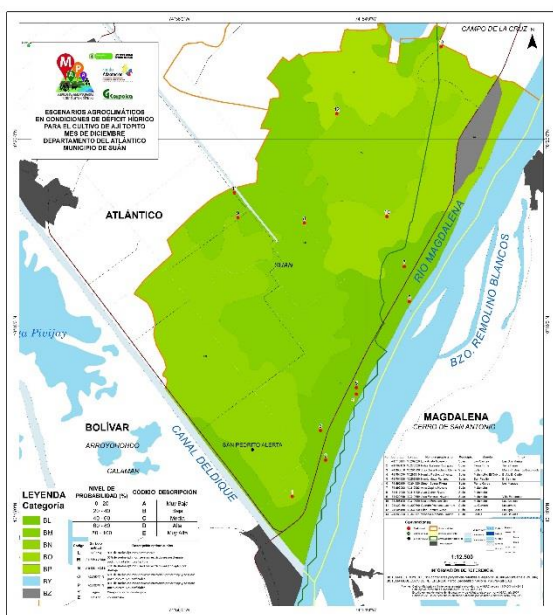
Octubre



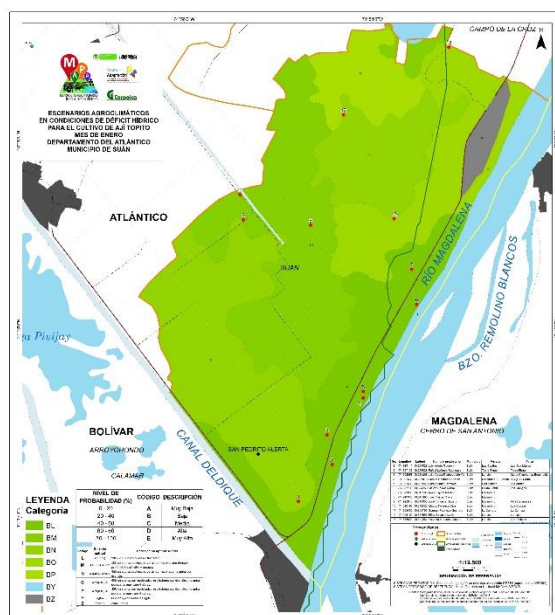
Noviembre



Diciembre



Enero



Febrero

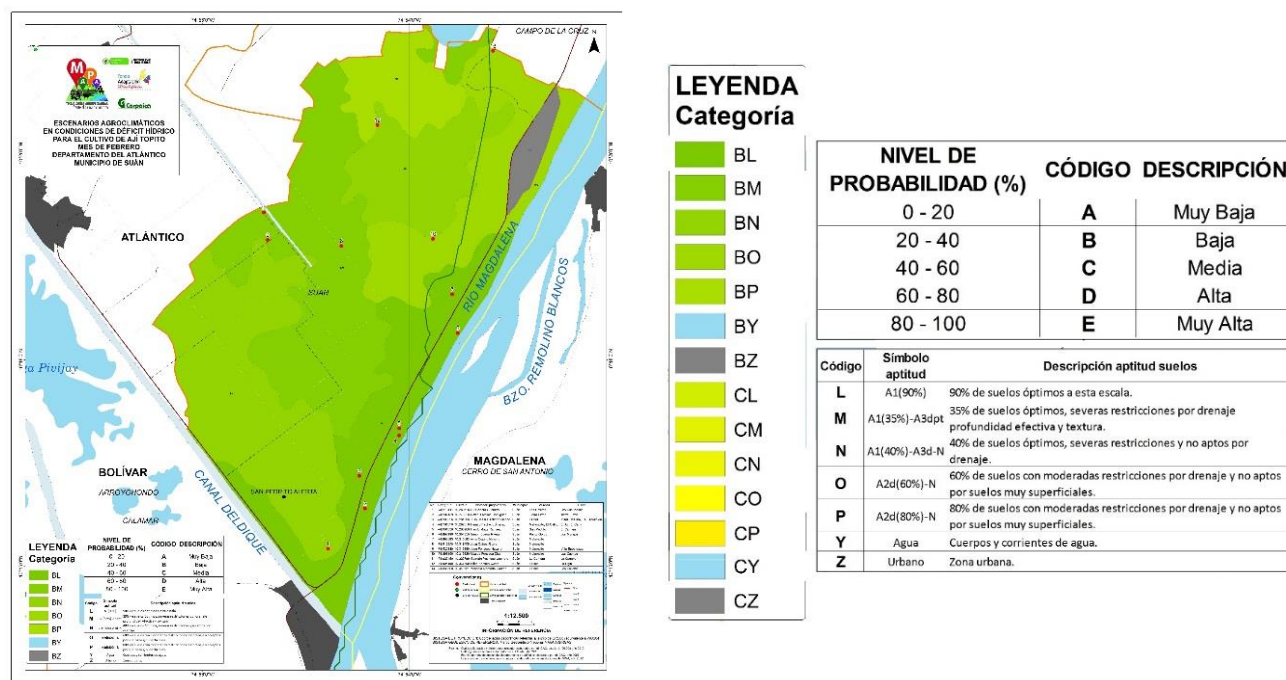


Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suán, bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis octubre-febrero (Corpoica, 2015b).

Para tener en cuenta: los tonos amarillos indican que son zonas con una alta probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico, adicionalmente, si se tienen en cuenta las categorías de aptitud de los suelos del sistema productivo, se puede obtener la exposición del sistema a condiciones limitantes para cada mes analizado. En los meses de octubre y noviembre se presentan probabilidades medias de deficiencias de humedad en el suelo, coincidiendo con las etapas de primera y segunda floración del ají topito. En los demás meses se presentan condiciones de humedad cercana a la capacidad de campo o menos restrictivas para el sistema productivo.

El estrés hídrico causado por deficiencias de agua en el sistema productivo podría generar pérdidas importantes en la producción, ya que la disminución de las lluvias y el aumento de las temperaturas pueden inducir a la disminución del contenido de agua en la planta. Un fuerte estrés genera la pérdida de turgencia, marchitamiento, cierre de estomas y

disminución de fotosíntesis. Así mismo, se puede presentar la caída de flores y frutos recién cuajados, frutos de tamaño pequeño, coloración deficiente y aparición de pudrición apical (Corpoica, 2015b).

