



Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema Productivo de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.)

Municipio de Algeciras
Departamento de Huila



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Fondo Adaptación
Septiembre 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 el uso de estos resultados.



Equipo de trabajo	
Lina Vanessa Garavito Morales	Profesional de apoyo a la investigación
William Felipe Melo Zipacon	Profesional de apoyo a la investigación
Kristiel Navarro Barreto	Profesional de apoyo a la investigación
Wilson Trujillo Bejarano	Profesional de apoyo a la investigación
Jorge Iván Corzo	Profesional de apoyo a la investigación
Juan José Rivera Varón	Investigador máster
Martha Marina Bolaños Benavides	Investigadora Ph. D.
Julián David Gómez Castillo	Profesional de apoyo a la investigación
Jorge Orlando Acosta Buitrago	Investigador máster
Irene Catalina Parra	Investigador máster
Gonzalo Rodríguez Borray	Investigador máster
Gina Carolina Bandera	Profesional de apoyo a la investigación
Diego Alberto Navarro Niño	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 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. Nataima 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 lulo en el municipio de Algeciras, Huila	3
Sección 1: Factores que definen el riesgo agroclimático en el departamento y en el municipio	4
Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Algeciras	4
Exposición del sistema productivo de lulo a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Algeciras (Huila)	9
Zonas del municipio de Algeciras con mayor y menor riesgo de pérdida productiva para el sistema productivo de lulo.....	16
Gestión de la información agroclimática y agrometeorológica para conocer el riesgo agroclimático en la finca	21
Sección 2: Prácticas se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Algeciras, Huila	22
1. Manejo Integrado de Enfermedades (MIE)	24
2. Manejo Integrado de Plagas (MIP)	29
Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas.....	33



Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo en Algeciras ante condiciones restrictivas de humedad	36
Sección 3: Implementación de las opciones tecnológicas entre los productores de lulo en el municipio de Algeciras.....	40
Dominio de recomendación	40
Determinación de los dominios de recomendación.....	40
Características de los dominios de recomendación en el sistema de lulo en el municipio de Algeciras.....	41
Implementación las opciones tecnológicas en cada dominio	42
Referencias	49



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras, Huila bajo condiciones de exceso hídrico en suelo.....	3
Figura 2. Variables biofísicas del municipio de Algeciras (Huila).	5
Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Algeciras, en el periodo 1980-2011.....	6
Figura 4. Aptitud de suelos para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.	11
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico, en la ventana de análisis febrero-junio.....	14
Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico, en la ventana de análisis agosto-diciembre.....	16
Figura 7. Aptitud agroclimática del municipio de Algeciras para el cultivo de lulo bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis febrero-junio.....	18
Figura 8. Aptitud agroclimática del municipio de Algeciras para el cultivo de lulo bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis agosto-diciembre.....	20
Figura 9. Precipitación, evapotranspiración de referencia y balance hídrico atmosférico en la parcela de integración del sistema productivo de lulo en Algeciras entre agosto de 2015 y marzo de 2016.	23
Figura 10. Balance hídrico agrícola del sistema productivo de lulo en Algeciras entre agosto de 2015 a marzo de 2016.	24



Figura 11. Enfermedades principales en lulo. **A.** Planta afectada por *Sclerotinia sclerotiorum*. **B.** Observación en tallo de masa hifal color blanco de *Sclerotinia sclerotiorum*. **C.** Gota (*Phytophthora infestans*)..... 26

Figura 12. Proceso realización de cirugía para el control de *Sclerotinia sclerotiorum*. **A.** Corte de tejido afectado. **B.** Esparcimiento de pasta cicatrizante. **C.** Resultado: terminación de cirugía. 27

Figura 13. **A.** Daño del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) conocido como “la mona”. **B.** Daño del pasador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). Parcela de integración, sistema productivo de lulo en Algeciras..... 30

Figura 14. **A.** Trampa con feromona la feromona sexual Neolegantol® y solución jabonosa. **B-C.** Captura de adultos machos de *Neoleucinodes elegantalis* en las trampas. Parcela de integración, sistema productivo de lulo en Algeciras. 31

Figura 15. Trampas cromáticas para captura de insectos plaga. **A.** Trampa azul. **B.** Trampa amarilla. **C.** Distribución de trampas. 31

