



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Berenjena (*Solanum melongena* L.)

Municipio de San Pelayo
Departamento de Córdoba



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Octubre de 2016

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

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



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



Equipo de trabajo	
José Antonio Cantero Rivero	Profesional de apoyo a la investigación
Manuel Ramón Espinosa Carvajal	Investigador máster, facilitador C. I. Turipaná
Sony Reza García	Investigador Ph. D., facilitadora C. I. Turipaná
Jorge Iván Corzo Estepa	Profesional de apoyo a la investigación
Juan Carlos Rojas Bustos	Profesional de apoyo a la investigación
Juan Camilo Rondón	Profesional de apoyo a la investigación
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigador Ph. D., líder producto 6
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

A todos los integrantes del proyecto MAPA del C. I. Turipaná, Córdoba, que participaron en las diferentes actividades del Plan de Manejo Agroclimático Integrado de los sistemas productivos priorizados.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena (Córdoba)	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y el municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en San Pelayo	4
Exposición del sistema productivo de berenjena a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de San Pelayo, Córdoba	9
Zonas del municipio de San Pelayo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena.....	15
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer.....	19
el riesgo agroclimático	19
Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena ante condiciones restrictivas por humedad en el suelo en el municipio de	21
San Pelayo (Córdoba)	21
Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena a déficit hídrico del suelo en el municipio de San Pelayo (Córdoba).....	25
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba)	30
Determinación de los dominios de recomendación de las opciones tecnológicas para enfrentar los eventos climáticos	30
Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de Berenjena en el municipio de San Pelayo	31
Implementación de las opciones tecnológicas validadas en cada uno de los dominios de recomendación	32



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba).	3
Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de San Pelayo, (Córdoba): (Izquierda) Paisaje, (centro) Altitud y (derecha) Subzonas hidrográficas.	5
Figura 3. Precipitación en años extremos y promedios en el municipio de San Pelayo (periodo 1980-2011).....	6
Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo.....	10
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis abril-agosto.	14
Figura 6. Aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo. (Córdoba).....	16
Figura 7. Aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo.....	17
Figura 8. Balance hídrico para el primer ciclo del sistema productivo berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba). A. Balance hídrico atmosférico. B. Balance hídrico agrícola.	22
Figura 9. Balance hídrico para el segundo ciclo del sistema productivo berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba). A. Balance hídrico agrícola. B. Balance hídrico agrícola.	22



Figura 10. A. Bandejas de 128 alveolos para semillero. B. Plántulas de berenjena en crecimiento. C. Trasplante a campo de plántulas de berenjena.....27

Figura 11. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.33

Figura 12. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2.34



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de San Pelayo durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de San Pelayo durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011.	8
Tabla 3. Ventana fenológica para el cultivo de berenjena en el municipio de San Pelayo..	15
Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de berenjena del municipio de San Pelayo, Córdoba.	32



INTRODUCCIÓN

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

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

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



OBJETIVOS

Objetivo general

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

Objetivos específicos

- Exponer información agroclimática del municipio San Pelayo (departamento de Córdoba) para la toma de decisiones en el sistema productivo de berenjena en condiciones de déficit hídrico en el suelo.
- Presentar opciones tecnológicas que permitan generar capacidad adaptativa del sistema productivo de berenjena en condiciones restrictivas de humedad en el suelo, para el municipio de San Pelayo.
- Brindar criterios de decisión para implementar opciones tecnológicas integradas en el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo.

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena (Córdoba)

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

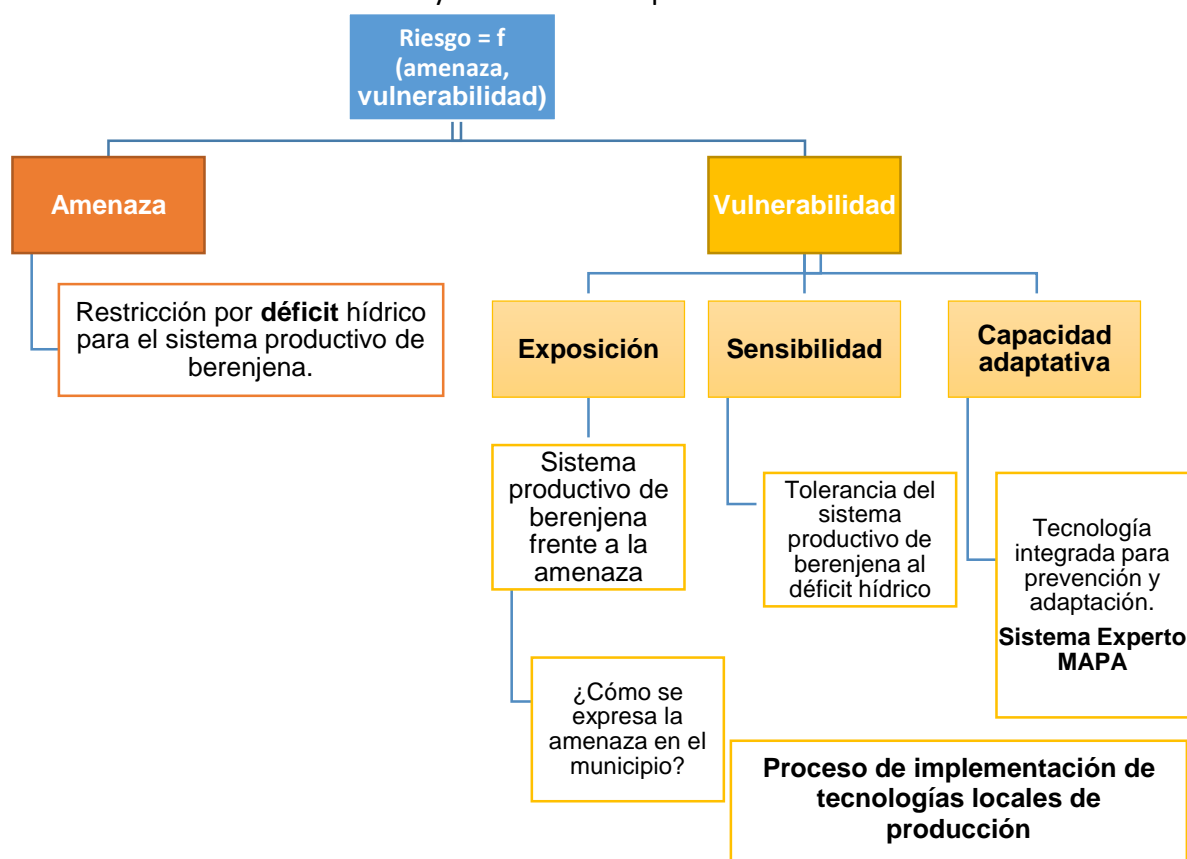


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba).

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

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

A escala municipal el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, paisaje, altitud) y climáticas (distribución de la precipitación media multianual, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa, distribución de la evapotranspiración [ET₀] distribución de las anomalías porcentuales de precipitación y temperaturas, susceptibilidad a excesos y a déficit hídrico e inundación). Con esta información, se pueden identificar áreas con mayor y menor susceptibilidad a amenazas derivadas de la variabilidad climática.

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

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en San Pelayo

Para analizar las amenazas derivadas de la variabilidad climática, lo primero que se debe hacer es identificar aquellos aspectos biofísicos que hacen algunas zonas o sectores del municipio más susceptible a amenazas climáticas. La altitud y el paisaje, entre otras variables, 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 San Pelayo está conformado en un 58 % por planicie, un 30,4 % por lomeríos y un 10,6 % por piedemonte (figura 2, izquierda) y el 93,6 % del municipio presenta una altitud entre 0 y 100 m s. n. m. y el área restante entre los 100 y 200 m s. n. m. (figura 2, centro). Se encuentra influenciado por la subzona hidrográfica del bajo Sinú,

lo cual lo hace susceptible a inundaciones y encharcamientos, el río Canalete y otros arroyos directos al caribe (figura 3, derecha); con su relación directa con la temperatura y junto con el paisaje de lomerío aumenta esta amenaza ya que el agua que cae por precipitaciones se puede perder por escorrentía y evapotranspiración.