Los mapas de escenarios agroclimáticos mensuales indican las áreas con menor y mayor probabilidad de presentar deficiencias de agua en el suelo del 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.

Zonas del municipio el sistema productivo del ají tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva

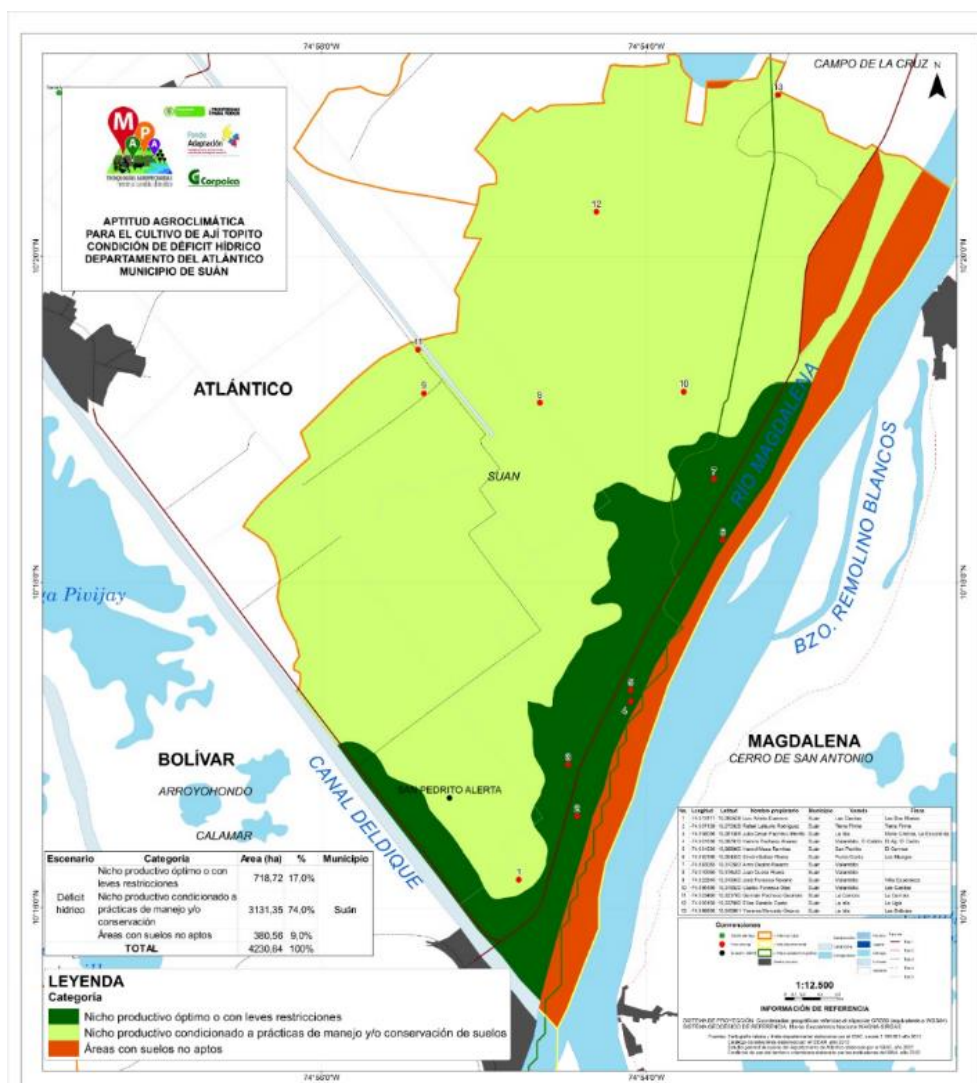
Para dar esta respuesta se debe observar el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Suan del sistema productivo del ají (Figura 6). Este mapa resume la exposición a deficiencias hídricas extremas del sistema productivo y la aptitud de los suelos.

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas en Suan, fueron:

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones (tono verde oscuro): esta área ocupa el 17,0 % (718 ha) del área total del municipio (4.231 ha); presenta una aptitud óptima de los suelos y condiciones de humedad favorables para el cultivo del ají topito.

Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo o conservación de suelos (tono verde claro): esta área ocupa el 74 % (3.131 ha) del área total del municipio (4.231 ha); sus suelos presentan una aptitud moderada por drenaje pobre, profundidad efectiva muy superficial y texturas pesadas, además, unas condiciones de humedad favorables para el cultivo del ají topito.

Área con suelos no aptos (tono naranja oscuro): esta área ocupa el 9 % (381 ha) del área total del municipio (4.231 ha) y corresponde a cuerpos y corrientes de agua y a zona urbana.



LEYENDA
Categoría

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

Figura 6. Aptitud agroclimática del municipio de Suan y del sistema productivo del ají topito bajo condiciones de humedad en el suelo ligeramente restrictivas y restrictivas por déficit hídrico (Corpoica 2015b).



Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, Atlántico, consultar el SE-MAPA

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

Información agroclimática: esta información 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 de los recursos suelo y agua.

Información agrometeorológica: esta información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de Prácticas Agrometeorológicas*, de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011), indica que la información con la que deben contar los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

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



- Observaciones técnicas y procedimientos utilizados en el desarrollo del sistema productivo.

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

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

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Suan (Atlántico)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre las opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo genera sobre el sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, Atlántico. Estas opciones tecnológicas fueron implementadas entre los meses de marzo y agosto del 2014 (Figura 7), época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo⁴ de la parcela de integración en el municipio de Suan⁵. Se observó que en todos los meses la evapotranspiración de referencia (ET_0) fue superior a la precipitación (Corpoica, 2015c), lo cual coincide con lo encontrado en el balance hídrico agrícola, en el que se observa el agua disponible total (ADT) con un valor de 65,52 mm, dentro del cual una parte corresponde al agua fácilmente aprovechable (AFA), que es el agua que puede tomar la planta, que cuando es superado por el valor del coeficiente de agotamiento (D_r), indica un déficit hídrico para el cultivo, que se refleja en el índice de estrés hídrico (K_s), en el que el valor 1 indica que no hay presencia de estrés y valores más cercanos a 0 indican un mayor grado de estrés; durante todo el ciclo del cultivo se presenta un estrés hídrico fuerte, por lo cual se hace necesario el riego.⁶

⁴ El déficit hídrico se presenta cuando los valores de evapotranspiración potencial (ET_0) exceden la precipitación.