Figura 16. Manejo de coberturas en el sistema productivo de lulo en Algeciras. 39

Figura 17. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 1. 43

Figura 18. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 2. 44

Figura 19. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 3. 45

Figura 20. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 4 47

Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el domino de recomendación 5. 48



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalía de precipitación en el municipio de Algeciras durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011.	7
Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalía de precipitación en el municipio de Algeciras durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.....	8
Tabla 3. Ventanas temporales de análisis para el cultivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico.	11
Tabla 4. Esquema de Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) en la parcela de integración del sistema productivo de lulo.....	25
Tabla 5. Escala utilizada para calificar el grado de incidencia y severidad de enfermedades en lulo.	27
Tabla 6. Esquema de MIP en la parcela de integración del sistema productivo de lulo.....	29
Tabla 7. Escala utilizada para calificar la incidencia y el grado de daño ocasionado por plagas en el sistema productivo de lulo.	31
Tabla 8. Esquema de fertilización para el sistema productivo de lulo (<i>Solanum quitoense Lam.</i>) en Algeciras	33
Tabla 9. Incidencia y severidad promedio de enfermedades en el sistema productivo de lulo en los tratamientos evaluados.	34
Tabla 10. Incidencia y severidad promedio de plagas en el sistema productivo de lulo en los tratamientos evaluados.	35
Tabla 11. Rendimiento del sistema productivo de lulo con y sin manejo integrado de plagas y enfermedades en la parcela de integración en el municipio de Algeciras.....	35



Tabla 12. Rendimiento obtenido por calidades de venta en la parcela de integración de lulo en 10 pases de cosecha en Algeciras.....	36
Tabla 13. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.....	42



INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Agroclimático Integrado (PMAI), construido como concepto novedoso por el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático-Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA), contiene herramientas que soportan la toma de decisiones para enfrentar eventos climáticos limitantes para los sistemas productivos y contribuir así a la reducción de su vulnerabilidad en el mediano y largo plazo. 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 el sistema productivo.

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 productores, e integrar experiencias y conocimientos sobre estrategias de adaptación para enfrentar condiciones limitantes de humedad en el suelo, a escala local. Para el departamento de Huila, el Fondo Adaptación priorizó el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.

El presente documento expone un conjunto de elementos que ayudan a orientar la planificación de acciones para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo en condiciones de déficit hídrico en el suelo en el municipio de Algeciras, en el departamento del Huila.



OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) frente al riesgo agroclimático asociado a condiciones restrictivas de humedad en el suelo en el municipio de Algeciras, Huila, mediante la presentación de herramientas para la toma de decisiones y la gestión de tecnología.

Objetivos específicos

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

Riesgo agroclimático para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras, Huila