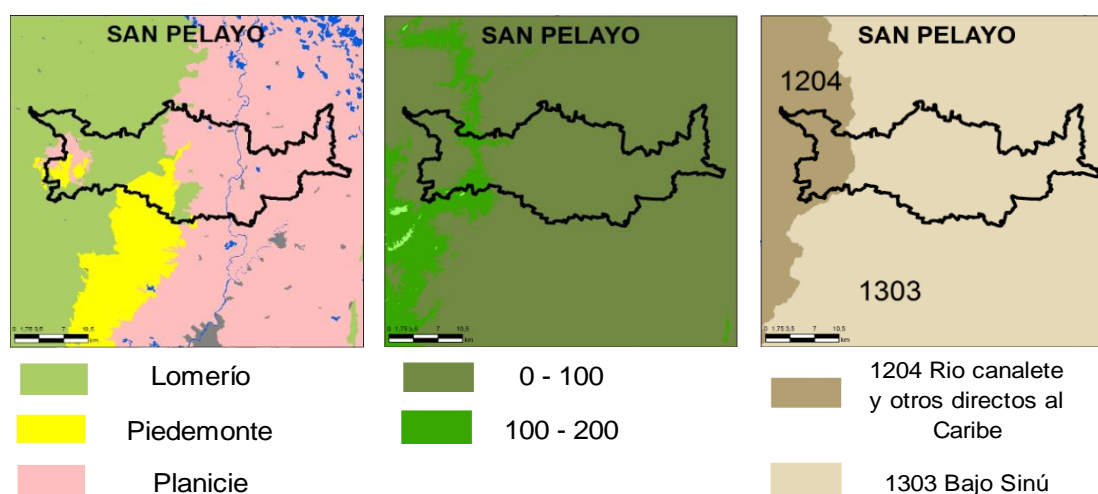


Figura 2. Mapas de variables biofísicas del municipio de San Pelayo, (Córdoba): (Izquierda) Paisaje, (centro) Altitud y (derecha) Subzonas hidrográficas.
Fuente: Corpoica (2015).

Lo segundo a revisar son los análisis disponibles de las series históricas del clima (1980-2011); con lo cual, es posible examinar el impacto de la variabilidad climática en eventos pasados y, así, conocer los rangos en los cuales las variables climáticas pueden cambiar cuando se presentan nuevamente estos fenómenos. Dentro de la información empleada para el análisis climático del municipio de San Pelayo (Córdoba), se destacan:

Precipitación: En la figura 3 se muestra la dinámica de precipitación para el municipio de San Pelayo (Córdoba). La línea verde representa la precipitación promedio multianual, las barras rojas la precipitación en el evento El Niño 1986 y las barras azules la precipitación en el evento La Niña de 2005. En San Pelayo, las lluvias alcanzan los 1262 mm anuales en promedio, con un máximo en los meses de mayo (185 mm) y agosto (171 mm) (Corpoica, 2015a). Durante eventos El Niño, se produce una reducción de las precipitaciones en todos los meses; siendo más crítica en mayo y agosto, meses en los cuales se esperan los

picos de máxima precipitación en el municipio. Esta condición puede ser más limitante, dependiendo de la intensidad y la duración del evento.

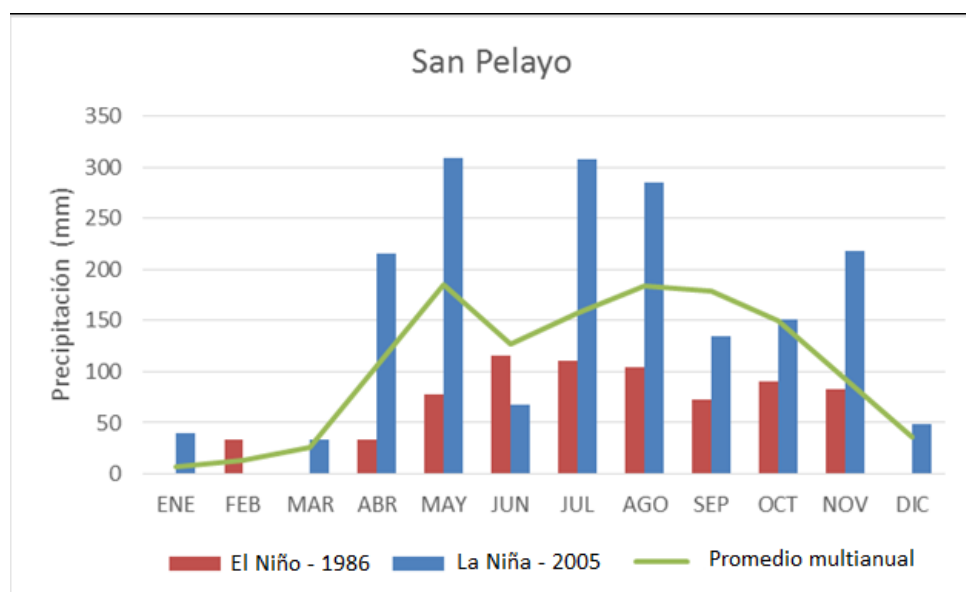


Figura 3. Precipitación en años extremos y promedios en el municipio de San Pelayo (periodo 1980-2011). Fuente: Corpoica (2015a).

El Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña permite determinar qué tan fuerte es un fenómeno de variabilidad climática como El Niño o La Niña. Para conocer dichos cambios se 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)¹, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5). El ONI expresa la magnitud de aumento o disminución de la temperatura promedio de la superficie Océano Pacífico ecuatorial. Cuando la variación supera valores de 0,5, durante por lo menos

¹ Este índice puede monitorearse en la página del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional Meteorológico de Estados Unidos: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml, permite conocer el escenario climático que se presentará en la zona.

cinco meses consecutivos, se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a -0,5, también de forma consecutiva en cinco meses, es un evento La Niña.

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

Las tablas 1 y 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos El Niño-Oscilación Sur (ENSO) en los últimos 32 años (1980 - 2011), y constituyen información de referencia que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

Durante eventos El Niño, en el municipio de San Pelayo, se han presentado reducciones en la precipitación de entre -4 y -32 %, con valores ONI máximos de entre 0,9 y 2,5 (**Tabla 1**). La duración máxima de un evento El Niño fue de 19 meses, intervalo de tiempo comprendido entre agosto de 1986 – febrero de 1988. Sin embargo, El Niño de julio 2009 – abril de 2010 se presentó una anomalía positiva del 15 %, pese a que el evento tuvo una intensidad fuerte (valor ONI: 1,8)

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

Inicio	May-82	Ago-86	may-91	may-94	may-97	may-02	jun-04	ago-06	jul-09
Fin	jun-83	feb-88	jun-92	Mar 95	may-98	mar-03	feb-05	Ene 07	Abr 10
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Valor ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-4%	-18%	-1%	8%	-30%	-32%	-4%	-27%	15%

Fuente: Corpoica (2015a).

Durante eventos La Niña, en el municipio de San Pelayo se han presentado aumentos en la precipitación entre 3 y 31 %, con valores ONI máximos entre -0,7 y -1,9 % (**Tabla 2**). La duración máxima de un evento La Niña fue de 24 meses, intervalo de tiempo comprendido entre julio 1998 - junio 2000. La mayor anomalía fue registrada en el

período entre julio de 2009 y abril 2010, con una reducción de las precipitaciones del 31 %.

Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalías de precipitación en el municipio de San Pelayo durante los eventos La Niña en el período 1980-2011

Inicio	oct. 84	may-88	Sep. 95	jun-98	Oct. 00	Sep. 07	jul-10
Fin	sep. 85	may-89	mar-96	Julio 00	Feb. 01	may-08	abr-11
Duración	12	13	7	24	5	9	10
Valor ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Anomalía	3%	3%	-3%	8%	8%	5%	31%

Fuente: Corpoica (2015a).

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 puede identificar: susceptibilidad a exceso hídrico en el evento La Niña, susceptibilidad a déficit hídrico en el evento El Niño, susceptibilidad a inundación 2010-2011, susceptibilidad biofísica a inundación y áreas que se inundan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) o áreas susceptibles a afectaciones por sequía (contracción de cuerpos de agua).

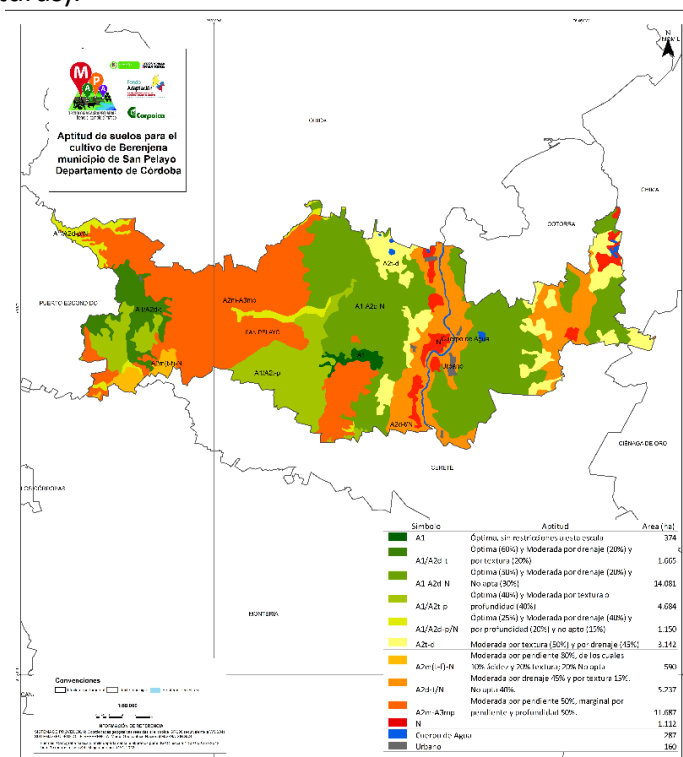
Para mayor información sobre la susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas, consulte el SE - MAPA

Exposición del sistema productivo de berenjena a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de San Pelayo, Córdoba

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitantes por características de suelo y por la variabilidad climática. Esta exposición varía en el tiempo y de acuerdo a la ubicación del municipio. Para el caso del sistema productivo de berenjena en San Pelayo, la exposición se analizó con base en la aptitud de suelos para el sistema productivo y la probabilidad de ocurrencia de condiciones restrictivas de humedad en el suelo (déficit y exceso hídrico) en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Para evaluar la exposición, se debe identificar:

- Las limitaciones de los suelos en el municipio:** en el mapa de aptitud de suelos (figura 4 [1:100.000]); hay que tener en cuenta que algunas limitaciones se pueden mejorar, como las propiedades químicas de suelo (con aplicación de enmiendas y fertilizantes) mientras que otras no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas).















