



# Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Municipio de Repelón  
Departamento del Atlántico



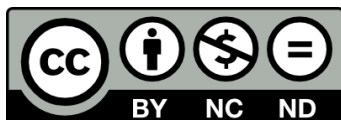
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

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
Joan Sebastián Gutiérrez Díaz	Profesional de apoyo a la investigación
William Felipe Melo Zipacon	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph.D.
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster
César Elías Baquero Maestre	Investigador Máster
Sugenith Margarita Arteaga C.	Profesional de apoyo a la investigación
Alexandra Mañunga Rivera	Economista
Katia Vanessa Contreras V.	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 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

AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
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 Repelón .....	4
Exposición del sistema productivo de tomate a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Repelón .....	9
Zonas del municipio el sistema productivo de tomate tendría un mayor o menor riesgo de pérdida productiva .....	14
Riesgo agroclimático en la finca .....	17
Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Repelón (departamento de Atlántico) .....	19
REFERENCIAS .....	29



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico). .....	3
<b>Figura 2.</b> Mapas de zonificación de acuerdo a variables biofísicas del municipio de Repelón, Atlántico. ....	5
<b>Figura 3.</b> Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Repelón (en el periodo 1980-2011). ....	6
<b>Figura 4.</b> Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón. ....	10
<b>Figura 5.</b> Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico en la ventana de análisis octubre – febrero. ....	13
<b>Figura 6.</b> Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Repelón para el sistema productivo .....	15
<b>Figura 7.</b> Balance hídrico del sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico) entre los meses de noviembre de 2014 y abril de 2015. ADT - contenido de agua en el suelo o agua disponible que corresponde a la fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. AFA – porción de la ADT aprovechable por la planta. ....	20



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Repelón durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	8
<b>Tabla 2.</b> Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de Repelón durante los eventos El La Niña en el periodo 1980-2011. ....	8
<b>Tabla 3.</b> Calendario fenológico para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón. Fuente: Corpoica (2015b).....	11



## INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático 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 soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes en los sistemas productivos, contribuyendo a la disminución de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. Esto constituye una propuesta de gestión de técnicas y tecnología a escala local, con proyección municipal, que permiten minimizar los impactos que las condiciones restrictivas de humedad del suelo tienen 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 productores, e integrar experiencias y conocimientos de estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo a escala local. Para el departamento de Atlántico fue priorizado, por el Fondo Adaptación, el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón.

El presente documento expone un conjunto de elementos que permiten orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate a condiciones restrictivas de humedad en el suelo, en el municipio de Repelón, en el departamento de Atlántico.





## OBJETIVOS

### Objetivo general

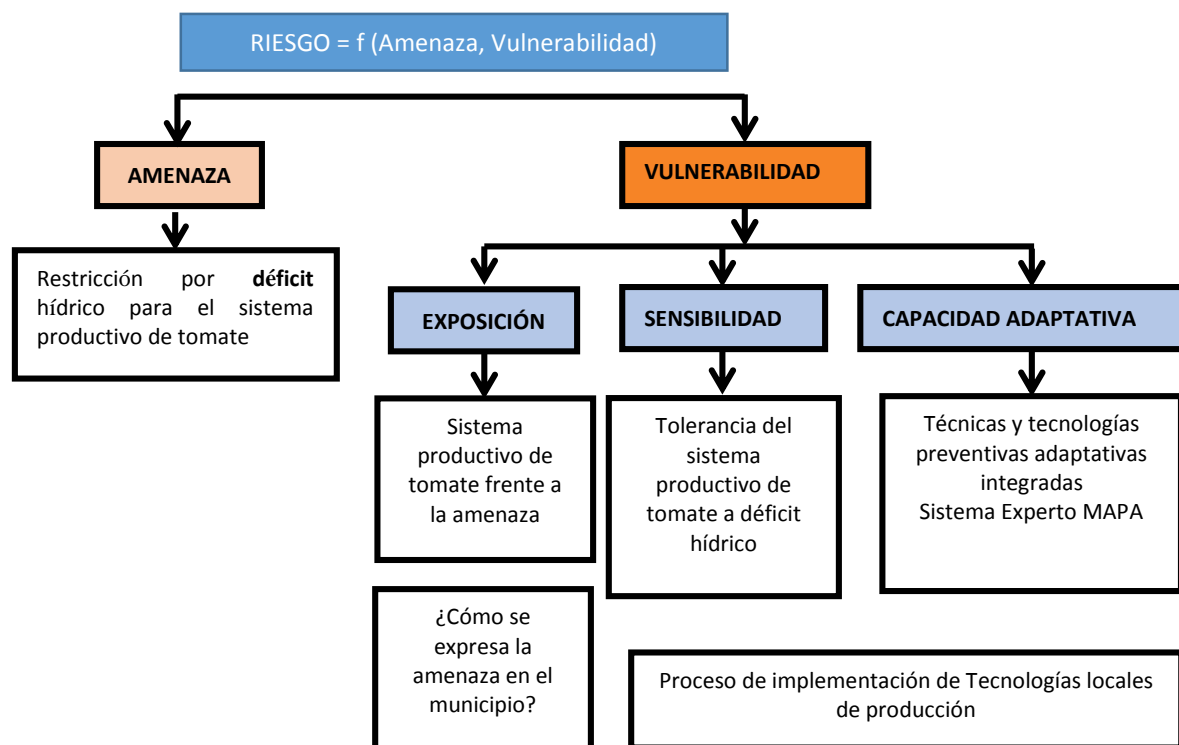
Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Repelón (Atlántico), mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y gestión de tecnología.

### Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio de Repelón (Atlántico), para la toma de decisiones en el sistema productivo de tomate en condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate a condiciones de déficit hídrico en el suelo, en el municipio de Repelón (Atlántico).

## 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, que para este caso está definida por su exposición, la sensibilidad de la especie al estrés hídrico y la capacidad adaptativa. 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 de tomate. Como estrategia para disminuir la sensibilidad y aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo 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.