⁵ Vereda La Isla, Finca Villa Vanessa.

⁶ La información de referencia del balance hídrico agrícola y los índices mostrados se pueden encontrar en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>

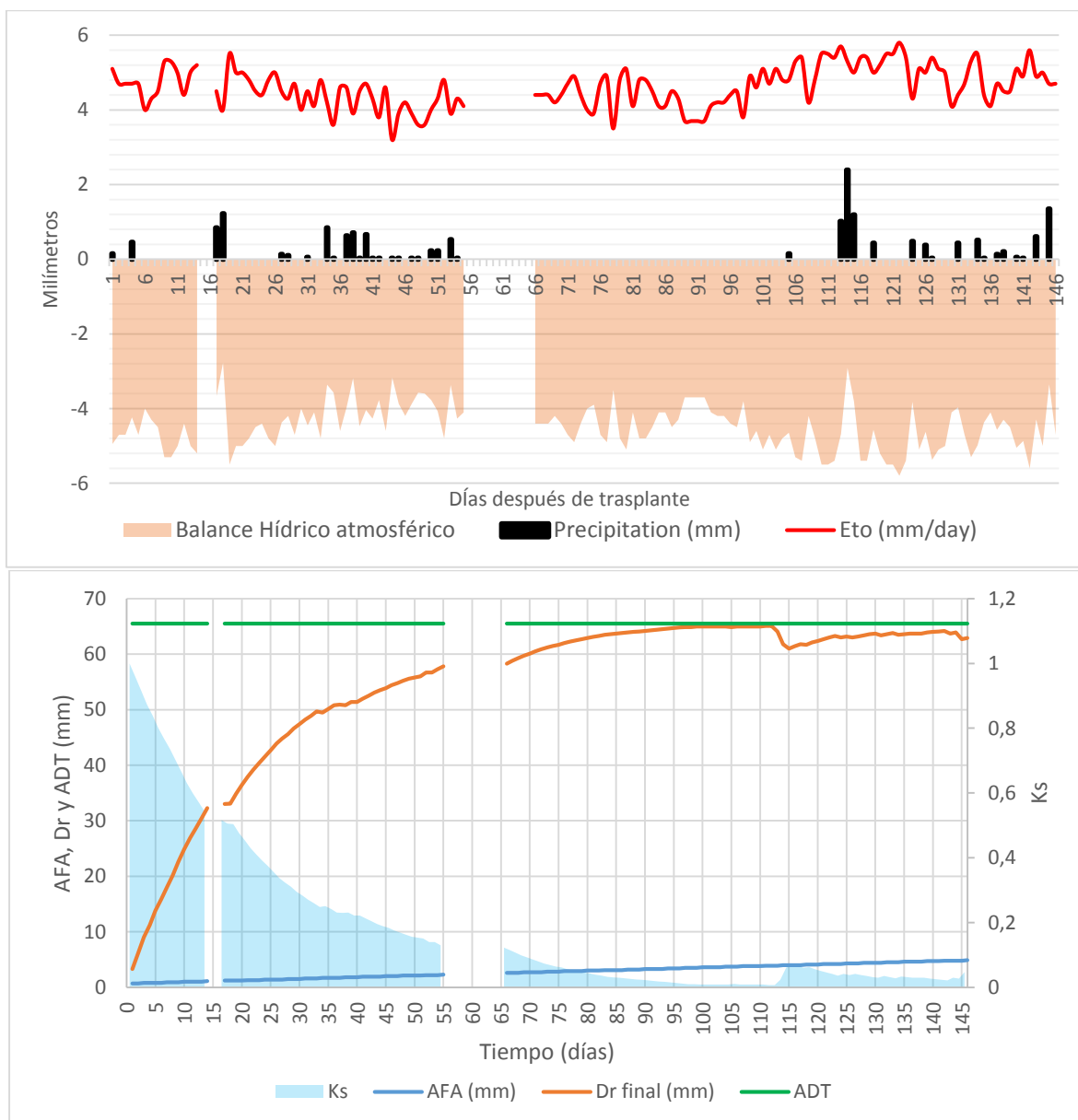


Figura 7. (Arriba) Balance hídrico atmosférico; (abajo) balance hídrico agrícola del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suana, Atlántico, entre los meses de marzo y agosto del 2014.

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar tres opciones tecnológicas integradas, con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito en Suan, Atlántico ante condiciones de déficit hídrico en suelo:

a) Biofertilización en plantulación

- Consiste en el uso de microorganismos en la producción agrícola. Una opción de biofertilizantes son las micorrizas, las cuales, además de mejorar la capacidad de absorción de nutrientes de las plantas, permiten tolerar condiciones de sequía, inundaciones, salinidad y cambios bruscos de temperatura. Adicionalmente, las micorrizas inducen en las plantas mecanismos de defensa ante el ataque de microorganismos patógenos.



Figura 8. Bandejas elevadas para plantulación.

- Se realiza la plantulación en bandejas plásticas con 128 alveolos, dispuestas en mesones de alambre elevados del suelo (Figura 8), con lo cual se evita la contaminación del sustrato. Al plantular en bandejas de germinación se facilita la remoción individual de las plantas y se minimizan los daños en el sistema radical durante el trasplante.



Figura 9. Llenado de bandejas con sustrato (turba + micorrizas).

- Actualmente, no se cuenta con semilla certificada del ají topito, sin embargo, se recomienda tener en cuenta la procedencia de la semilla, la calidad, el vigor y la productividad de las plantas de las cuales provienen, evitando así que se presenten problemas fitosanitarios.
- Para la plantulación se puede usar como sustrato turba canadiense o sustrato orgánico inerte, mezclado con micorrizas en dosis de 5 kg de micorrizas/300 l de turba (Figura 9).