Símbolo		Aptitud	Área (ha)	%
	A1	Óptima, sin restricciones a esta escala	374	0,8
	A1/A2d-t	Óptima (60 %) y moderada por drenaje (20 %), y por textura (20 %)	1 665	3,8
	A1-A2d-N	Óptima (50%) y moderada por drenaje (20 %) y no apta (30 %)	14 081	31,9
	A1/A2t-p	Óptima (40 %) y moderada por textura o profundidad (40 %)	4 684	10,6
	A1/A2d-p/N	Óptima (25%) y moderada por drenaje (40 %), y por profundidad (20 %), y no apto (15 %)	1 150	2,6
	A2t-d	Moderada por textura (50 %) y por drenaje (45 %)	3 142	7,1
	A2m(t-f)-N	Moderada por pendiente 80 %, de los cuales 10 % acidez y 20 % textura; 20 % no apta	590	1,3
	A2d-t/N	Moderada por drenaje 45 % y por textura 15 %; no apta 40 %.	5 237	11,9
	A2m-A3mp	Moderada por pendiente 50 %, marginal por pendiente y profundidad 50 %.	11 687	26,5
	N		1 112	2,5
	Cuerpo de Agua		287	0,7
	Urbano		160	0,4
	Total general		44 171	100

Figura 4. Aptitud de uso de suelos para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo. Fuente: Corpoica (2015b).

Para tener en cuenta. A esta escala de detalle (1:1 000 000), en el municipio de San Pelayo (Córdoba), las unidades de tierra presentan suelos con diferentes aptitudes y asociadas como óptimas y moderadas (A1 y A3).

De acuerdo con el análisis realizado en el departamento de Córdoba, se observa que los suelos del municipio de San Pelayo presentan una aptitud óptima para el cultivo de berenjena (A1) en un 0,8 % del área total del municipio (374 ha); de igual forma, se presentan suelos con aptitud óptima, asociados a suelos con aptitud moderada por drenaje, textura o profundidad efectiva, y no aptos, correspondiente a un 48.9 % (21 580 ha) del área total del municipio. Los suelos con aptitud moderada por drenaje, textura, pendiente, o acidez; y asociados con suelos no aptos, ocupan, a esta escala, un 46.8 %

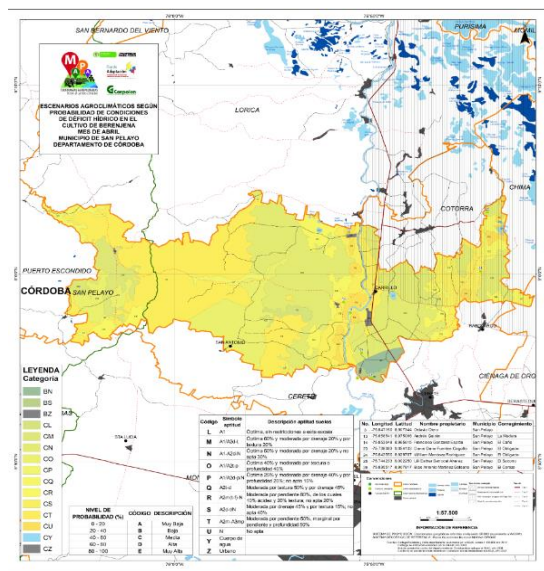
(20 656 ha); en estos suelos, aunque no presentan las condiciones ideales para el sistema productivo de berenjena, con buenas prácticas de manejo y conservación de los suelos, puede establecerse el sistema productivo.

Mapas de escenarios agroclimáticos en condiciones de déficit hídrico (figura 5). De acuerdo con el Índice de Severidad de Sequía de Palmer² (Palmer, 1965), en la ventana de análisis (abril-agosto), se presentaron áreas con probabilidades baja (tono verde claro, 20-40 %), medias (tono amarillo, 40-60 %) y altas (tono naranja, 60-80 %) de acuerdo a condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en el suelo, y a cada etapa fenológica.

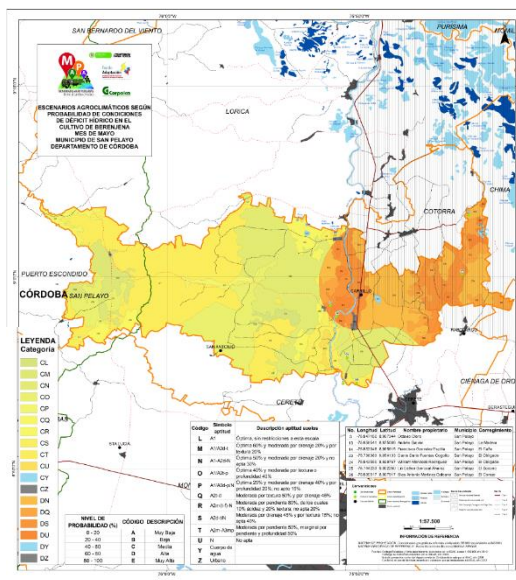
Bajo una condición de déficit hídrico, se observa que en el mes de junio se presenta un área con probabilidad baja; sin embargo, en los demás meses, las probabilidades oscilan entre 40 y 80 % (medias a altas), las cuales se indican con tonos amarillos y naranjas respectivamente. De acuerdo con el calendario fenológico ajustado para la zona, las mayores afectaciones causadas por el déficit hídrico podrían darse en la etapa de trasplante lo cual podría representar alto riesgo para el cultivo de berenjena.

² Con este índice se mide la duración y la intensidad de un evento de sequía, a partir de datos de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo.