**Figura 1.** Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico).



## 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 su ubicación geográfica y variables biofísicas.

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

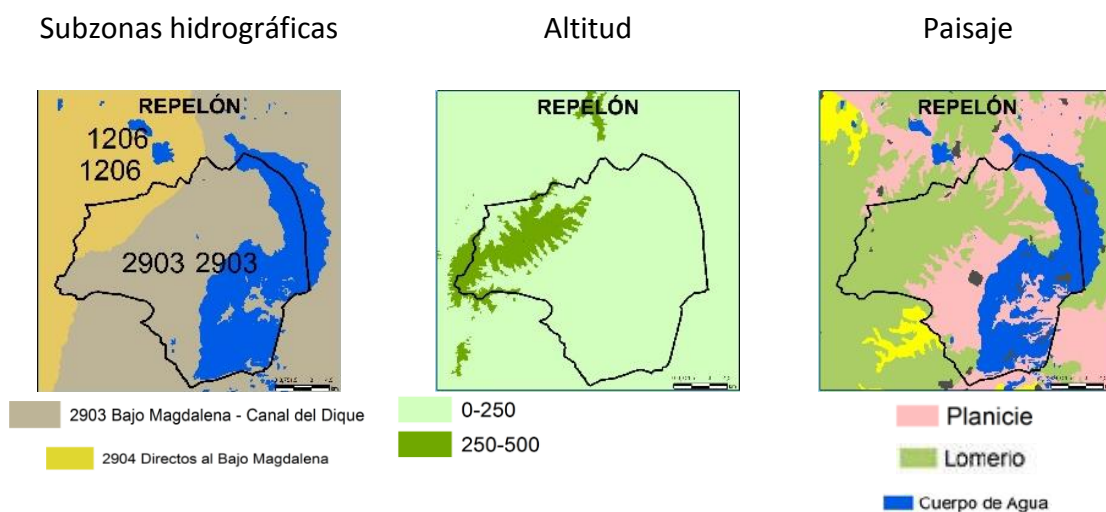
**Para mayor información sobre el riesgo agroclimático a nivel departamental y municipal consultar el sistema experto SE - MAPA**

### *Amenazas derivadas de la variabilidad climática en Repelón*

Lo primero que se debe hacer es identificar aquellos **aspectos biofísicos** que hacen algunas zonas o sectores del municipio más susceptibles a amenazas climáticas. La altitud y paisaje determinan la susceptibilidad del territorio a eventos de inundación, sequías extremas, altas y bajas temperaturas que podrían afectar los sistemas de producción agropecuarios. El municipio de Repelón (Atlántico) se encuentra en la zona de influencia de la sub- zona hidrográfica del canal del dique, correspondiente al bajo Magdalena. Tomando en cuenta que la mayor parte de la extensión del municipio (aproximadamente de 30.000 hectáreas) se encuentran a altitudes entre 0 y 250 msnm y que el segundo paisaje dominante en el

territorio corresponde a planicies aluviales (10.000 ha), se puede decir que Repelón presenta susceptibilidad a inundación en zonas planas.

En zonas con paisaje de lomerío, que representan aproximadamente el 40% de la superficie total del municipio, la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas es diferente, dado que la pendiente del terreno hace que las aguas lleguen a zonas bajas por escorrentía (Figura 2).



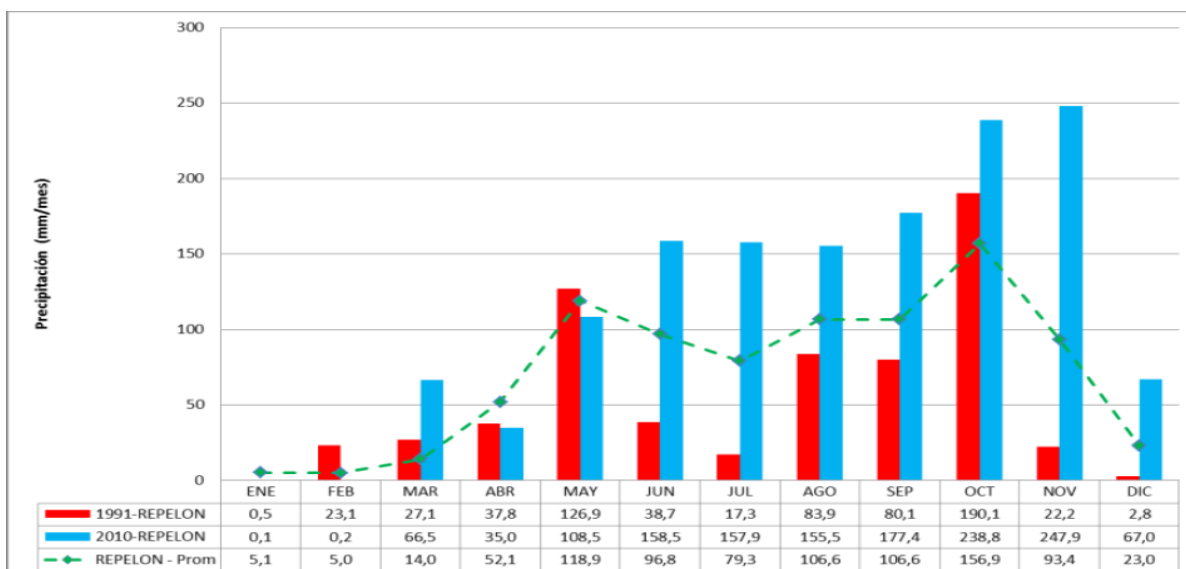
**Figura 2.** Mapas de zonificación de acuerdo a variables biofísicas del municipio de Repelón, Atlántico.

Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo a 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 Repelón (Atlántico), se destacan:

**Precipitación:** En la Figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de Repelón. La línea verde punteada representa la precipitación promedio y las barras rojas y

azules los eventos de máximas y mínima precipitaciones asociadas a variabilidad climática por eventos ENSO - *El Niño Southern Oscillation* - (El Niño y La Niña).



**Figura 3.** Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Repelón (en el periodo 1980-2011).

Fuente: Corpoica (2015b).

Como se observa en la figura anterior, la distribución de las lluvias es bimodal con picos de lluvia en los meses de mayo y octubre, y una reducción durante la época lluviosa en el mes de julio correspondiente al fenómeno conocido como “Veranillo de San Juan”. Es así como se puede interpretar que frente a fenómenos de variabilidad asociada a déficit hídrico, los meses en los que mayor riesgo se puede presentar disminución de lluvias, son en aquellos en los que normalmente se presentan bajas precipitaciones de acuerdo al promedio multianual. Así, el periodo comprendido entre junio a septiembre y entre noviembre y enero, serían los más críticos ante una condición de déficit hídrico, dado que no cuentan con sistemas de riego (Corpoica, 2014), aunque el periodo crítico sería mayor si el fenómeno de variabilidad se extiende por varios meses o si se intensifica en los meses de precipitaciones bajas.

**Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y Anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña:** Permite determinar cuán fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer dichos cambios se debe revisar:

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

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

En el municipio de Repelón (Atlántico) el valor ONI más alto fue de 2,5 y la disminución de las lluvias fue de hasta un 22% con respecto al promedio multianual (mayo de 1997 a mayo de 1998) lo que indica que en este periodo el evento El Niño fue de mayor intensidad en comparación con junio de 2004 a febrero de 2005 en el que el valor ONI fue de 0,9, pero la anomalía de precipitación corresponde a un aumento en las lluvias de 3% con respecto al promedio multianual (Tabla 1). Es importante considerar que eventos El Niño la reducción de la precipitación puede alcanzar hasta un 30% y en eventos La Niña también se pueden presentar reducciones de hasta el 37%. La Tabla 2 muestra la dinámica de los fenómenos ENSO asociados a eventos La Niña, en los últimos 32 años, lo cual es útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de este fenómeno.

<sup>1</sup> 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.shmt](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shmt), permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

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

Periodo	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1994 - Mar 1993	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	-30%	-15%	-16%	-9%	-22%	-28%	3%	-22%	-19%

Fuente: Corpoica (2015b).

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

Periodo	Oct 1984 - Sep 1985	May 1988 - May 1989	Sep 1995 - Mar 1996	Jul 1998 - Jun 2000	Oct 2000 - Feb 2001	Sep 2007 - May 2008	Jul 2010 - Abr 2011
Duración	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	-12%	1%	-37%	20%	-21%	-16%	83%

Fuente: Corpoica (2015b).

**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 usted podrá identificar áreas del municipio más susceptibles a exceso hídrico bajo eventos La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico bajo eventos El Niño, Susceptibilidad biofísica a inundación, afectación de la capacidad fotosintética analizada





mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o de sequía (contracción de cuerpos de agua).

**Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas consultar el sistema experto SE - MAPA**

### ***Exposición del sistema productivo de tomate a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Repelón***

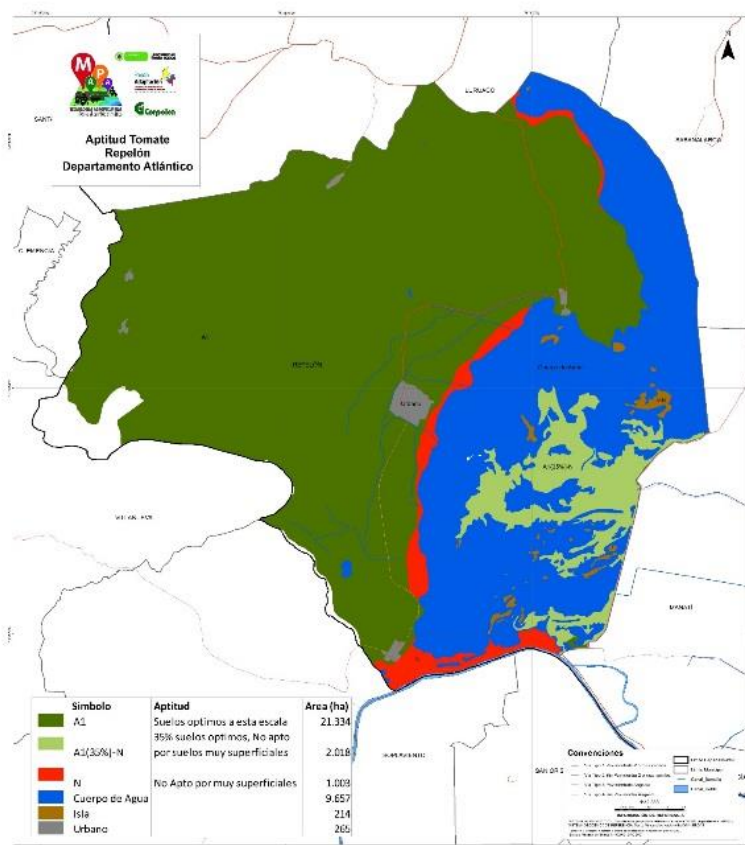
Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por suelo y por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición del sistema productivo varía en función del tiempo y de su ubicación en el municipio.

Para evaluar la exposición identifique:

- a. **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). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000 (Figura 4).

**Para tener en cuenta:** En el municipio de Repelón el 64% del área total se clasifica como óptima para este sistema productivo (aptitud A1- 22.040 ha) y sólo un 6,7% de los suelos no presentan aptitud, es decir, corresponden a la clase N (2315 ha), limitados principalmente por profundidad efectiva del suelo. No se definieron clases intermedias A2 o A3 para este uso en el municipio (Corpoica, 2015b).





Símbolo	Aptitud	Área (ha)
A1	Suelos óptimos a esta escala	21.334
A1(35%)-N	35% suelos óptimos, No apto por suelos muy superficiales	2.018
N	No Apto por suelos muy superficiales	1.003
Cuerpo de Agua		9.657
Isla		214
Urbano		265
<b>Total general</b>		<b>34.492</b>

**Figura 4.** Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón.

Fuente: Corpoica (2015b).

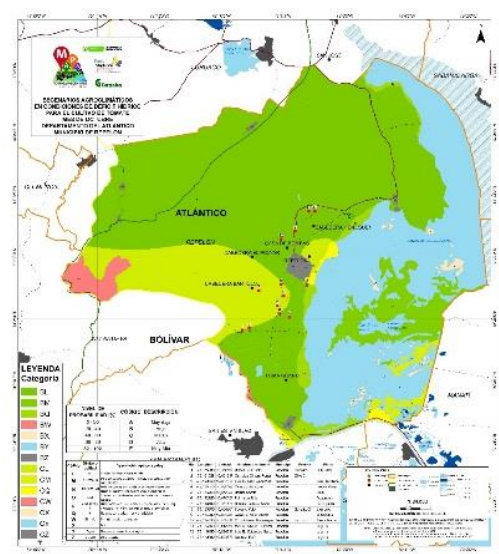
- b. **En los mapas de escenarios agroclimáticos:** la probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en suelo para el sistema productivo de tomate, con base en el cálculo del índice de severidad de sequía Palmer<sup>2</sup> (1965), bajo una condición de sequía, puede ser baja (tono verde claro, 20 – 40%), media (tono amarillo, 40 – 60%) y alta (tono naranja, 60 – 80%) (Figura 5), de acuerdo al mes de siembra o etapa fenológica (Tabla 3) (Corpoica, 2015b).

**Tabla 3.** Calendario fenológico para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón. Fuente: Corpoica (2015b).