- Cuando las plantas tengan entre cuatro y cinco hojas verdaderas se realiza el trasplante a campo, aplicando un biocontrolador (*Trichoderma sp.*) al tallo y la raíz (Figura 10), con el fin de minimizar posibles daños en la etapa de plantulación, ocasionados por patógenos presentes en el suelo. Se utiliza el bioproducto *Trichoderma sp.* a una concentración comercial de 1×10^8 esporas/g, el cual se diluye en una proporción de 1g.l^{-1} .



Figura 10. Aplicación del biocontrolador (*Trichoderma sp.*).

b) Densidad de siembra

- La densidad de siembra influye en el desarrollo de las plantas y en el área foliar eficiente capaz de captar la radiación solar para alcanzar mejores rendimientos, ya que menores densidades aumentan la producción por planta. Sin embargo, se debe buscar una densidad óptima, dependiendo de condiciones particulares (agronómicas o de mercado).
- Se propone implementar densidades de siembra más bajas, complementadas con la implementación de riego, teniendo en cuenta que en las condiciones de déficit hídrico no es pertinente tener altas densidades de siembra.
- Las distancias de siembra validadas por Corpoica fueron de 1,5 m entre surco y de 1,5 m entre plantas, para una densidad de siembra de 4.444 plantas/ha y de 1,5 m entre surco y de 1,0 m entre plantas para una densidad de siembra de 6.667 plantas/ha. En la región se utiliza una distancia de siembra de 1 m entre surco y de 1 m entre plantas, para una densidad de 10.000 plantas/ha.

c) Riego por goteo

- Consiste en la aplicación localizada de agua para aumentar la eficiencia y optimizar el uso del recurso hídrico. Se debe calcular la lámina de agua, para lo cual es fundamental conocer la evapotranspiración, en la cual interactúan variables climáticas como temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento. Por ello es importante hacer uso adecuado de la información meteorológica.

- Además, es fundamental conocer las propiedades físicas del suelo (capacidad de retención de humedad, densidad aparente, textura y velocidad de infiltración), la densidad de siembra, la profundidad efectiva del sistema productivo, el área a regar y la calidad del agua que se va a utilizar para el riego.
- Con el uso de la información meteorológica y biofísica (suelo) se determina el diseño agronómico del sistema, que incluye la lámina, el tiempo y la frecuencia de riego.
- A partir de la experiencia de integración de tecnologías trabajada por Corpoica, se usa un riego por goteo con base en una evapotranspiración que puede oscilar entre 3,6 y 5,8 mm/día,⁷ teniendo en cuenta que se debe suplir el requerimiento hídrico diario de la planta, que es de 5,32 litros/planta (Sánchez et al., 2003). El sistema incluye una cinta de goteo con goteros de 0,8 l.h⁻¹ espaciados a 10 cm, que genera una franja húmeda que favorece el desarrollo de las raíces.
- Se recomienda que el diseño hidráulico del sistema de riego sea móvil.

En la Figura 11 se observa el uso inadecuado del recurso hídrico en un sistema de riego por inundación, comparado con un sistema de riego por goteo.

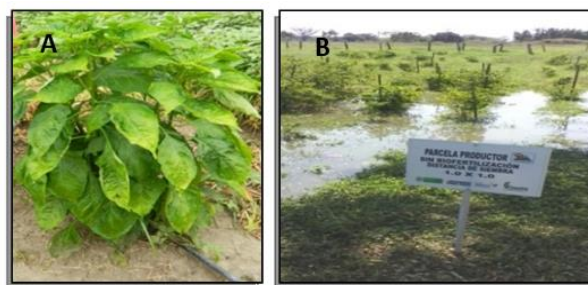


Figura 11. A: sistema de riego por goteo. B: sistema de riego por inundación en el sistema productivo del ají en Suan, Atlántico (Corpoica, 2015c).

La estimación del consumo diario de agua del sistema productivo en condiciones climáticas de sequía, en el periodo comprendido entre marzo y agosto del 2014, en la parcela de integración en el municipio de Suan, fue de 8,52 l/planta, aproximadamente. Por lo cual se recomienda aplicar una lámina de 3,8 mm/día⁻¹, en promedio. El uso consuntivo de agua por etapa fenológica se muestra en la Tabla 4.

⁷ Calculada mediante valores de temperatura mínima, máxima y humedad relativa para los meses de marzo-agosto del 2014.

Tabla 4. Estimación del consumo diario de agua por etapa fenológica del sistema productivo de Suan, Atlántico, en condiciones climáticas de sequía (Corpoica, 2015c).

Etapa fenológica	Kc utilizado	Consumo de agua en l/planta
Vegetativa	0,65	284,4
Floración	0,97	213,8
Fructificación	1,06	531
Total		1029,2

En las condiciones climáticas de Suan, usando riego por goteo, es recomendable regar todos los días; el tiempo de riego dependerá del diseño que se establezca en el área de trabajo y del marco de plantación usado.

Qué ventajas comparativas tienen estas tecnologías integradas

Las ventajas comparativas se presentan bajo una condición restrictiva de humedad en 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 en cada sistema productivo, de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

Con base en la información colectada en la parcela de integración se obtuvo que con un sistema de plantación en suelo, el porcentaje de germinación fue de 90,88 %, mientras que empleando un sistema de germinación en bandejas con biofertilización, este porcentaje aumentó hasta el 99,14 %.

Así mismo, con las tecnologías integradas se puede alcanzar un 100 % del establecimiento de plantas en campo, comparado con un sistema sin integración de opciones tecnológicas, en el que las pérdidas en el establecimiento pueden alcanzar hasta un 80 %.

Con respecto al desarrollo de las plantas, con la implementación de las opciones tecnológicas integradas se puede reducir el tiempo de los diferentes estados fenológicos,

disminuyendo así el tiempo de exposición al escenario de déficit hídrico en el suelo, tal y como se muestra en la Figura 12.