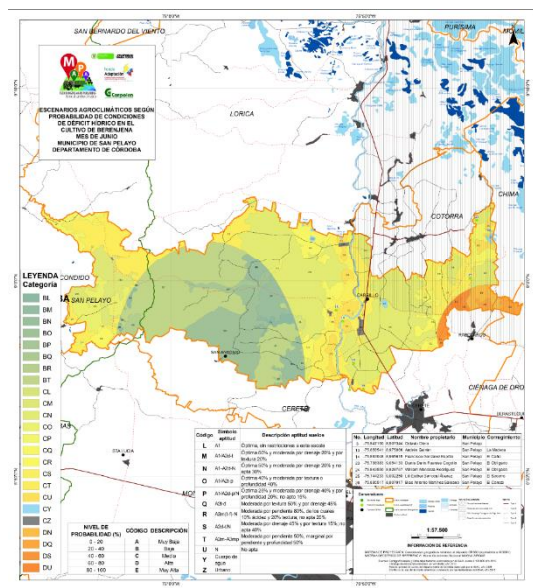
Abril



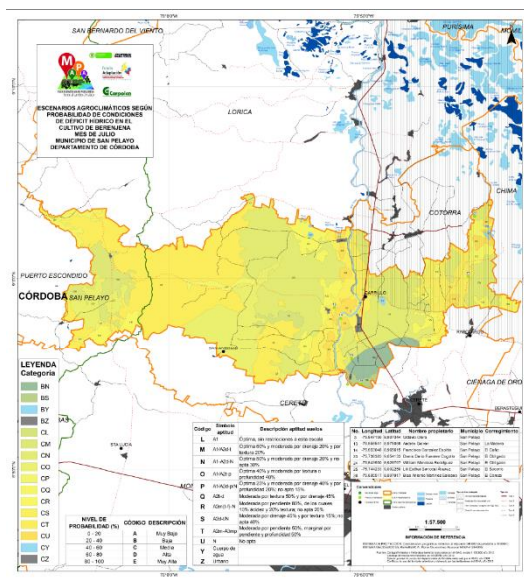
Mayo



Junio



Julio



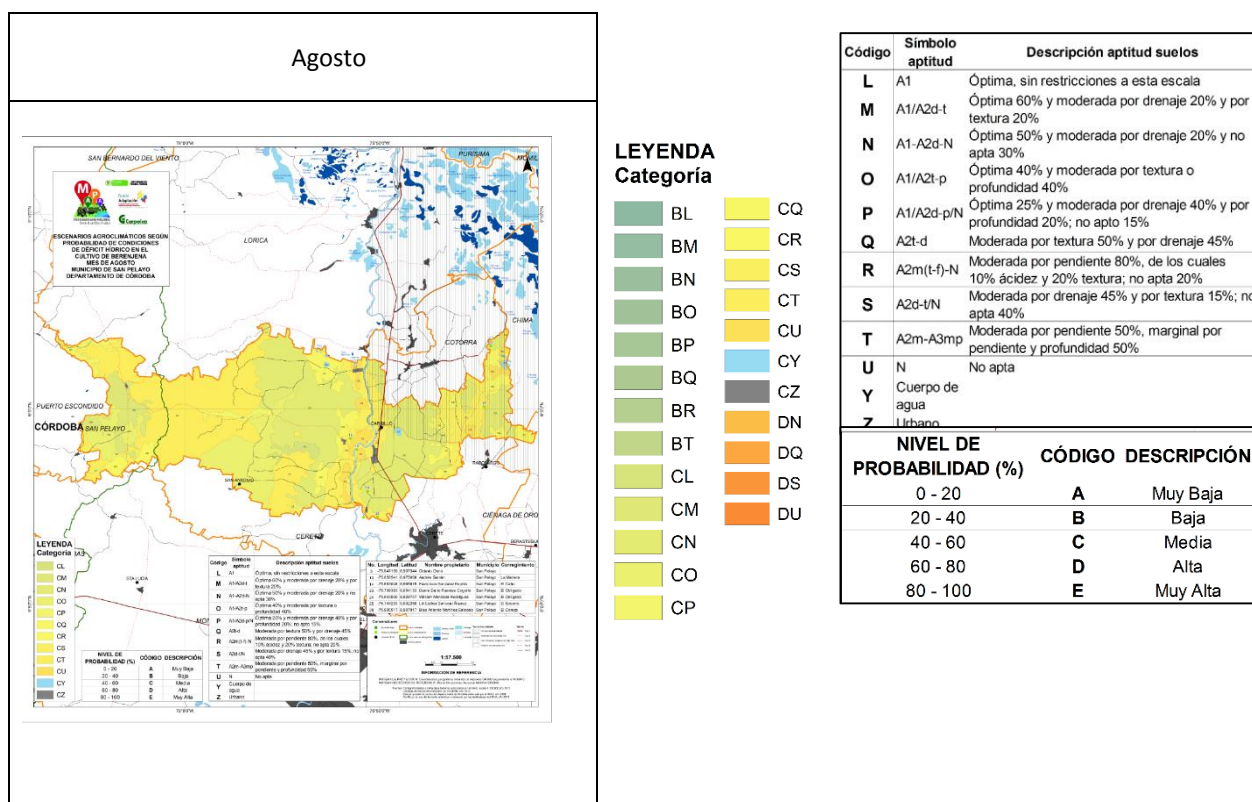


Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo bajo condiciones de humedad restrictivas por déficit hídrico en la ventana de análisis abril-agosto.

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de déficit de agua en el suelo para el sistema productivo en una ventana de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presentan una o varias etapas fenológicas específicas, de acuerdo con los calendarios fenológicos locales. Sin embargo, deben ser entendidos como un marco de referencia.

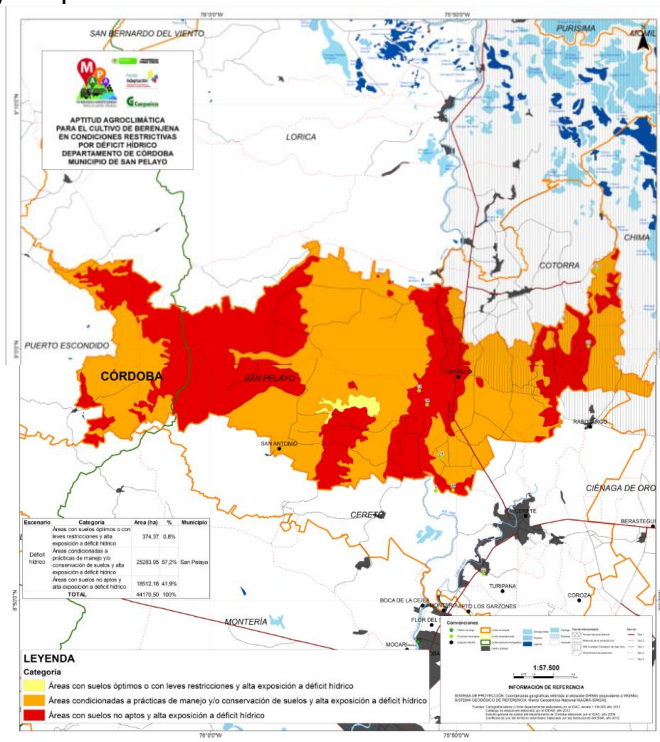
Tabla 3. Ventana fenológica para el cultivo de berenjena en el municipio de San Pelayo

Etapas fenológicas	Duración (días)	Ventana de análisis															
		Abril				Mayo				Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Emergencia	3 - 5																
Formación de 5 hojas verdaderas	25																
Aparición de brotes laterales (cruceta)	40 - 45																
Aparición de órgano floral	10 - 15																
Floración	5																
Formación del fruto - cosecha	27 - 30																
Maduración de frutos y semillas	15 - 20																

Fuente: Corpoica (2015b).

Zonas del municipio de San Pelayo con mayor o menor riesgo agroclimático para el sistema productivo de berenjena

El mapa de aptitud agroclimática del municipio de San Pelayo para el sistema productivo de berenjena integra la exposición mensual a condiciones restrictivas de humedad para el sistema productivo y la aptitud de los suelos.

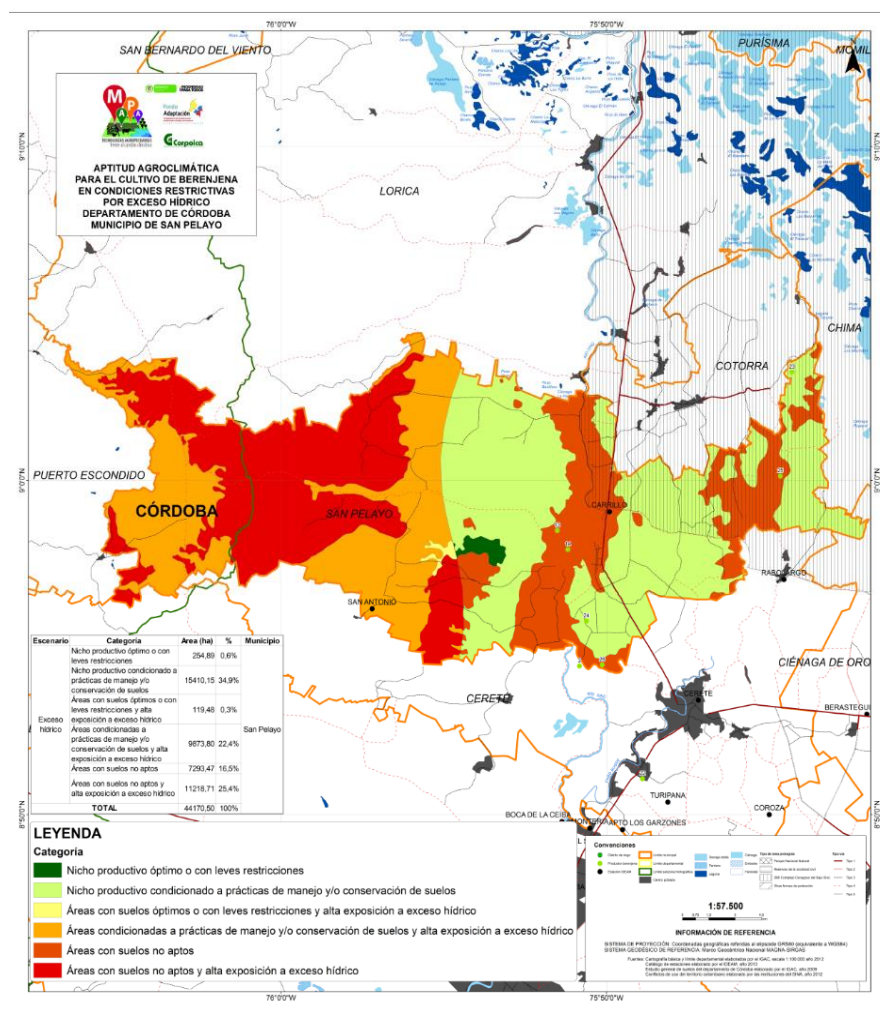


LEYENDA

Categoría

- Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico
- Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico

Figura 6. Aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo por déficit hídrico para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo. (Córdoba).
Fuente: Corpoica (2015b).



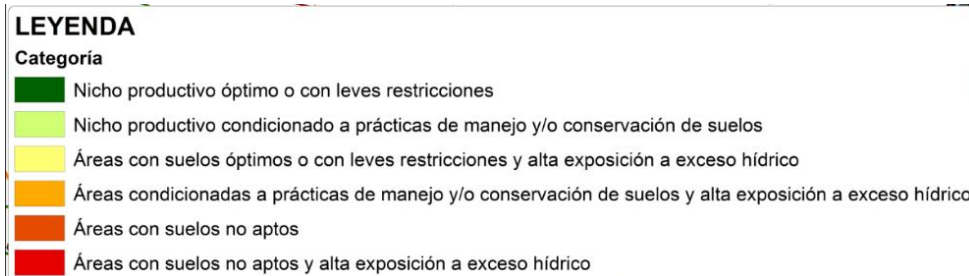


Figura 7. Aptitud agroclimática bajo condiciones restrictivas de humedad en el suelo para el sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo.