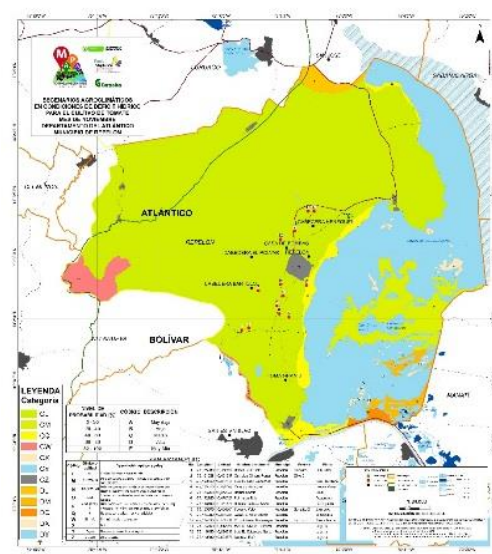
Etapas fenológicas	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1er Trasplante																				
Floración																				
Fructificación																				
2do Trasplante																				
Floración																				
Fructificación																				

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

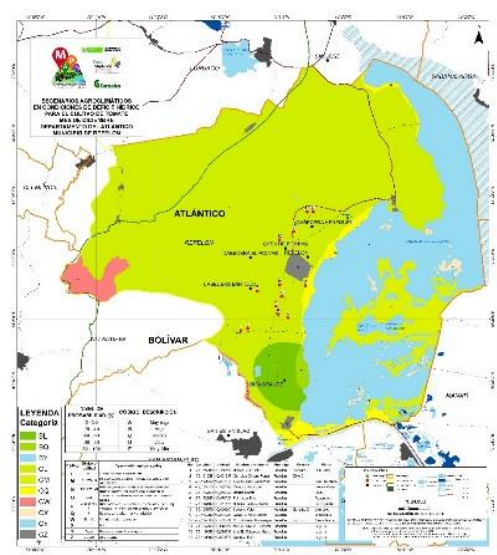
Octubre



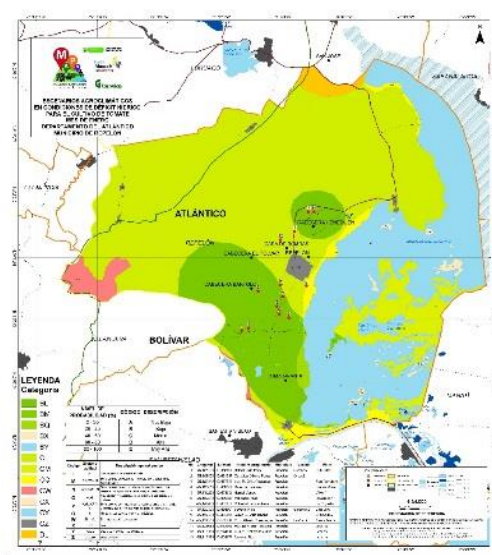
Noviembre



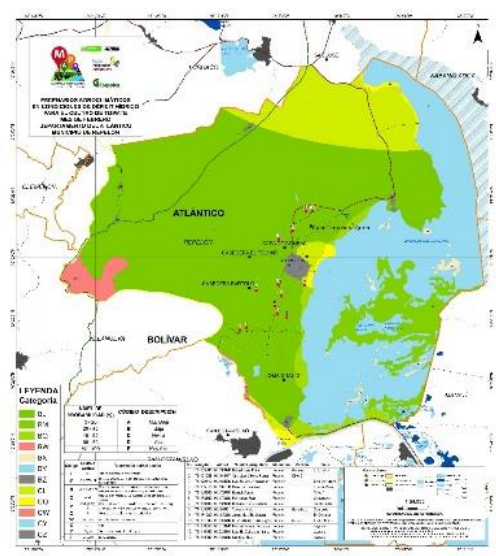
Diciembre



Enero



Febrero



NIVEL DE PROBABILIDAD (%)		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
0 - 20		A	Muy Baja	CL
20 - 40		B	Baja	CM
40 - 60		C	Media	CQ
60 - 80		D	Alta	CW
80 - 100		E	Muy Alta	CX

Código	Símbolo aptitud	Descripción aptitud suelos	
L	A1	Suelos óptimos a esta escala.	CY
M	A1(35%)-N	35% de suelos óptimos, no apto por suelos muy superficiales.	CZ
N	A2d(60%)-N	60% de suelos con moderadas restricciones por drenaje, no apto por suelos muy superficiales.	DL
O	A2dt	Suelos con moderadas restricciones por drenaje y textura.	DM
P	A2dt(80%)-N	80% suelos con moderadas restricciones por drenaje y textura, no aptos por suelos muy superficiales.	DQ
Q	N	No apto por suelos muy superficiales.	DX
W	Sin info	Sin información de suelos.	DY
X	Isla	Isla.	
Y	Agua	Cuerpos y corrientes de agua.	
Z	Urbano	Zona urbana.	

**Figura 5.** Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico en la ventana de análisis octubre – febrero.

Fuente: Corpoica (2015b).

**Para tener en cuenta:** en los meses de octubre y noviembre se presentan probabilidades medias de deficiencias de humedad en el suelo, coincidiendo con las etapas de 1er trasplante y floración del tomate. En los demás meses se presentan condiciones de humedad cercanos a capacidad de campo o menos restrictivas para el sistema productivo. El contenido de humedad del suelo genera restricciones representativas para el sistema productivo.

La mayoría de los sistemas productivos, incluyendo el tomate son sensibles al estrés hídrico en diferentes fases de desarrollo, desde la germinación hasta el cuajado de los frutos (Hsiao y Xu, 2000). Las respuestas de la planta dependen del genotipo y el estadio de desarrollo de la misma en el momento del estrés, de la duración y la severidad del estrés y de los factores ambientales que lo provoquen (Florido y Bao, 2014). Las plantas sometidas a un déficit hídrico presentan cambios en el contenido de sus carbohidratos solubles, así como en la