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

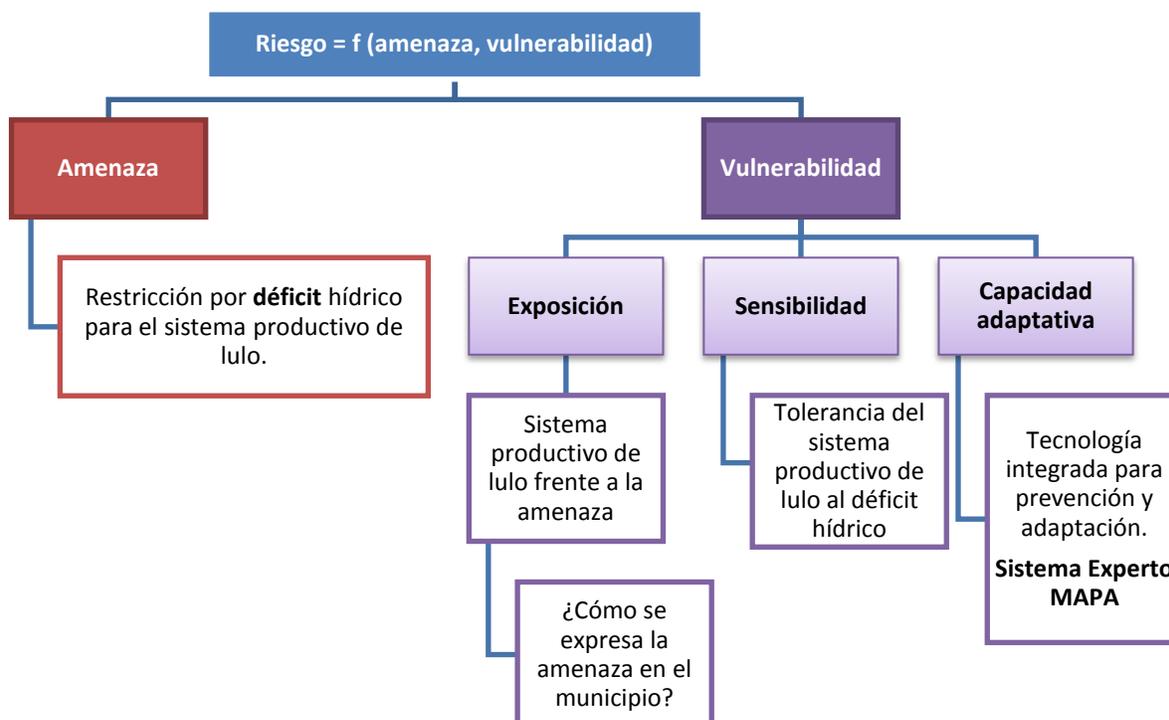


Figura 1. Diagrama conceptual del riesgo agroclimático para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras, Huila bajo condiciones de exceso hídrico en suelo.



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

A escala departamental, es necesario reconocer la expresión de las amenazas derivadas de la variabilidad climática de influencia en el departamento, la cual está dada por variables biofísicas (subzonas hidrográficas) y climáticas (distribución de la precipitación, temperatura promedio, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración [ET₀]).

A escala municipal, el riesgo se puede analizar mediante información cartográfica de las variables biofísicas (subzonas hidrográficas, altitud, paisaje) 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 temperatura, susceptibilidad a exceso 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, consulte el sistema experto (SE) - MAPA

Amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Algeciras

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

Según el levantamiento de información realizado por el proyecto MAPA (Corpoica, 2015a), el municipio de Algeciras está ubicado en la zona hidrográfica del río Neiva, presenta una altitud sobre el nivel del mar que va desde los 1.000 msnm hasta los 3.500 msnm. La

mayor área del municipio se encuentra entre los 1.500 y 2.500 msnm con 41.370 ha, seguido por alturas que oscilan entre 500 y 1.500 msnm 39.286 has, donde predominan zonas de montaña y en menor proporción zonas de piedemonte (Figura 2).