Fuente: Corpoica (2015b).

Para la condición de déficit, se identificaron tres áreas de aptitud agroclimática para el sistema productivo de berenjena en San Pelayo (Figura 6).

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a déficit hídrico (tono amarillo claro). Estas áreas ocupan el 0,8 % (374 ha) del área total municipal (44 171 ha).

Áreas con suelos condicionados a prácticas de manejo y/o conservación de suelos y alta exposición a déficit hídrico (tono naranja). Estas áreas ocupan el 57,2 % (25 284 ha) del área total municipal (44 171 ha). Esta área presenta suelos con aptitud moderada por drenaje, texturas y profundidad efectiva.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico (tono rojo). Estas áreas ocupan el 41,9 % (18 512 ha) del área total municipal (44 171 ha). Estas áreas están restringidas, principalmente por marginalidad en la profundidad efectiva (suelos superficiales) y pendientes asociadas a planos de inundaciones.

Para el caso de exceso hídrico (Figura 7). San Pelayo presenta áreas con baja exposición a condiciones de exceso hídrico.

Nichos productivos óptimos o con leves restricciones (tono verde oscuro). A pesar de ser un área reducida (255 ha), se observa una aptitud de uso de los suelo óptima – moderada. **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo o conservación de suelo** (tono verde claro), con un 34,9 % (15 410 ha) del área total del municipio (44 171 ha). En estas

áreas, se presenta una aptitud moderada de los suelos, por drenaje, por texturas y por profundidad efectiva.

Áreas con suelos no aptos (tonos naranja oscuro) 16,5 % (7 293 ha) del área. Los suelos están restringidos principalmente por marginalidad en la profundidad efectiva superficial y pendientes asociadas a planos de inundaciones de corrientes menores de las cuencas hídricas en el municipio.

Así mismo se presentaron áreas con alta exposición a exceso de agua en los suelos, las cuales son representadas por las siguientes aptitudes agroclimáticas:

Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a exceso hídrico (tono amarillo claro). Ocupan el 0,3 % (119 ha) del área total municipal (44 171 ha). Esta área presenta altas probabilidades de ocurrencia de exceso de agua, lo cual limitaría el desarrollo del cultivo. Para sobrellevar los efectos de estas condiciones hídricas es necesario elaborar un plan de manejo del cultivo acompañado de la implementación de medidas de adaptación.

Áreas condicionadas a prácticas de manejo y/o conservación de suelo y alta exposición a exceso hídrico (tono naranja claro). Ocupan el 22,4% (9,874 ha) del área total municipal (44 171 ha). Esta área presenta una aptitud moderada de los suelos por drenaje, textura y profundidad efectiva, y altas probabilidades de ocurrencia de exceso de agua, lo cual limitaría el desarrollo del cultivo. Para sobrellevar los efectos de estas condiciones hídricas, es necesario elaborar un plan de manejo del cultivo acompañado de la implementación de medidas de adaptación.

Áreas con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico (tono rojo). Ocupan el 25,4 % (11 219 ha) del área total del municipio (44 171 ha). Las áreas están restringidas principalmente por marginalidad en la profundidad efectiva (suelo superficial) y pendientes asociadas a planos de inundaciones de corrientes menores de las cuencas hídricas en el municipio; además, presentan altas probabilidades de ocurrencia de exceso de agua, lo cual limitaría el desarrollo del cultivo.



Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba), consulte el SE - MAPA

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

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

Información agrometeorológica. Esta 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 que la información que debe ser proporcionada a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

- Datos referidos al estado de la atmósfera (clima): obtenidos a través de una estación meteorológica que registre precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa.
- Datos referidos al estado del suelo: seguimiento de la humedad del suelo por medios organolépticos, sensores o determinaciones físicas en laboratorio.
- Fenología: seguimiento del desarrollo y crecimiento del cultivo.
- Prácticas agrícolas empleadas: labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, 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: períodos 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, velocidad del viento y radiación) a escala diaria, estas variables pueden analizarse durante el ciclo del cultivo (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* () podrá encontrar algunas indicaciones e ideas para llevar a cabo el análisis en su sistema productivo.

Sección 2: Prácticas que se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena ante condiciones restrictivas por humedad en el suelo en el municipio de San Pelayo (Córdoba)

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas y validadas con potencial para mitigar los efectos de las condiciones restrictivas de humedad en el suelo sobre el sistema productivo de berenjena, en el municipio de San Pelayo (Córdoba). Estas opciones tecnológicas fueron implementadas para dos ciclos de producción; el primero entre los meses de abril a octubre de 2015 y el segundo entre los meses de febrero a julio de 2016, en los cuales se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo.

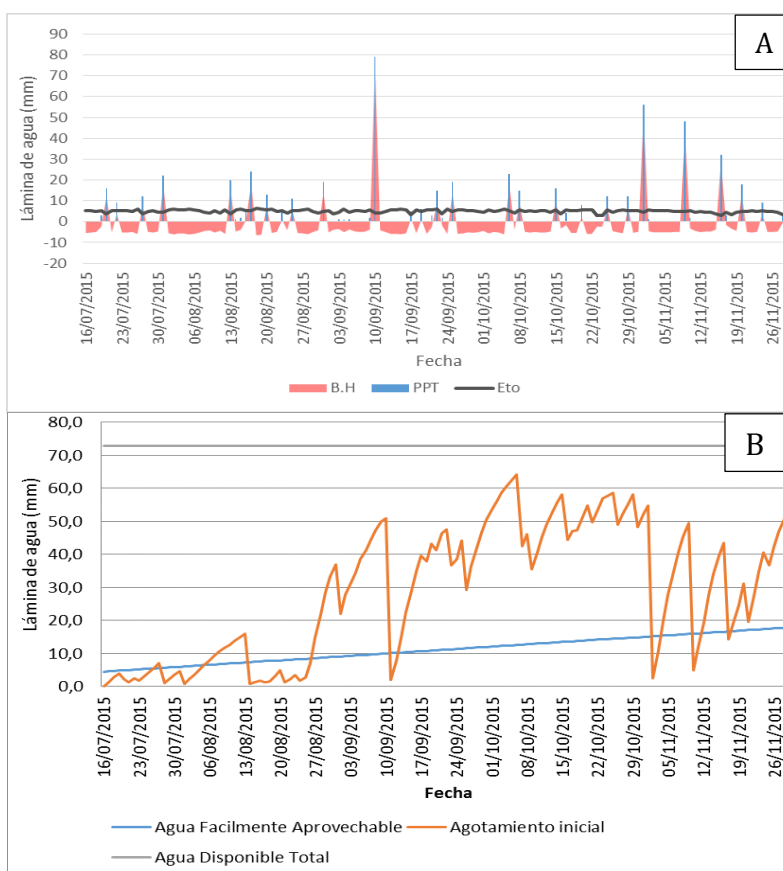


Figura 8. Balance hídrico para el primer ciclo del sistema productivo berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba). A. Balance hídrico atmosférico. B. Balance hídrico agrícola.

En cuanto al segundo ciclo (enero a julio de 2016), la figura 9A muestra que durante los primeros meses del año (enero a abril) no hubo precipitaciones en el municipio y se concentraron hacia los meses de mayo, junio y julio, y coincidieron con las etapas finales del ciclo de producción de la berenjena en la parcela de integración. El balance hídrico atmosférico fue negativo durante la mayor parte del periodo de evaluación (figura 10) y fue más fuerte hacia los primeros meses del año, coincidiendo con la ausencia de precipitaciones en este periodo, en el municipio. Adicionalmente, el agotamiento siempre fue superior a la lámina de agua fácilmente aprovechable, lo cual condujo a una condición de déficit hídrico en el suelo (figura 9a).

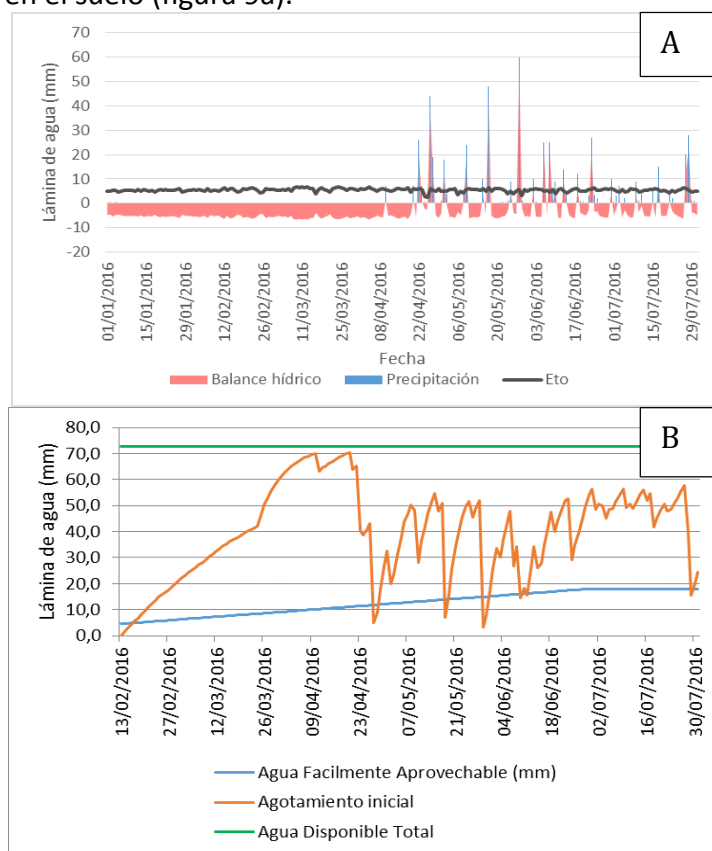


Figura 9. Balance hídrico para el segundo ciclo del sistema productivo berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba). A. Balance hídrico agrícola. B. Balance hídrico agrícola.