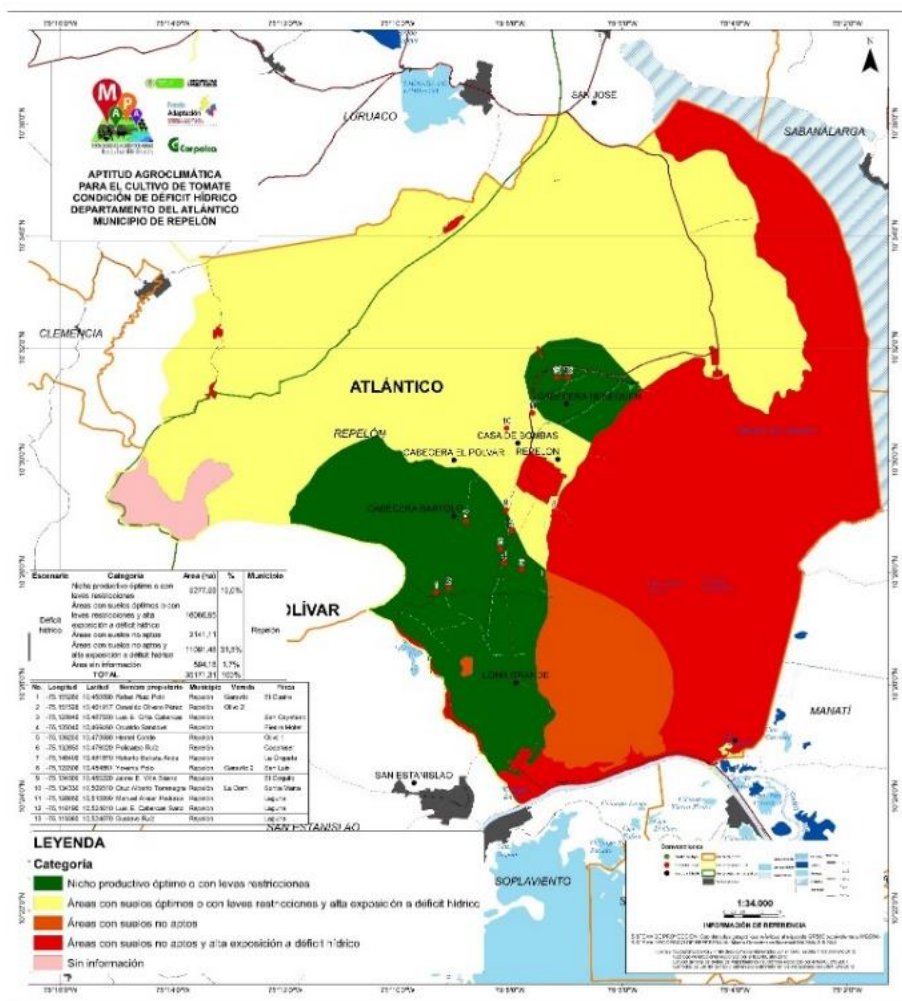


actividad de las enzimas implicadas en el metabolismo del carbono (Foyer, 1988). Debido al cierre estomático parcial, la tasa fotosintética neta disminuye al igual que la transpiración, causando un cambio en el contenido de carbohidratos. Este aumento constituye un indicador del déficit hídrico al que se ha sometido una planta (Wagner *et al.*, 1998). Adicionalmente, el contenido de prolina como consecuencia del estrés hídrico también se incrementa, con el fin de aumentar la retención de agua por parte de la planta (Laborem, 1995 citado por Balaguera *et al.* 2008).

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

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

Para dar respuesta, observe el mapa de aptitud agroclimática del municipio de Repelón para el sistema productivo, en condiciones restrictivas por déficit hídrico (Figura 6). Este mapa integra la exposición a deficiencias para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.



**Figura 6.** Mapa de aptitud agroclimática del municipio de Repelón para el sistema productivo de tomate bajo condiciones de humedad en el suelo ligeramente restrictivas y restrictivas por déficit hídrico.

Fuente: Corpoica (2015b).

Las categorías de aptitud agroclimática identificadas, por Corpoica (2015b), para el sistema productivo de tomate municipio de Repelón, fueron:

- **Nichos productivos óptimos o con leves restricciones** (tono verde oscuro), las áreas correspondientes a estos nichos ocupan el 15,0% (5.278 ha) de la extensión total del municipio (35.171 ha). En estas áreas, la aptitud de suelos y condiciones de humedad del suelo no representan limitantes para sistema productivo de tomate. En estas áreas es importante asociar prácticas integradas de manejo para mejorar el sistema productivo.
- **Nichos con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico** (tono amarillo claro), estas áreas ocupan el 55,7% (16.067 ha) del área total del municipio. Pese a que estas zonas son aptas, hay una alta probabilidad de deficiencias de agua para el sistema productivo de tomate, por lo cual es necesario implementar prácticas preventivas y adaptativas.
- **Nichos con suelos no aptos** (tono naranja oscuro) con un 6,1% (2.141 ha) del área total municipal. Estas áreas presentan suelos restringidos para el sistema productivo de tomate, pese a que las condiciones de humedad en el suelo son favorables, la principal limitante es la poca profundidad efectiva del suelo. Asimismo, en estas áreas se incluyen los cuerpos y corrientes de agua y la zona urbana de Repelón.
- **Nichos con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico** (tono rojo) estas áreas ocupan el 31,5% (11.092 ha) del área total municipal. Estas zonas presentan suelos con restricciones para el sistema productivo de tomate representadas por suelos de poca profundidad efectiva y además una alta probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en suelo.

Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico) consultar el sistema experto  
SE - MAPA



## Riesgo agroclimático en la finca

### Gestión de la información agroclimática – agrometeorológica

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

**Información Agrometeorológica:** Por otro lado, la información puede emplearse para mejorar la toma de decisiones operativas en el manejo de sistemas productivos. La Guía de Prácticas Agrometeorológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011), indica la información útil para los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

- Datos referidos al estado de la atmósfera (tiempo meteorológico): empleando una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: monitoreo de la Humedad del suelo por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas.
- Fenología y rendimiento de los sistemas productivo: seguimiento del 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.
- Distribución temporal y de sistemas productivos: periodos de crecimiento, épocas de siembra, 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 se relacionarán con las exigencias climáticas del sistema productivo, sus necesidades hídricas y sus rendimientos<sup>3</sup>.