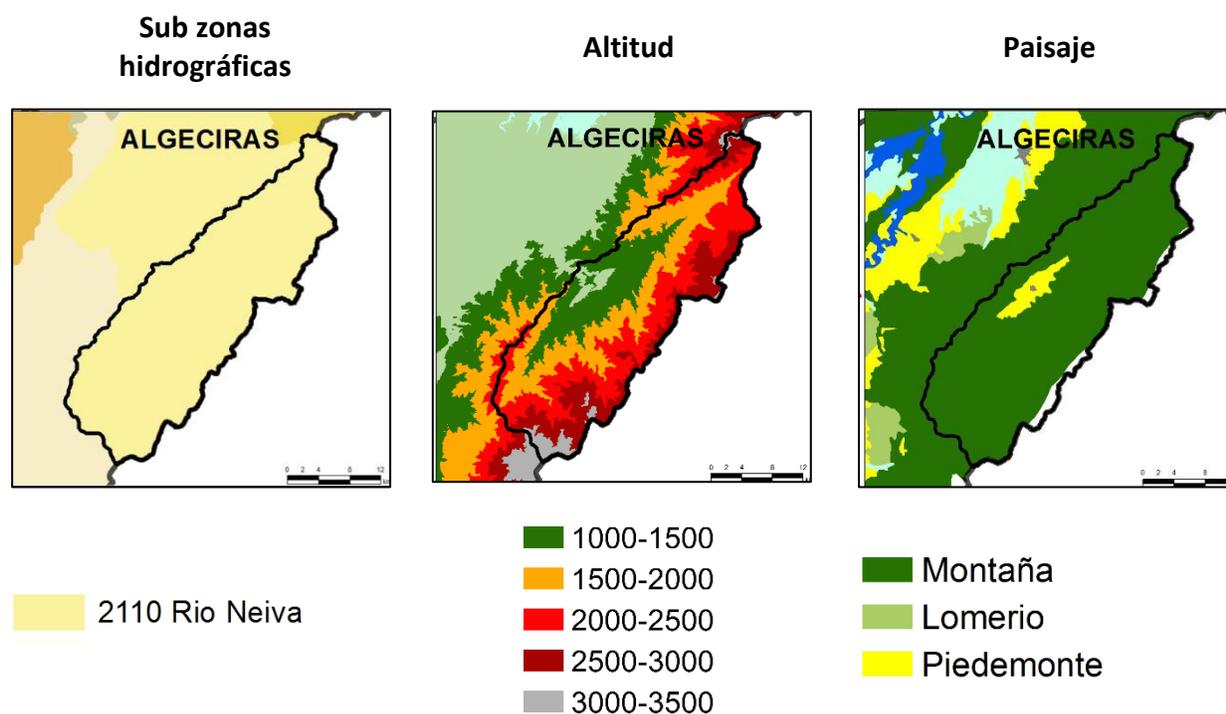


Figura 2. Variables biofísicas del municipio de Algeciras (Huila).
Fuente: Corpoica (2015a).

Lo segundo por revisar son los análisis disponibles de las series climáticas (1980-2011), con el fin de obtener algún grado de previsibilidad sobre la variabilidad climática. En la información empleada para el análisis climático del municipio de Algeciras se destacan:

Precipitación

La Figura 3 muestra la dinámica de precipitación en el municipio de Algeciras (Corpoica, 2015a). La línea verde representa la precipitación promedio multianual (escenario neutro) y las barras rojas y azules indican la precipitación en los años de menor (1992) y mayor precipitación (2011), respectivamente.

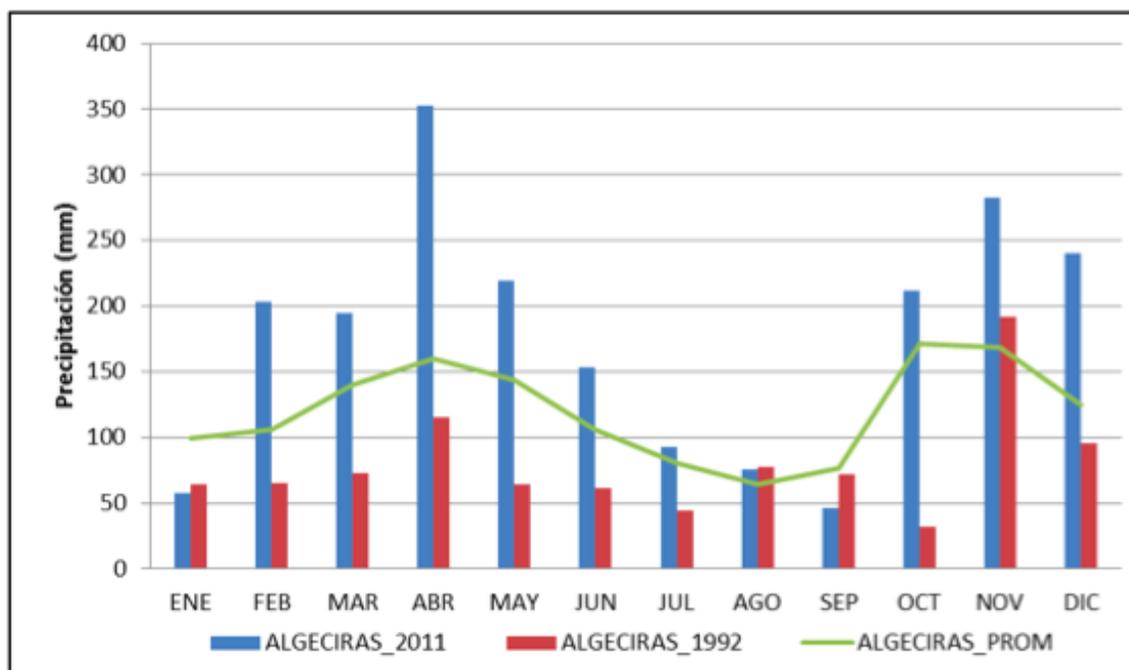


Figura 3. Precipitación en años extremos respecto al promedio histórico en el municipio de Algeciras, en el periodo 1980-2011.