Por lo anterior, a continuación se presentan recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas y validadas, que pueden contribuir a la disminución de la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena en San Pelayo, a condiciones restrictivas de humedad en el suelo:

a. Preparación de suelos: La labranza se puede definir como la intervención del suelo para obtener camas con condiciones deseables para el crecimiento y desarrollo de las plantas, con el fin de garantizar cosechas dentro de los márgenes aceptables de rentabilidad económica y sin producir deterioro del recurso suelo. Implementos como los arados de cincel y rome ayudan a mejorar las condiciones de infiltración de agua en los suelos, aumentando la cantidad disponible de este recurso para las plantas de cultivo y reduciendo las capas compactadas permitiendo un mejor crecimiento de raíces. Por otra parte, implementos como el caballonador permiten una construcción más elevada de los surcos de cultivo; con lo cual, bajo condiciones de exceso hídrico, se pueden conducir más fácilmente el agua de exceso fuera del lote de cultivo.

Considerando los escenarios climáticos de excesos de lluvias y déficit de humedad, y teniendo en cuenta las condiciones físicas de los suelos (resistencia mecánica a la penetración cercana a los 4 Mpa), en la parcela de integración de berenjena, se implementaron los siguientes aperos de labranza: a.) Escenario de déficit de humedad. Cincel rígido (1 pase) y rastra pesada (2 pases); b.) Escenario de excesos de humedad. Cincel rígido (1 pase), rastra pesada (2 pases) y Caballoneo (1 pase).

b. Fertilización integrada: Es la fertilización que incorpora nutrimentos al sistema en cantidades y momentos adecuados, a partir de fuentes orgánicas, biológicas y químicas. Esta integración permite mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejora la retención de humedad y aumenta la disponibilidad de elementos nutritivos; lo que es útil para aumentar la capacidad adaptativa del sistema productivo a condiciones restrictivas de humedad en el suelo.

La fertilización se debe realizar con base en los resultados del análisis químico de suelo y los requerimientos del cultivo. Para aplicar el fertilizante en la parcela de integración, se tuvieron en cuenta, como criterio técnico en la dosificación y formulación, las recomendaciones emitidas por el Laboratorio de Química de Suelos de Corpoica. Los fertilizantes utilizados fueron Nitrógeno (urea), Cloruro de potasio (KCL), Fósforo (DAP) y

Vicor (elementos menores) en proporción de 130, 100, 91 y 42 kilogramos por hectárea, respectivamente. Se aplicaron 36,3 gr/planta de la mezcla, la cual se fraccionó para dos aplicaciones a los 15 y 30 días después del trasplante, la aplicación se realizó incorporando el abono en dos orificios alrededor de la planta, en el cual se aplicó la cantidad del producto por cada planta, posteriormente se tapó y, de esta manera, el producto se incorporó al suelo.

Adicionalmente, se realizó fertilización orgánica mediante la implementación de enmiendas (lombriabono) y preparados (biol) como alternativa complementaria a la fertilización química del sistema productivo de la berenjena en el municipio de San Pelayo. Para ello, se aprovecharon los residuos orgánicos disponibles en la parcela. Para la aplicación de biol, una vez cumplido su tiempo de fermentación, se aplicaron 200 cc de una solución un litro de biol por 19 litros de agua, a cada planta. Para el lombricompost, se aplicaron 500 g/planta, fraccionados en tres aplicaciones: al momento del trasplante, y 15 y 30 días después del trasplante.

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas integradas

Las ventajas comparativas se presentan en una condición restrictiva por déficit hídrico en el suelo. Las opciones tecnológicas descritas anteriormente son un marco general de referencia, validadas en un nicho productivo condicionado a prácticas de manejo o conservación de suelos, y deben ser ajustadas para cada sistema productivo de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

De acuerdo con los resultados observados en la parcela de integración, la implementación de las dos opciones tecnológicas combinadas tuvo un efecto notoriamente positivo sobre la producción en general del cultivo. Con la implementación de labranza con caballoneador, en conjunto con fertilización química y con fertilización química y orgánica se logró un incremento en el rendimiento de 35 % y 27 % respectivamente, en comparación con el tratamiento que únicamente utilizó fertilización orgánica (32 t.ha⁻¹). La preparación de suelo con caballoneo permite un mejor desarrollo del sistema radicular de las plantas puesto que facilita la penetración y la proliferación de las raíces en el suelo; por ende, le permite a la planta tener una mejor absorción de agua y nutrientes.

Adicionalmente, la implementación de los aperos de labranza cincel y caballoneador, lograron reducir la resistencia mecánica a la penetración del suelo en un promedio de

2 Mpa, en comparación con los suelos en los cuales no se realiza este tipo de labranza. Los suelos compactados son menos productivos, debido a que cuentan con una menor cantidad de poros donde almacenar agua, y presentan una mayor resistencia a la penetración por parte de las raíces, reduciendo la exploración de las mismas (http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/sc/soil_compaction.pdf).

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena a déficit hídrico del suelo en el municipio de San Pelayo (Córdoba)

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema productivo de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba), se pueden desarrollar prácticas culturales e implementar tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema.

A continuación, se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones de humedad restrictivas y que complementan las opciones tecnológicas descritas anteriormente:

Sistemas de riego

Los sistemas de riego permiten suplir las necesidades hídricas de las plantas en condiciones en las cuales este recurso es escaso.

Para el caso de la parcela de integración, debido a las fuertes condiciones de estrés hídrico que se presentaron en la zona durante el período de evaluación, se implementó un sistema de riego por aspersión. Los requerimientos hídricos según la fenología de la berenjena se basaron en los descritos por Sánchez et al (2004), quienes estimaron el requerimiento hídrico de la berenjena de 841 mm para un ciclo fenológico de 138 días después del trasplante (ddt) para las condiciones del valle medio del Sinú. Sin embargo, el uso consuntivo del cultivar no es el mismo durante toda la fenología; éste aumenta conforme avanza hacia su desarrollo reproductivo.

El sistema de riego utilizado consto de 60 aspersores fijos distribuidos en 5 000 m² (0,5 ha) dentro del área experimental. Cada aspersor, con un radio de humectación o mojadura de 9 m. Se diseñó una programación de riego teniendo en cuenta el uso consuntivo del cultivo para cada una de las etapas fenológicas según Sánchez et al. (2004), además de la dinámica de las precipitaciones de la zona, medidas por implementos de medición climática. Adicionalmente, se instalaron un *datalogger* y sensores de humedad, los cuales permitieron determinar una correlación de los requerimientos hídricos del cultivo en tiempo real frente a la oferta de precipitaciones.

Se requirió una labor de calibración y aforo del sistema de riego instalado, para poder ajustar la lámina de riego a implementar en cada etapa fenológica del cultivo. Cabe destacar que éste solo pudo hacerse teniendo en cuenta el caudal de salida de los aspersores instalados. De acuerdo a la calibración realizada, el sistema tiene la capacidad de asperjar una lámina de riego de 2 mm en una hora. Por lo tanto, el tiempo de riego empleado durante la fenología vegetativa del cultivo se calculó en 3 horas de trabajo, equivalentes a 6 mm de riego. Sin embargo, debido a que la fecha del trasplante de las plántulas a campo coincidió con la época seca de la zona, se tomó la decisión de aumentar el tiempo de riego a 6 horas de trabajo (12 mm) distribuidas en dos jornadas de 3 horas cada una, tanto en la mañana como en las horas de menos brillo solar en la tarde. Esto, con el objeto de poder reponer la pérdida de humedad a causa de la evapotranspiración.

Selección del material vegetal

Es importante tener en cuenta que el material vegetal a sembrar esté adaptado a las condiciones ambientales de la región (suelos, topografía, clima); de manera que no se requieran intervenciones considerables para adecuar el ambiente, lo que generaría sobrecostos. Adicionalmente, este material debe contar con características productivas y comerciales deseables.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la parcela de integración se utilizó la variedad de Corpoica C. I. Turipaná, conocida comercialmente como C015, la cual presenta alta aceptación por parte de los productores del municipio de San Pelayo, y demás municipios del medio Sinú, debido a que presenta características y atributos requeridos por el mercado local y regional.