---

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

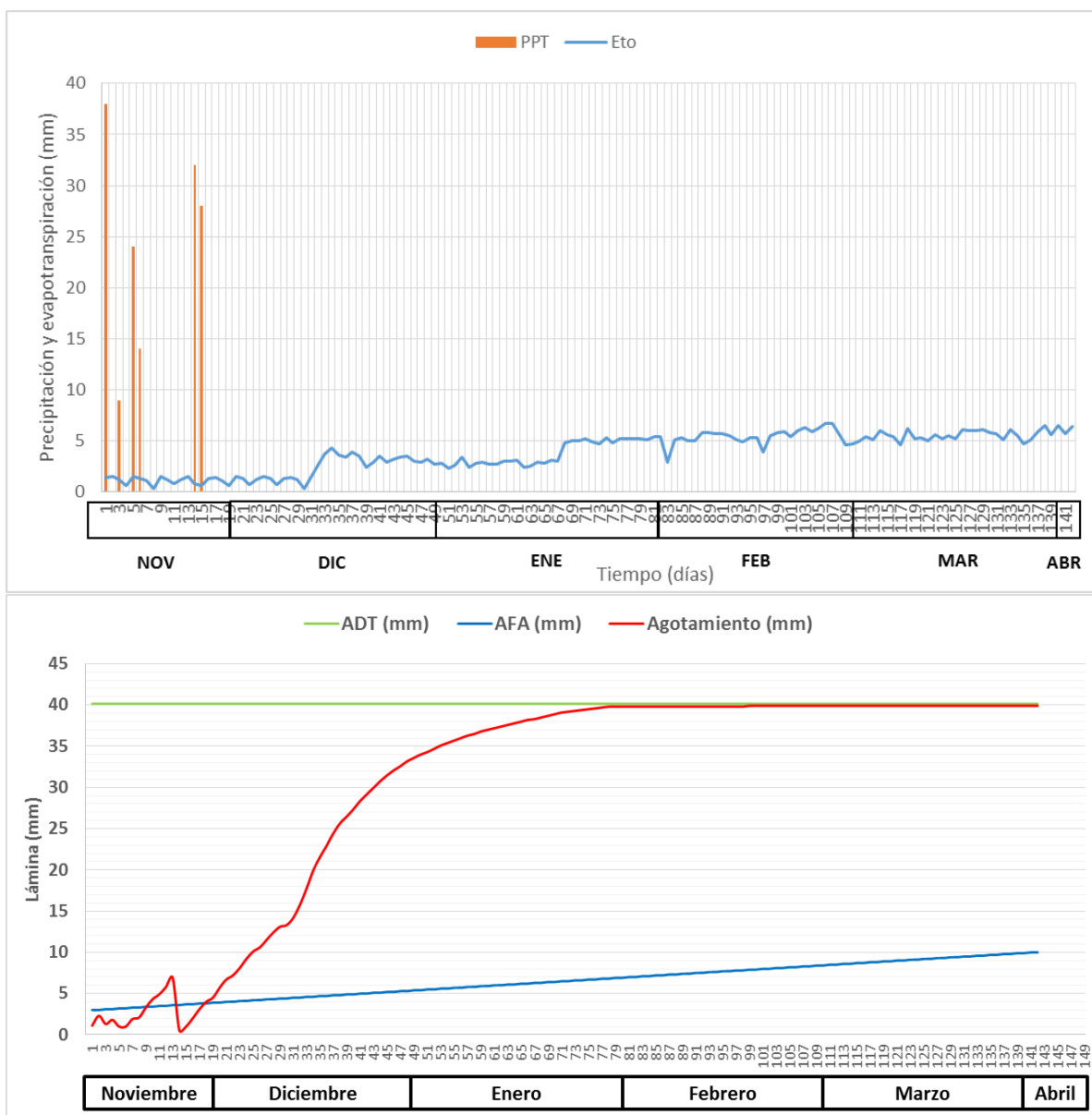


## **Sección 2: Prácticas para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Repelón (departamento de Atlántico)**

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico), se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema. Algunas de estas, con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, al igual que para el escenario de exceso de humedad, están contenidos en el sistema experto. El periodo de tiempo en el cual se presentaron condiciones más intensas de déficit hídrico en el suelo fue desde diciembre de 2014 hasta abril de 2015 (Figura 7) (Corpoica, 2015c), periodo en el cual agotamiento de agua del suelo fue superior al agua fácilmente aprovechable (AFA<sup>4</sup>).

---

<sup>4</sup>Hace referencia al agua capilar retenida en los microporos del suelo.



**Figura 7.** Balance hídrico del sistema productivo de tomate en el municipio de Repelón (Atlántico) entre los meses de noviembre de 2014 y abril de 2015. ADT - *contenido de agua en el suelo o agua disponible que corresponde a la fracción de agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente*. AFA – *porción de la ADT aprovechable por la planta*.

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

**Selección de material vegetal:** En la selección del material se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El material vegetal debe estar adaptado a las condiciones locales (suelo, topografía y clima), de manera que no se requieran intervenciones adicionales considerables para adecuar el ambiente a uno en el que las plantas se desarrollen mejor, lo cual genera sobrecostos.
- Contar con la información precisa de la semilla (hoja técnica), en donde se incluyan las condiciones bajo las cuales se obtuvo la semilla, porcentaje de germinación, análisis de resistencia o susceptibilidad a plagas y/o enfermedades.
- Seleccionar material que presente las mejores características en cuanto a rendimiento, tolerancia a estrés hídrico, y problemas fitosanitarios. También se deben buscar materiales que se caractericen por tener precocidad con el fin de disminuir el tiempo de exposición a las condiciones de estrés.
- Preferiblemente debe contarse con vivero propio, en el cual se puedan establecer estrategias de control de calidad que comprendan el monitoreo de plagas y aplicación de productos adecuados.
- Para la obtención de semillas de buena calidad se deben buscar plantas muy sanas, vigorosas, productivas y de frutos comerciales. La extracción de la semilla inicia exprimiendo los frutos y para retirar el mucílago se deja fermentar durante dos días, posteriormente se lavan las semillas y se dejan secar al aire libre. Para conservarse en condiciones adecuadas deben tener una humedad menor al 12%.

**Semillero en bandejas:** La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el sistema productivo, ya que influye en el crecimiento, desarrollo y producción de fruto. Teniendo en cuenta el alto costo de la semilla de tomate, el método más utilizado para obtener plantas sanas y vigorosas es mediante germinación de la semilla en bandejas, brindando las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de favorecer la emergencia de la plántula y su óptimo desarrollo hasta que se lleve a campo.



- Para el sistema productivo de tomate se deben emplear bandejas de germinación, que permitan un mayor porcentaje de plántulas vivas en comparación con el semillero realizado en el suelo, lo cual podría relacionarse con variables como la calidad del sustrato, distancia de siembra de la semilla y los cuidados en el mantenimiento del semillero.
- Durante el desarrollo de las plántulas se recomienda la aplicación de productos biológicos (*Trichoderma* spp) para prevenir el desarrollo de hongos fitopatógenos. 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, con el fin de minimizar posibles daños en la etapa de plantulación, ocasionados por patógenos presentes en el suelo. La dilución del bioproducto dependerá de la concentración de esporas, la cual varía entre productos comerciales. La selección del sustrato a usar en el semillero depende de diversos factores tales como: material vegetal con el que se trabaja, especie vegetal, condiciones ambientales, riego y tipo de fertilización a implementar y aspectos económicos. El uso del semillero en bandejas, requiere el uso de sustratos que permitan el desarrollo radical de la plántula, los más utilizados son:
  - a) Compost
  - b) Lombricompost
  - c) Cascarilla de arroz
  - d) Fibra de coco
  - e) Turba

**Biofertilización en plantulación:** Consiste en el uso de microorganismos o sus productos biológicos en la producción agrícola. Una opción de biofertilizantes son las micorrizas, las cuales además de mejorar la capacidad de absorción de nutrientes del suelo por parte de las plantas, permiten resistir condiciones de déficit hídrico, inundaciones, salinidad y cambios bruscos de temperatura. Adicionalmente, las micorrizas inducen mecanismos de defensa en las plantas frente al ataque de microorganismos patógenos.