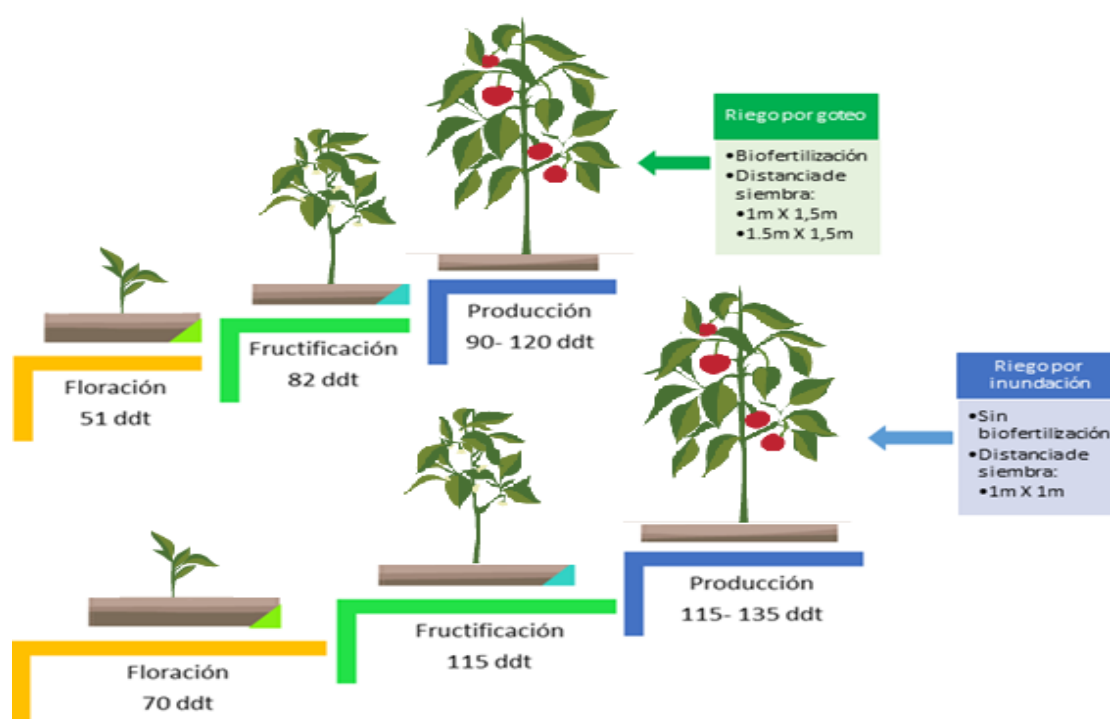


Figura 12. Duración de las etapas fenológicas en el sistema productivo del ají topito, bajo dos esquemas de manejo (Corpoica, 2015c).

En la Tabla 5 se presentan los datos de rendimiento del sistema productivo del ají de forma diferenciada, con relación a las opciones tecnológicas integradas. Se presentan los datos de producción de frutos verdes y maduros, para tener referencia del rendimiento total, aunque únicamente se comercializan los frutos verdes. Se evidencia que el uso de plántulas biofertilizadas y con riego por goteo aumenta los rendimientos, en comparación con el uso de riego por inundación y de plántulas sin biofertilizar. Así mismo, se muestra que unas menores densidades de siembra también representan mayores rendimientos. Las unidades perdidas por daño de viento, plagas y enfermedades son menores cuando se emplean opciones tecnológicas integradas.

La práctica de riego aplicada oportunamente y en cantidades adecuadas, junto con un buen manejo agronómico, reduce la vulnerabilidad del sistema productivo ante el déficit hídrico y disminuye la incidencia de problemas fitosanitarios.

Tabla 5. Producción del ají topito en condiciones de sequía (Corpoica, 2015c).

Tecnologías integradas		Frutos verdes (kg.ha ⁻¹)	Frutos maduros (kg.ha ⁻¹)	Unidades perdidas*
Riego por goteo	Biofertilizante y 1,5 m x 1,5 m	8.116,8	600	399
	Biofertilizante y 1 m x 1,5 m	3.671	200	1.260
Riego por inundación	Sin biofertilizante y 1 m x 1 m	800	11	8.800

*Por efecto de viento, plagas y enfermedades.

Prácticas complementarias para disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito en Suan, a condiciones restrictivas de humedad en el suelo

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo del ají topito en Suan, Atlántico, se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que reducen la vulnerabilidad del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, así como en las de exceso hídrico, están contenidas en el sistema experto (SE).

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:

Selección del material vegetal

En la selección del material se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Que el material vegetal esté adaptado a las condiciones ambientales de la región (suelos, topografía, clima), de manera que no se requieran intervenciones considerables para adecuar el ambiente en el que las plantas se desarrollan, lo que genera sobrecostos.
- Teniendo en cuenta que no existen materiales certificados del ají topito, se deben seleccionar, para la obtención de semilla, plantas que presenten las mejores características en cuanto a rendimiento, tolerancia o resistencia a enfermedades y plagas, precocidad, porte bajo y formas y tamaños de frutos deseables para el mercado.
- Se deben utilizar las semillas obtenidas a partir de frutos maduros; primero se lavan bien con agua, se secan y se guardan en papel en lugares secos y frescos. Se almacenan en un frasco bien cerrado; no se deben conservar por periodos largos (seis meses a un año), ya que la viabilidad de la semilla bajo condiciones naturales disminuye.
- Realizar la propagación del material en bandejas, tal como se describió anteriormente, con lo cual se garantiza la obtención de plántulas vigorosas y sanas.

Análisis de suelos

El análisis de suelo es utilizado principalmente para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo, con lo cual se determina su estrategia de acondicionamiento para lograr un mejor desarrollo y rendimiento del sistema productivo.

La metodología descrita por Corpoica (2005) para la toma de muestra de suelo, comprende: 1) toma de submuestras en puntos trazados en zigzag, que permitan cubrir el área total del lote para que el muestreo sea representativo; 2) para la toma de cada submuestra se debe limpiar un área aproximada de 0,04 m² (20 cm x 20 cm) a una profundidad de 3 cm de la superficie, con el fin de eliminar los residuos frescos de materia orgánica y otro tipo de residuos; 3) realizar un hueco en forma de “V”, del ancho de una pala y a una profundidad de 20 a 30 cm; 4) extraer una muestra de 2 a 3 cm de grosor de la pared del orificio con una pala limpia, descartar el suelo que queda en los bordes de la pala y depositar la muestra en

un balde plástico limpio. 5) una vez tomadas todas las submuestras, se mezclan y finalmente se selecciona aproximadamente un kilogramo, que se debe empacar en una bolsa plástica bien identificada: nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, tipo de sistema productivo y número del lote (Corpoica, 2005).