La variedad C015 presenta, bajo condiciones ideales, rendimientos de hasta 55 t.ha⁻¹, con una producción de 23 frutos/planta, y un peso promedio de fruto de 23 g (Aramendiz et al, 2014).

Semilleros

En el semillero, la germinación de la semilla se da en condiciones controladas de luz, temperatura, humedad, sanidad y nutrientes, por lo cual se obtienen plántulas más vigorosas y sanas.

En la parcela de integración de Corpoica, se realizó el mejoramiento de una estructura cubierta de 24 m², utilizada por el productor para esta labor. Los materiales utilizados fueron: tela de muselina para recubrimiento de exteriores, germinadores de polietileno con capacidad para 128 plántulas dispuestos sobre camas elevadas o trojas para plantación; el sustrato básico para la germinación fue turba desinfectada, enriquecida con un 10 % de lombricompost comercial. Se estimó un tiempo de tres días para la germinación de las semillas (la cual se estimó en 98 %), y de 25 días calendario para la obtención de plántulas entre 15 y 20 cm, con entre 3 y 4 hojas verdaderas, consideradas como óptimas al trasplante.



Figura 10. A. Bandejas de 128 alveolos para semillero. B. Plántulas de berenjena en crecimiento. C. Trasplante a campo de plántulas de berenjena.

Seguimiento y manejo de plagas

Según ICA (2012), el MIPE consiste en una serie de evaluaciones de manejo de problemas fitosanitarios, decisiones y controles, cuyo enfoque comprende cuatro etapas.

- *Determinación de umbrales de acción:* es importante determinar el punto en el cual las poblaciones de plagas o enfermedades, o las condiciones ambientales suponen la necesidad de llevar a cabo una acción de control.
- *Seguimiento e identificación de organismos problema:* los programas de MIPE se fundamentan en hacer seguimiento a las plagas e identificarlas con precisión, de modo que se puedan tomar decisiones apropiadas para el control, en concordancia con los umbrales de acción. Se elimina así la posibilidad de que los plaguicidas se utilicen sin que sean necesarios o de que se emplee un plaguicida equivocado.
- *Prevención:* en un cultivo, la prevención puede implicar el uso de métodos como la selección de variedades resistentes o tolerantes, la siembra de material sano y la ubicación de puntos de desinfección de calzado, y vehículos en las zonas de acceso al lote.

- **Control:** si los medios anteriormente descritos no son efectivos o no están disponibles, los programas de MIPE deben evaluar el método de control apropiado en términos de eficacia y riesgo; el cual puede corresponder a la aplicación de plaguicidas. No obstante, se debe considerar que a pesar de que éste es un método eficaz, también es de alto riesgo para el ambiente y el mismo sistema productivo.

El manejo adecuado de problemas fitosanitarios requiere un oportuno y correcto diagnóstico, el cual se logra mediante el constante seguimiento al sistema productivo. Una vez identificado el agente causal de la enfermedad o el insecto responsable del daño, se define con exactitud la estrategia de manejo a implementar.

Los principales problemas de plagas reportados para berenjena se presentan a continuación:

- **Trips (*Thrips palmi* Karny):** esta plaga ataca gran variedad de cultivos de importancia agrícola. Sus estados larvales y adultos se alimentan de hojas, tallos tiernos, flores y frutos. Su ataque puede causar deformaciones, defoliación, achaparramientos, bronceados y pérdidas importantes de rendimiento (Bueno y Cardona, 2001).
- **Mosca blanca (*Bemisia* Sp):** es una de las plagas que mayor impacto causa sobre los cultivos hortícolas. Esta plaga ocasiona dos tipos de daño: el primero lo causa porque se alimenta de la sabia de las plantas, causando decoloración de las hojas e incluso su caída; el segundo daño se da de forma indirecta y se debe a que este insecto es el vector de diferentes tipos de virus (Gonzáles et al, 2009).
- **Araña roja (*T. ludeni* (Tacher), *T. tumidus* [Banks]):** A pesar de tratarse de tres especies diferentes, su biología, comportamiento y síntomas que causan son similares; por lo cual, se agrupan como una única plaga. Se encuentran principalmente en el envés de las hojas. En un estado inicial del ataque causan decoloración y manchas amarillas que se hacen visibles sobre el haz de las hojas. Los incrementos en la población de esta plaga conllevan a la defoliación.

- **Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks):** como es común en los ácaros, estos se alimentan raspando los tejidos vegetales; su aparato bucal segrega una sustancia tóxica para las plantas, la cual ocasiona reducciones en el crecimiento y disminuciones en el rendimiento y la calidad de la producción. El ataque de esta plaga también se puede dar sobre frutos pequeños, en los cuales causa daños cosméticos, lo que disminuye su calidad (Espinoza, y Weller, 2014).

Todo plan de manejo debe contar con el acompañamiento por parte del asistente técnico; el cual determinara la forma más eficiente de control de la plaga que se identifique, basándose en la población del insecto, el umbral de daño y las condiciones ambientales presentes en la zona.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de berenjena en San Pelayo (Córdoba), consulte el SE-MAPA.

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

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

Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de berenjena en el municipio de San Pelayo (Córdoba)

Dominios de recomendación

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

Para cada dominio (grupo de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo a 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 ajustarse a las particularidades de cada caso y no ser consideradas como un criterio único o una receta rígida.

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

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

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

Características de los dominios de recomendación en el sistema productivo de Berenjena en el municipio de San Pelayo

En la tabla 4, se presentan los dominios de recomendación con sus respectivas características de agrupación. En las columnas dos, tres y cuatro, se presentan el grado de exposición, el grado sensibilidad y la capacidad adaptativa ante una condición de déficit hídrico para cada dominio.

Se puede apreciar que la exposición a la condición climática de déficit hídrico es, en general, alta para todos los productores de este sistema. De la misma forma, el grado de sensibilidad que se presenta es medio para todos los dominios. Por su parte, la capacidad adaptativa es media para el dominio dos y baja para el dominio uno.

Finalmente, la última columna muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera de la adecuación del terreno, el riego por aspersión y la fertilización orgánica. Esta validación se establece teniendo en cuenta las características de los productores de cada uno de los dominios y, además, establece proporciones y posibles restricciones para la implementación. En este caso las opciones son viables para todos los dominios.

Tabla 4. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de berenjena del municipio de San Pelayo, Córdoba

Dominio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores pequeños con menos de 0,5 ha en berenjena y mano de obra familiar.	Alta	Media	Baja	Viable
2. Productores hasta con 1 ha en berenjena alta exposición a déficit hídrico.	Alta	Media	Media	Viable

Implementación de las opciones tecnológicas validadas en cada uno de los dominios de recomendación

Dominio 1

Los productores del dominio uno se caracterizan por estar ubicados en zonas con exposición agroclimática alta ante una condición de déficit hídrico. En cuanto al grado de sensibilidad, para este dominio es medio, debido a que los productores no cuentan con sistema de riego, la semilla utilizada en el cultivo es almacenada de cosechas anteriores lo que muchas veces acarrea problemas fitosanitarios, realizan la adecuación de terreno de forma tradicional con niveles medios de fertilización. Finalmente, se resalta que tienen un sistema de producción tradicional con bajos rendimientos sumado a una deficiente comercialización, lo que le representa una baja rentabilidad al productor.

Por otra parte, la capacidad adaptativa es baja, debido a que no cuentan con asistencia técnica que les ayude a mejorar el manejo agronómico de sus cultivos, la tenencia de tierra es un factor que limita la posibilidad de acceder a algún tipo de crédito bancario puesto que los predios que habitan, en su mayoría son ocupados en modalidades de arrendamiento o préstamo. Adicionalmente, disponen de mano de obra familiar que les ayuda a amortiguar los costos de producción, pero su producto se ve limitado puesto que no cuentan con un canal de comercialización que les permita sacar su producto a los mejores mercados, lo que genera una baja rentabilidad (**Figura 11**).

La alta exposición que presentan los productores del dominio dos, hace necesaria la implementación de opciones tecnológicas como el riego por aspersión, la adecuación de terreno y la fertilización orgánica para mantener el sistema de producción en épocas restrictivas por déficit hídrico; en este sentido, dichas opciones a pesar de generar un aumento en los costos de producción, permiten el retorno del capital de inversión y generar ingresos al productor.