- Durante la plantulación se puede realizar biofertilización, a partir de inoculación con micorrizas. Numerosos estudios han descrito que la inoculación micorrízica produce beneficios en los sistemas productivos tales como: estimulación del enraizamiento y crecimiento de las plántulas, mejora de la supervivencia y desarrollo durante la aclimatación de plantas microropagadas, reducción de los requerimientos externos en fósforo, incremento de la resistencia de las plantas al ataque de patógenos que afectan la raíz, mejora la tolerancia por estrés abióticos, precocidad en la floración y fructificación, incremento en la producción de frutos y uniformidad en la producción (Sieverding, 1991; Sánchez, 1999; Barea y Azcón, 2001).
- La inoculación de micorrizas para el caso de tomate en semillero se realiza a razón de 1 kg.m<sup>2</sup> (Hernández y Chailloux, 2001). Ruíz *et al.* (1997), sugirieron la utilización de una relación inóculo: semilla de 1:7,5 lo que equivale a aplicar el 13,3% de inóculo con relación al peso de la semilla. Es importante mencionar que las dosis dependen de la capacidad infectiva de la micorriza y del sustrato a utilizar, pues la colonización de las micorrizas depende del pH, la concentración de P y Ca, así como de la porosidad (de Bustos *et al.*, 2013).

**Preparación de suelos:** Dado que en escenario de déficit hídrico se debe evitar al máximo las pérdidas de agua en el suelo, lo más indicado es realizar prácticas de labranza de conservación para mantener más estables las condiciones de temperatura y humedad del suelo.

- No es recomendable realizar prácticas de labranza con implementos que levanten y volteen el suelo, dado que el rompimiento de agregados estables expondría la materia orgánica a procesos de mineralización acelerada, que a su vez se ven favorecidos por altas temperaturas.
- Es importante realizar pruebas de resistencia a la penetración en suelo para detectar condiciones de compactación del mismo, de esta manera se podrá intervenir adecuadamente para dar solución a esta limitante, mediante el uso de implementos como arados de cincel.



**Uso de polisombra:** El uso de polisombra en las condiciones de esta zona reduce la temperatura ambiente y con esto se previene sus posibles efectos negativos sobre las plantas, como las pérdidas excesivas de agua por evapotranspiración, disminución de la tasa fotosintética y caída de flores, producto del estrés térmico.

- A manera de cobertura sobre el terreno, se puede instalar a 2,5 m de altura del suelo, una polisombra de color blanco al 33%.

**Plan integrado de fertilización:** Se recomienda realizar un análisis del suelo donde se establecerá el sistema productivo, con el fin de determinar los nutrientes con que cuenta el terreno. Asimismo, se debe considerar el requerimiento nutricional de las plantas, y de esta manera se garantiza que las dosis y fuentes empleadas (orgánicas o de síntesis química) sean las adecuadas y así evitar pérdidas económicas al no suministrar los nutrientes adecuados en los momentos precisos, para ser aprovechados por las plantas.

- Los cálculos de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, inferidos a través 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 de tomate es de 0,7 m a 1,5 m, aproximadamente.
  - e) Eficiencia del fertilizante.
- En caso de disponer de abonos orgánicos madurados, se puede realizar aplicación localizada, con el fin de mejorar algunas propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo y de esta manera contribuir a una mejor retención de humedad en el suelo y mejorar la absorción de nutrientes con el fin que las plantas se adapten mejor a condiciones de déficit hídrico.
- La aplicación de materia orgánica se debe realizar con al menos dos semanas de anticipación a la fecha de siembra o trasplante para evitar la toxicidad y/o problemas de inocuidad en la planta o en sus frutos. También se puede realizar al momento del trasplante en dosis aproximadas de 100 g/planta, siempre y cuando se garantice que el abono está debidamente madurado y apto para su uso.

**Uso eficiente del recurso hídrico:** Es determinante el conocimiento de las necesidades hídricas del sistema productivo para garantizar un uso adecuado del agua.

- En condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico, no solo se debe pensar en el sistema de riego, sino que es importante implementar todo tipo de prácticas para la captación, almacenamiento y suministro de agua para los sistemas productivos.
- Con el fin de implementar un sistema de riego eficiente en el uso de al agua, es importante realizar no solo el diseño hidráulico, sino determinar el diseño agronómico.
- La estimación del consumo de agua permite una adecuada programación del riego, considerando factores meteorológicos y propiedades físicas del suelo, con el propósito de optimizar el uso del recurso hídrico, maximizar la producción y obtener cosechas de calidad.

#### **Uso de coberturas**

- La cobertura de los suelos se emplea para dar solución a diferentes inconvenientes que se pueden presentar en los sistemas productivos, entre los que se encuentran el crecimiento de arvenses, las cuales pueden ser focos de plagas o enfermedades.
- Las coberturas vivas y muertas también ayudan a reducir las pérdidas de agua por evaporación.
- Las coberturas vivas además de cumplir el papel de cubrir el suelo, permiten el ciclaje de nutrientes en el suelo.

#### **Manejo integrado de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

- Se deben integrar diferentes estrategias de manejo que integren el uso de productos biológicos y químicos, para garantizar niveles poblacionales que no generen daño económico, el cual es de 15 a 50 adultos en 10 plantas (Ríos y Baca, 2003).
- Se recomienda implementar medidas la rotación de sistemas productivos, destrucción de socas y residuos de cosecha, remoción de posibles hospederos alternos de esta plaga y evitar el exceso en la dosis de aplicación de nitrógeno.



- El uso de trampas amarillas con pegamento como medida de monitoreo se considera una herramienta importante de manejo. Las trampas deben distribuirse en el lote, se recomienda un promedio de 20 trampas por hectárea separadas a 10 o 15 m.
- Las estrategias bio-orgánicas se presentan como una opción eficiente para el manejo de mosca blanca en este sistema productivo, por ejemplo el uso de extractos vegetales a base de ajo-ají, la aplicación de la bacteria *Bacillus thuringiensis* y el uso de parasitoides.

**Frente a amenazas potenciales de exceso hídrico en 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 integrado de enfermedades (MIE)**

El Manejo Integrado de Enfermedades es una estrategia útil que incluye prácticas como la identificación de los síntomas asociados agentes causales, monitoreo e implementación de medidas preventivas y curativas, que contribuyen a mantener el nivel de daño de enfermedades en niveles que no causen afectaciones económicas.

La sanidad del sistema productivo está determinada por prácticas de manejo preventivas como son: la selección adecuada selección del material vegetal de propagación, la ubicación del terreno donde se va a establecer el sistema productivo 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.

Los principales problemas fitosanitarios en el sistema productivo de tomate son causados por la presencia de hongos como *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii* y *Botrytis* sp.