Esta muestra debe ser enviada a un laboratorio certificado para realizar su análisis. Algunos laboratorios, incluso, entregan las recomendaciones de acondicionamiento del suelo del sistema productivo específico.

Preparación del terreno

- Dado que ante una condición de déficit hídrico se debe evitar al máximo la evaporación de agua del suelo, lo más indicado es realizar prácticas de labranza de conservación.
- No es recomendable realizar labranza profunda con implementos como disco, ya que voltear el suelo expondría la materia orgánica a procesos de mineralización acelerada. Además, con el volteo se incrementa la pérdida de humedad del suelo.
- Se sugiere realizar ahoyado a 40 cm de profundidad, en el cual se incorpora materia orgánica de buena calidad mezclada con el suelo.
- Se debe procurar el empleo de coberturas para que el suelo no quede expuesto directamente a las condiciones ambientales.

Incorporación de materia orgánica al suelo

- El uso de los abonos orgánicos tiene su mayor efecto en el corto plazo y en la conservación o mejoramiento de las propiedades biológicas y físicas del suelo (densidad aparente, porosidad, retención de humedad, actividades de micro y mesofauna). El aporte de nutrientes se da a mediano-largo plazos.
- Se debe analizar la calidad del abono orgánico y su procedencia, para asegurar que se elaboró garantizando inocuidad y concentración adecuada de nutrimentos.
- Se deben tener en cuenta las recomendaciones del técnico o agrónomo sobre la definición del tipo de abono que se va a emplear y las cantidades y frecuencias a suministrar para garantizar que las plantas puedan disponer de los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento, desarrollo y producción.

Manejo durante la siembra

Para la siembra a sitio definitivo se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Seleccionar las plántulas más vigorosas del semillero, que presenten desarrollo uniforme y tengan hojas bien formadas.
- La práctica de biofertilización puede reforzarse en el trasplante.
- Para prevenir las pérdidas de plántulas por problemas fitosanitarios se pueden hacer aplicaciones preventivas, de acuerdo con el estado sanitario del suelo.
- Al momento del trasplante se debe garantizar que el suelo esté en capacidad de campo, de manera que las plántulas se establezcan adecuadamente.
- Sembrar en horas de la tarde.
- Sembrar la planta a una profundidad tal, que la base del tallo de la planta quede al nivel del suelo.
- Cinco días después de la siembra se debe revisar el lote para realizar la resiembra en sitios faltantes.
- Realizar aporque para fortalecer el anclaje de la planta.

Plan integrado de fertilización

- La ejecución del plan de fertilización en campo permite establecer un balance entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la demanda nutricional del sistema productivo.
- Los cálculos de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, estimada a partir de los análisis de suelo, se basan en los siguientes conocimientos:
 - a) Disponibilidad y movilidad de nutrientes en el suelo.
 - b) Requerimiento nutricional de la planta.
 - c) Tasas de mineralización.
 - d) Profundidad efectiva, que para el caso del ají es de 40 cm aproximadamente.
 - e) Eficiencia del fertilizante.
- Durante las épocas de déficit hídrico se debe disminuir la aplicación de fuentes amoniacales de nitrógeno. Así mismo, hay que revisar el contenido de los macronutrientes (N, P, K), ya que la baja disponibilidad de agua limita su movimiento hacia y a través de la planta.

- Se deben seguir las recomendaciones del técnico o agrónomo sobre la definición del tipo de fertilizantes por emplear, las cantidades y las frecuencias que se deben suministrar para garantizar que las plantas puedan disponer de los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento, desarrollo y rendimiento.
- Dadas las condiciones de déficit hídrico en el suelo, la fertilización foliar es muy útil, debido a que cuando baja la transpiración de la planta se reduce la absorción de nutrientes. Para fertilizar es fundamental tener precaución y hacer una revisión juiciosa de las fuentes y la concentración a la cual se aplican los fertilizantes.

Manejo integrado del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

- Se deben integrar diferentes opciones de manejo, dentro de las que se encuentra el uso de productos biológicos o químicos, para garantizar niveles poblacionales que no generen daño económico.
- El ácaro blanco aparece en campo en las hojas jóvenes cuando se presentan condiciones secas, afectando su crecimiento y dando lugar a hojas deformes.
- La selección de medidas dentro del manejo integrado se basa en el correcto monitoreo, desde la fase de semillero, del envés de hojas jóvenes. Se debe tener en cuenta que muchos de los síntomas visibles corresponden a un daño viejo, por lo que la aplicación de acaricidas resultaría tardía.
- Eliminar arvenses que puedan hospedar la plaga.
- Hacer control de sistemas productivos hospederos cercanos como tomate o berenjena.
- Evitar sembrar en lotes donde se haya sembrado recientemente ají, tomate o berenjena.
- Se deben tener en cuenta las recomendaciones del técnico o agrónomo sobre la definición del tipo de control por emplear.

Ante las 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.



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

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades involucra prácticas como la identificación de los síntomas asociados a insectos y agentes microbianos, y el monitoreo e implementación de medidas preventivas y curativas que contribuyan a mantener el nivel de daño de enfermedades y plagas en niveles que no causen afectaciones económicas.

La sanidad del cultivo está determinada por prácticas de manejo preventivas como la selección adecuada del material vegetal de propagación, la ubicación del terreno donde se va a establecer el cultivo, teniendo presentes las condiciones de clima, suelo y topografía, el historial del uso del suelo, la disponibilidad del agua y las actividades agrícolas del entorno (ICA, 2011).

Es importante tener en cuenta la densidad de siembra del cultivo, ya que una alta densidad en épocas de exceso de humedad puede favorecer la presencia de enfermedades. Un régimen de lluvias excesivo incrementa los contenidos de humedad en aire y suelo y favorece la diseminación de las estructuras reproductivas de patógenos que afectan los distintos órganos de la planta, reducen la calidad y el rendimiento de las cosechas y originan incrementos en los costos de producción por las medidas de manejo.