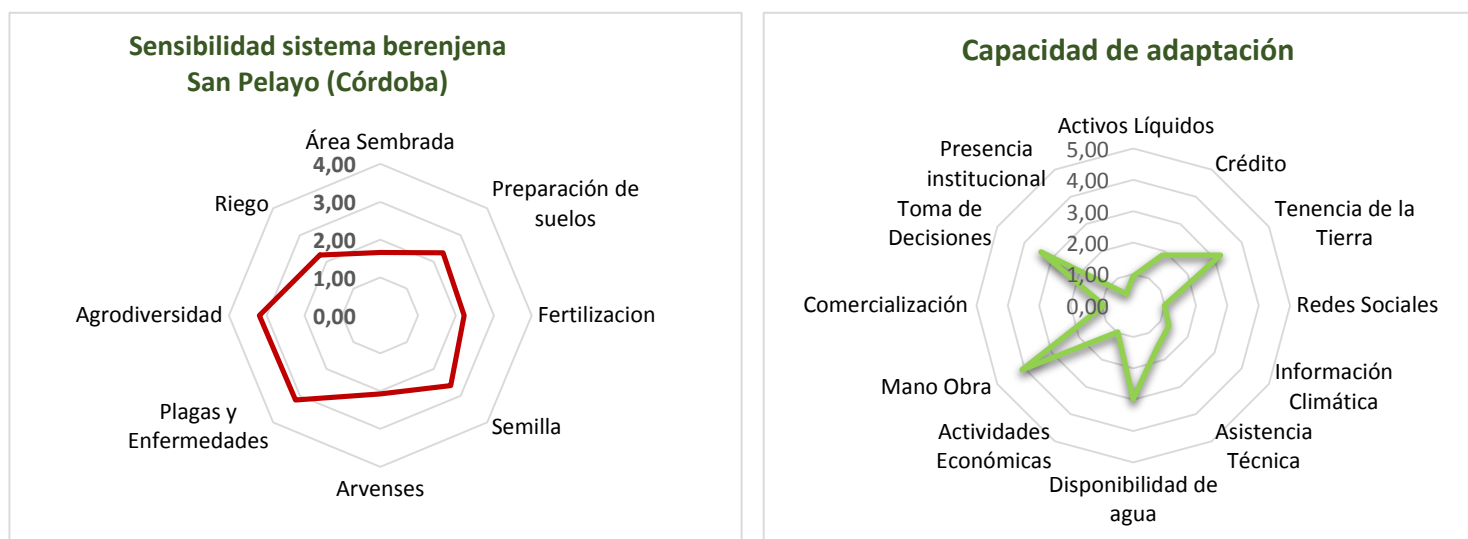


Figura 11. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 1.

El dominio de recomendación uno está dirigido a productores que cuentan menos de media hectárea en berenjena; este dominio representa un grupo de pequeños productores con un muy bajo nivel tecnológico. De acuerdo con el análisis microeconómico, la implementación de riego por aspersión, adecuación de terreno y fertilización orgánica resulta viable en relación al comportamiento del capital financiero asociado a este esquema de producción frente a una condición restrictiva por déficit hídrico. Específicamente, para los productores de este dominio se recomienda implementar las tecnologías desde el primer período y disponerlas en la totalidad de los predios. La implementación de esta tecnología permite la venta hasta de un 10 % del total de los jornales familiares, lo que supone un ingreso adicional en el hogar. Finalmente, se recomienda ampliar los esquemas de disponibilidad de crédito para los productores de la zona; pues, esto puede representar una herramienta de soporte financiero en momentos en que las condiciones económicas lo demanden.

Dominio 2

El dominio de recomendación dos incluye productores que se encuentran ubicados en predios condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos; presentan una sensibilidad media ante una condición de déficit hídrico. De la misma forma son productores que no cuentan con asistencia técnica en campo, tienen disponibilidad de agua pero cuentan con un sistema deficiente de riego. Así mismo presentan dificultades para la comercialización de los productos, tienen poco acceso a créditos y a información climática; se encuentran ubicados en un grupo con una capacidad de adaptación media (Figura 12).

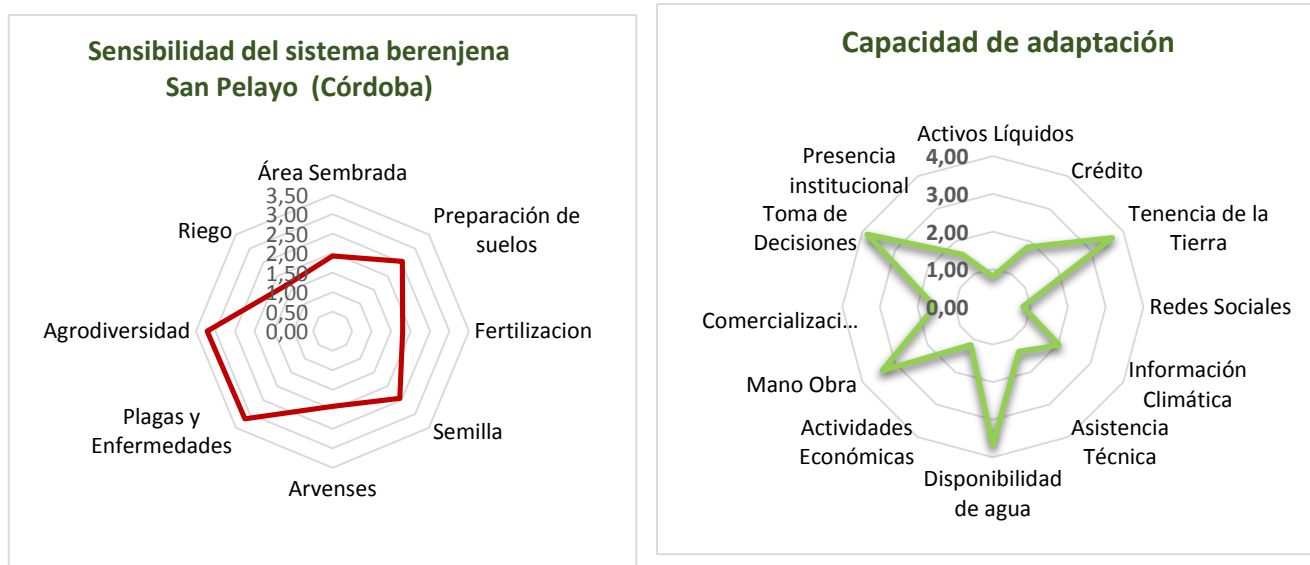


Figura 12. Indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para el dominio 2.

El dominio de recomendación dos incluye a productores que cuentan con alrededor de una hectárea en berenjena. De acuerdo al análisis microeconómico, la implementación de las tecnologías de adecuación del terreno, riego por goteo y fertilización orgánica resultan ser viables frente a la ocurrencia de un evento restrictivo por déficit hídrico. Para los productores de este dominio se recomienda adoptar las tecnologías desde el primer período e implementarlas inicialmente en un 50 % del área total disponible, para luego ir ampliando el área con las opciones tecnológicas en el tiempo hasta completar la totalidad



del predio destinado para este cultivo. Si bien, la implementación de estas tecnologías no permite la venta de jornales, tampoco requiere la contratación de estos durante el primer año de establecimiento del cultivo; puesto que la mano de obra familiar disponible es suficiente para realizar todas las actividades de manejo del cultivo. Sin embargo, conforme se amplíe el área de siembra se hará necesario contratar jornales (en adición a la mano de obra familiar disponible). Finalmente, al igual que para los productores del dominio uno, se recomienda ampliar los esquemas de disponibilidad de crédito para los productores de la zona; esto puede representar una herramienta de soporte financiero en momentos en que las condiciones económicas lo demanden.

BIBLIOGRAFÍA

- Araméndiz, H; Cardona, C; y Correa, E. 2014. Parámetros genéticos de la berenjena (*Solanum melongena* L.). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 17 (2): 361 – 369.
- Bueno, J; y Cardona, C. 2001. Biología y hábitos de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) como plaga de frijol y habichuela. Revista colombiana de entomología. 27(1-2); 49-54.
- Corpoica. (2015a). *Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos*. Proyecto Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático. 94 p.
- Corpoica. (2015b). Informe del Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para berenjena (San pelayo), ñame (Ayapel) y plátano (Lorica). CORPOICA, Cundinamarca, Mosquera. 91p.
- Corpoica. (2016). Informe final de la parcela de integración del sistema productivo de Berenjena, municipio de San Pelayo, Departamento de Córdoba. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático. 37p.
- Corpoica-CIAT. (2015). *Informe: Dominios de recomendación 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*.
- Espinoza, H; y Weller, S. 2014. Manejo de plagas insectiles de berenjena (*Solanum melongena* L.). Fundación Hondureña de Investigación agrícola. 21p.
- FAO (1976). A framework for land evaluation. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Soils bulletin, 32 p.
- González, A; González, A; Del Pozo, E; Galván, B; Domínguez, C; y Carmona, J. 2009. Alternativas para el manejo de Bemisia spp. en berenjena (*Solanum melongena* L.), en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Revista UDO Agrícola 9 (3).
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.



- Lores, A., Leiva, A., & Varela, M. (2008). *Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas*. Cultivos Tropicales 29 (3), 5-10 p.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial. 128 p.
- Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. Department of Commerce. *Res. Paper* , (45) 58.
- Sánchez, C; Arrieta, A; Flórez, S; Mercado, T; Martínez, J; y Martinez, A. 2004. Requerimiento hídrico de la berenjena *Solanum melongena* L. bajo riego por goteo en el Valle del Sinú. *Agronomía Colombiana*. 22 (2): 170-176
- Tesfaye, K., Jena, P., M, Mutenje. 2015. Identifying potential recommendation domains for conservation agriculture in Ethiopia, Kenya, and Malawi. *Environmental Management*, 55: 330-346.



Para mayor información consulte el sistema experto-MAPA.

Ingrese por:

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

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