- El hongo *Alternaria* sp. que causa mancha foliares se favorece por ambientes húmedos y cálidos, se disemina por la lluvia y el viento y los huéspedes alternos son otras solanáceas. Se recomiendan distancias de siembra amplias, poda de hojas bajas para favorecer la aireación, manejo de arvenses, uso de semilla certificada y eliminación de partes afectadas de la planta.
- *Botrytis* sp. causa la enfermedad conocida como moho gris y se favorece por altas densidades de siembra, lluvias continuas, humedad relativa alta y temperaturas entre 15 y 22 °C. Se disemina fácilmente por el viento, herramientas y la lluvia. Para disminuir los daños se recomienda una buena aireación dentro del sistema productivo mediante podas y recolección de plantas afectadas, manejo de arvenses y aspersiones foliares con *Trichoderma* sp.
- El patógeno *Fusarium* sp. es un habitante natural del suelo que sobrevive en residuos de cosechas anteriores, se disemina a través del agua, especialmente cuando se utiliza riego por gravedad y por herramientas o suelos contaminados. Es más frecuente en suelos ácidos, mal drenados y de textura liviana. El uso de variedades resistentes es la mejor opción para prevenir la enfermedad, así como la eliminación de plantas enfermas, la aplicación de cal agrícola o hidratada, evitar la aplicación de fertilizantes a base de amonio.
- La pudrición del cuello causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc. se favorece por climas cálidos y suelos ácidos. Para el manejo se recomienda un arado profundo (20 cm) que permita incorporar materia orgánica, residuos de cosecha y esclerocios dentro del suelo, eliminar plantas afectadas enterrándolas a profundidades superiores a 50 cm, evitar encharcamientos o exceso de humedad en el suelo y evitar el contacto de los frutos con el suelo. La solarización (50-55 °C durante 4 a 6 horas) junto con la aplicación del biocontrolador *Trichoderma harzianum* disminuye la incidencia de la enfermedad.

**El manejo adecuado de problemas fitosanitarios requiere 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 a implementar.**

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

Para prevenir el ataque de enfermedades producidas por hongos en el suelo, se recomienda la aplicación *Trichoderma* sp. Para el caso de los hongos foliares y de frutos, se deben realizar podas sanitarias y prácticas culturales propias del cultivo.

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



## REFERENCIAS

- Balaguera, H., Álvarez, J. y Rodríguez, J. (2008).** Efecto del déficit de agua en el trasplante de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía Colombiana* 26(2), 246-255.
- Barea, J.M., R. Azcón and C. Azcón-Aguilar. (1991).** Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen fixing systems. *Methods Microbiol.* 24, 391-346.
- Corpoica. (2013).** *Plan para el manejo de los impactos en el sector agropecuario ocasionados por la emergencia Invernal.* Bogotá: Universidad Tecnológica Pedagógica de Colombia – UPTC, 4D Elements Consultores y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Sede C.I Tibaitata.
- Corpoica. (2014).** Ofertas tecnológicas disponibles para los sistemas productivos priorizados por departamento con potencial para enfrentar riesgo a eventos climáticos extremos y generar reactivación económica. Departamento de Atlántico. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 54 p.
- Corpoica. (2015a).** Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Departamento de Atlántico. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 81 p.
- Corpoica. (2015b).** Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para para tomate (Repelón y Campo de la Cruz), ají topito (Suán y Santa Lucía) y pastos para ganadería doble propósito (Candelaria y Manatí). Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 115 p.
- Corpoica. (2015c).** Informe Final de la Parcela de Integración del Sistema Productivo de Tomate Municipio de Repelón, Departamento de Atlántico. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 55 p.
- de Bustos, M.; Fraccia, S.; Berbara, R. y Costantini, A.** Efecto De Diferentes Sustratos Sobre La Colonización Radicular Micorrizica Arbuscular En Plantines De Olivo. En: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_efecto\\_del\\_sustrato\\_sobre\\_la\\_colonizacin\\_micor.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_efecto_del_sustrato_sobre_la_colonizacin_micor.pdf). Consulta: Julio de 2016.



- FAO (1976).** A framework for land evaluation. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Soils bulletin*, 32.
- FAO. (2000).** Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia experiencias en América Latina. Series áridas y semiáridas N° 13. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 235 p.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. y Basra, S. M. A. (2009).** Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.*, 2009, vol. 29, pp. 185-212.
- Florado, M. y Bao, L. (2014).** Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales* 35(3), 70- 88.
- Foyer, C. (1988).** Feedback inhibition of photosynthesis through source-sink regulation in leaves. *Plant Physiol. Biochem.* 26, 483-492.
- Fundora, L.; Mena, A.; Rodríguez, Y.; González, P.; Rodríguez, P. y González, P. (2008).** Estabilidad de la eficiencia de la cepa *Glomus mosseae* en la respuesta del tomate a condiciones de estrés hídrico fuera de su periodo óptimo. *Sistemas productivos Tropicales*, 29(4), 47-53.
- Hernández, M. y Chailloux, M. (2001).** La nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*). *Temas de Ciencia y Tecnología* 5(13), 11- 27.
- Hsiao, T. y Xu, L. K. (2000).** Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *J. Exp. Bot.* 51, 1595-1616.
- ICA. (2011).** Manejo fitosanitario del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Medidas para la temporada invernal. Produmedio. Bogota. 23 p.
- IPCC. (2012).** *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate.* Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Laborem, G. (1995).** Concentración de prolina como indicador del déficit hídrico en tres patrones cítricos. Trabajo de ascenso. Universidad Rómulo Gallegos (Unerg), San Juan de Los Morros (Venezuela). 30 p.
- OMM. (2011).** Guía de prácticas climatológicas. Ginebra, Suiza. Organización Meteorológica Mundial.



- Palmer, W. (1965).** Meteorological Drought. Department of Commerce. *Res. Paper*, (45) 58.
- Ríos, F. y Baca, P. (2003).** Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas. Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC)/Zamorano/ COSUDE. Primera edición. 53 p.
- Ruíz, J., Gómez, D. y De la Noval, B. (1997).** Estudios de dosis de ECOMIC en el recubrimiento de semillas de tomate, maíz y soya. *Cultivos Tropicales* 18(1), 13- 15.
- Sánchez de P., M. (1999).** Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 225 p.
- Sieverding, E. (1983).** Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. 96 p.
- Wagner, M., Laborem, G., Medina, G. y Rangel, L. (1998).** Efecto del patrón y la frecuencia de riego sobre el nivel foliar de prolina en el naranjo Valencia. *Bioagro* 10, 76-79.



**Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.**

**Ingresa por:**

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co) » sección Microsites » Link MAPA Pestaña Sistema Experto

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