Según Tamayo y Jaramillo 2013, uno de los problemas fitosanitarios limitantes del sistema productivo del ají son:

Moho gris (*Botrytis cinerea*): en las hojas, el hongo produce lesiones de color café oscuro, localizadas en el ápice, que se caracterizan por presentar anillos concéntricos por el haz de la hoja y un abundante moho café por el envés de la misma, que corresponde a la esporulación del hongo.

Por su parte, Ligarreto (2012) reporta:

Pudrición de plántulas (*Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*): es una enfermedad común en semilleros. Se caracteriza por causar una mala emergencia, el colapso de

plántulas o la detención de su crecimiento, tanto en semillero como en campo, cuando se realiza la siembra directa.

Phytophthora (*Phytophthora capsici*): provoca daños en cualquier parte de la planta y en cualquier etapa de desarrollo. El síntoma más evidente es la marchitez y la muerte de la planta, debido a la lesión que rodea el tallo. En las hojas, la infección se evidencia en el ápice, en el cual se forma una lesión romboide de color verde amarillento que progresa hacia color negro o café y causa la defoliación de la planta.

Roña o sarna bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*): es la enfermedad principal en climas cálidos y húmedos; ataca tallos y hojas. Las lesiones en las hojas empiezan en el envés, en las que aparecen pústulas de menos de dos mm en diámetro y luego se producen en el haz machas cloróticas que después se necrosan.

El manejo adecuado de los problemas fitosanitarios requiere de un oportuno y correcto diagnóstico, el cual se logra mediante el constante monitoreo del sistema productivo. Una vez identificado el agente causal de la enfermedad se define con exactitud la estrategia de manejo que se va a implementar.

El seguimiento al estado de la enfermedad es una práctica fundamental para la toma de decisiones con respecto a momentos oportunos y estrategias para el manejo de problemas fitosanitarios en el sistema productivo. Se recomienda evaluar periódicamente, como mínimo, el 10 % de la población de plantas, con el fin de identificar la presencia de los síntomas descritos.

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



Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo del ají topito en Suan, Atlántico, consultar el sistema experto SE-MAPA

Como se expuso en las secciones 1 y 2, los determinantes del riesgo agroclimático son dos: la amenaza y la vulnerabilidad. El primero se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y el segundo, a la interacción entre el grado de exposición a la amenaza, la sensibilidad del sistema productivo y la capacidad adaptativa del mismo. Esta última se aumenta con la implementación de tecnologías integradas que reducen la vulnerabilidad del sistema productivo ante el riesgo agroclimático. Es importante considerar que la viabilidad de adopción de dichas opciones tecnológicas no solo responde a criterios técnicos, sino también a económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.

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

Sección 3: Criterios para implementar las opciones tecnológicas entre los productores del ají topito en el municipio de Suan (Atlántico)

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

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

Determinación de los dominios de recomendación

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 con las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo. Dichos

indicadores se evalúan en una escala de 0 a 5, en la que a mayor valor es superior la sensibilidad y la capacidad adaptativa.

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 y dependiendo de las características de cada grupo. A partir de la 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 con respecto a la adopción de las tecnologías se basa en el análisis de vulnerabilidad y la solución del modelo, lo que da como resultado la viabilidad de las tecnologías, la prioridad de su implementación y la forma de ponerlas en marcha en el tiempo (Corpoica-CIAT, 2015).

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan

En la Tabla 6 se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro se presentan el grado de exposición, el grado de sensibilidad y la capacidad adaptativa ante un evento climático limitante para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición al evento de sequía es baja para los productores del dominio uno, mientras que es media para los productores de los dominios dos y tres. Por su parte, la sensibilidad asociada a un evento de sequía es media para los productores de los dominios uno y tres, y muy baja para los productores del dominio dos. La capacidad adaptativa es baja para los dominios uno y dos, y muy baja para los productores del dominio tres.

Finalmente, la última columna de la Tabla 6 muestra los resultados del modelo microeconómico, que evalúa la viabilidad financiera del establecimiento de biofertilización

en plantulación con una distancia de siembra de 1,5 x 1,5 m, asociada al uso de riego por goteo.

Tabla 6. Caracterización de los dominios de recomendación del sistema productivo del ají topito en el municipio de Suan, Atlántico

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con predios de 6 a 25 ha, con acceso a crédito, disponibilidad de riego y bajo nivel de exposición.	Baja	Media	Baja	Viable
2. Productores con predios de 6 a 25 ha, con acceso a crédito, disponibilidad de riego y nivel de exposición medio.	Medio	Muy baja	Baja	Viable
3. Productores con predios de 1 a 10 ha, sin acceso a crédito, disponibilidad de riego y nivel de exposición medio.	Medio	Media	Muy baja	Viable

Fuente: Corpoica-CIAT, 2015).

Implementación de las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 incluye productores que se encuentran en áreas con suelos óptimos para la producción, lo que los sitúa en un grupo con exposición de grado bajo ante un evento de sequía. Adicionalmente, constituyen un grupo que debido al uso de prácticas como el arado y al inadecuado esquema de fertilización que manejan tienen un grado medio de sensibilidad ante un evento de sequía. Finalmente, debido a la falta de diversificación de sus ingresos y de disponibilidad de asistencia técnica en campo, presentan un grado bajo de capacidad adaptativa (Figura 13).



Figura 13. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 1.

Fuente: Corpoica-CIAT, 2015).

De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de la opción tecnológica es viable según el comportamiento del capital financiero asociado. Para la siembra se debe disponer de no más de 2 ha para la biofertilización en plantulación y el uso de riego por goteo. Dadas las condiciones de los productores de este dominio, se espera que sea necesario tener acceso a crédito bancario para realizar esta inversión, estimando que los excedentes asociados permitirán el pago del endeudamiento. Con la implementación de las opciones tecnológicas, la producción podría incrementarse hasta un 20 % con respecto a la producción bajo un esquema tradicional.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores que se encuentran en áreas con suelos con leves restricciones para la producción, lo que los sitúa en un grupo con exposición de grado medio ante un evento de sequía. Adicionalmente, constituyen un grupo que debido al buen esquema de los cronogramas de siembra y a la disponibilidad de un sistema de riego, tienen un grado muy bajo de sensibilidad ante un evento de sequía. Finalmente, debido a la falta de diversificación de sus ingresos y de disponibilidad de asistencia técnica en campo, presentan un grado bajo de capacidad adaptativa (Figura 14).

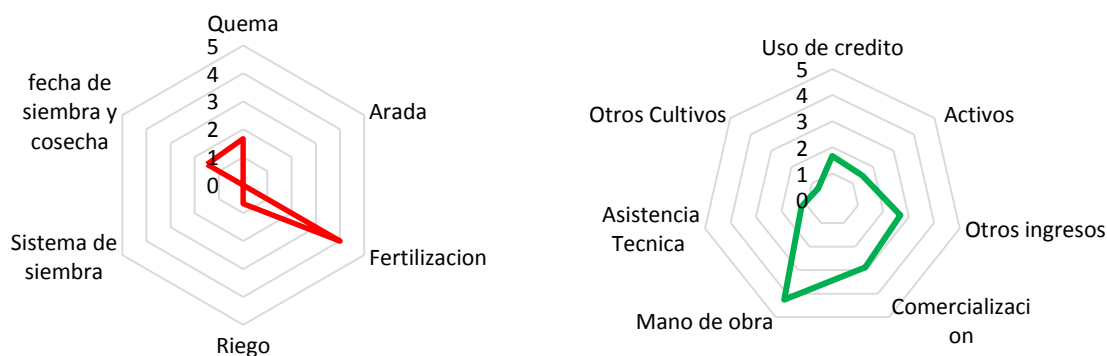


Figura 14. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2.

Fuente: Corpoica-CIAT, 2015).

De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de la opción tecnológica es viable según el comportamiento del capital financiero asociado. Para la siembra se debe disponer de no más de 2 ha para la biofertilización en plantulación y el uso de riego por goteo. Dadas las condiciones de los productores de este dominio, se espera que sea necesario tener acceso a crédito bancario para realizar esta inversión, estimando que los excedentes asociados permitirán el pago del endeudamiento.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores que se encuentran en áreas con suelos con leves restricciones para la producción, lo que los sitúa en un grupo con exposición de grado medio ante un evento de sequía. Adicionalmente, constituyen un grupo que debido al uso de prácticas como el arado y el inadecuado esquema de fertilización que manejan, tienen un grado medio de sensibilidad ante un evento de sequía. Finalmente, debido a la falta de diversificación de sus ingresos, de disponibilidad de asistencia técnica en campo y de acceso a créditos bancarios, presentan un grado muy bajo de capacidad adaptativa (Figura 15).

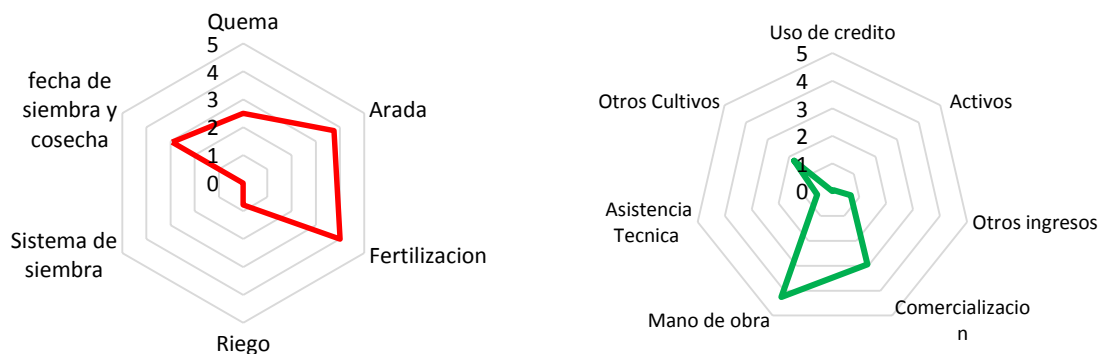


Figura 15. Indicadores de sensibilidad (rojo) y de capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 3.

Fuente: Corpoica-CIAT, 2015).

El dominio de recomendación 3 constituye el grupo de productores pequeños para los cuales es prioritario el uso de medidas que mitiguen los efectos negativos de un evento de sequía. De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de la opción tecnológica es viable según el comportamiento del capital financiero asociado, pero existen dificultades que obedecen a la falta de acceso a crédito de los productores. En específico, para la siembra se debe disponer de no más de media hectárea (0,5 ha) para la biofertilización en plantulación. Finalmente, se resalta que bajo este esquema de producción para este dominio, la mano de obra familiar aprovechable permite la venta de jornales que aumenten el capital disponible para los productores.

REFERENCIAS

- Corpoica. (2005). Capítulo 1: Análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En *Manual técnico: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos*. (págs. 1-10). Mosquera, Cundinamarca: Produmedios.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Mosquera, Cundinamarca: autor.
- Corpoica. (2015b). *Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para tomate (Repelón y Campo de la Cruz), ají topito (Suan y Santa Lucía) y pastos para ganadería doble propósito (Candelaria y Manatí)*. Mosquera, Cundinamarca: autor.
- Corpoica. (2015c). *Informe final de la parcela de Integración del Sistema Productivo de ají topito, del municipio de Suan, Departamento del Atlántico*. Mosquera, Cundinamarca: autor.
- Corpoica-CIAT. (2015). *Informe: Dominios de recomendación para los sistemas productivos de Atlántico y Bolívar en el marco de la carta de entendimiento 002-2013, 1806-1 entre CORPOICA y CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPOICA No 002-2013*. Mosquera: Centro de Investigación Tibaitatá.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de lulo (Solanum quitoense Lam.). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá: Produmedios.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Ligarreto, G. A. (2012). Ají y pimentón. En H. Pinzón, *Manual para el cultivo de hortalizas* (pág. 573). Bogotá: Produmedios.



Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.

Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. *Department of Commerce. Res. Paper*, 45, 58.

Sánchez, C., Jaraba, D., Martínez, J., & Martínez, A. (2003). Requerimientos hídricos del ají dulce (*C. annum*), bajo riego por goteo en el valle del Sinú medio. *Temas Agrarios*. Vol. 8, 20.

Tamayo, P. J., & Jaramillo, J. E. (2013). *Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia: guía para su diagnóstico y manejo*. Bogotá: Corpoica.



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingresa por:

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

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