Fuente: Corpoica (2015a)

El promedio de precipitación en el municipio es de 1.440 mm con una distribución bimodal, con dos picos de lluvia en los meses de abril y octubre, con una reducción durante julio y septiembre, siendo los más críticos en términos de disponibilidad de agua para los cultivos.

Se puede observar que en condiciones asociadas a eventos de El Niño, la disminución de las lluvias es generalizada en todos los meses, siendo más fuerte en el mes de octubre. Es decir, que el periodo crítico puede ocurrir en cualquier mes, y este será más crítico si el evento se extiende por varios meses.

Valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y anomalías climáticas en eventos El Niño o La Niña

Permite determinar la intensidad y duración de 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 medida podría aumentar o disminuir la precipitación.
- El valor del ONI¹, el cual indica qué tan fuerte fue El Niño (valores mayores a 0,5) o La Niña (valores menores a -0,5).

Los valores ONI son útiles para visualizar las alertas de ocurrencia de este tipo de fenómenos. 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). Cuando la variación supera valores de +0,5 °C se habla de un evento El Niño y cuando los valores son menores a -0,5°C es un evento La Niña, durante por lo menos cinco meses consecutivos para ambos casos.

En el municipio de Algeciras, se han registrado disminuciones de la precipitación entre el 7 y el 32 %, asociados a eventos El Niño (ONI entre 1,1 y 1,8) y de hasta 28 % asociados a eventos La Niña (ONI -0,7). Las tablas 1 y 2 muestran cómo se han comportado los fenómenos ENSO en los últimos 32 años, información que resulta útil cuando se presenta una alerta de ocurrencia de estos fenómenos (Corpoica, 2015a).

Tabla 1. Duración, valor del ONI y anomalía de precipitación en el municipio de Algeciras durante los eventos La Niña en el periodo 1980-2011.

Inicio	May. 1982	Ago. 1986	May. 1991	May. 1994	May. 1997	May. 2002	Jun. 2004	Ago. 2006	Jul. 2009
Fin	Jun. 1983	Feb. 1988	Jun. 1992	Mar. 1995	May. 1998	Mar. 2003	Feb. 2005	Ene. 2007	Abr. 2010
Duración	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máx. ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Algeciras	0 %	-12 %	-32 %	-10 %	-31 %	-23 %	6 %	-7 %	-8 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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



Tabla 2. Duración, valor del ONI y anomalía de precipitación en el municipio de Algeciras durante los eventos El Niño en el periodo 1980-2011.

La Niña							
Inicio	Oct. 1984	May. 1988	Sep. 1995	Jul. 1998	Oct. 2000	Sep. 2007	Jul. 2010
Fin	Sep. 1985	May. 1989	Mar. 1996	Jun. 2000	Feb. 2001	May. 2008	Abr. 2011
Duración	12	13	7	24	5	9	10
Mín. ONI	-1,1	-1,9	-0,7	-1,6	-0,7	-1,4	-1,4
Algeciras	2 %	12 %	17 %	17 %	-28 %	17 %	57 %

Fuente: Corpoica (2015a).

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

Susceptibilidad del municipio a amenazas climáticas: con la cartografía temática del proyecto MAPA se pueden identificar: la susceptibilidad a exceso hídrico en eventos La Niña, la susceptibilidad a déficit hídrico en eventos El Niño, la susceptibilidad biofísica a inundación, la afectación de la capacidad fotosintética analizada mediante el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), las áreas que se anegan regularmente cuando se presentan eventos de inundación (expansión de cuerpos de agua) y las 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 lulo a amenazas derivadas de la variabilidad climática en el municipio de Algeciras (Huila)

Un sistema productivo se encuentra expuesto a limitaciones por suelo y por las condiciones climáticas y su variabilidad. Esta exposición del sistema productivo varía en el tiempo y de acuerdo con su ubicación en el municipio. Para evaluar la exposición se debe identificar:

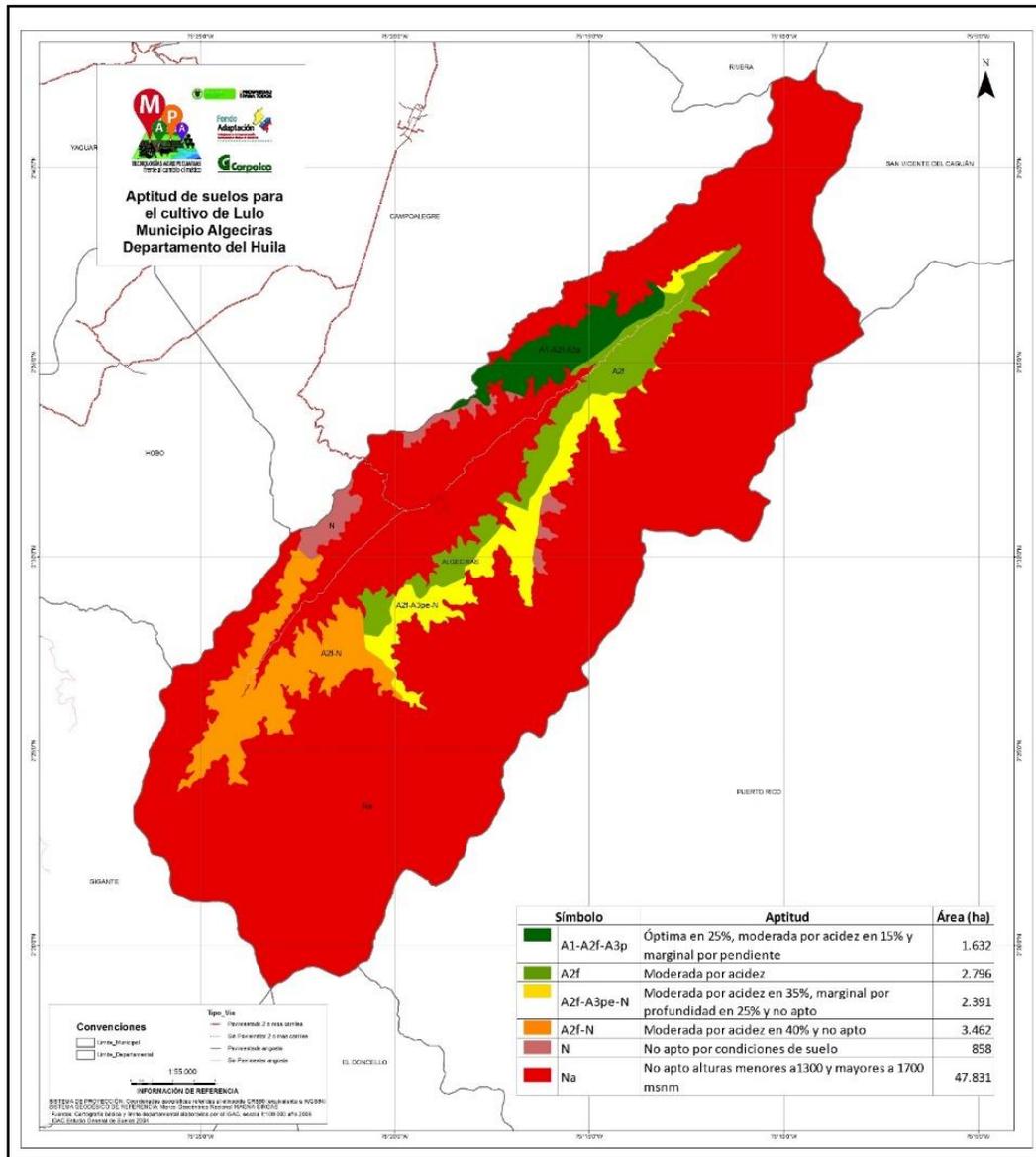
- a. **En el mapa de aptitud de suelos**, las limitaciones de los suelos en el municipio. Se deben tener en cuenta aquellas que pueden manejarse con relativa facilidad (como las características químicas, mediante acondicionamiento o fertilización) y aquellas que no pueden modificarse (altitud, pendientes excesivamente inclinadas, texturas).

En la Figura 4 se presenta el mapa de aptitud de suelos para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras (Corpoica, 2015b). Es importante mencionar que la escala de análisis espacial es 1:100.000.

Para tener en cuenta: de acuerdo con la aptitud de los suelos, el potencial del municipio para el establecimiento del sistema productivo de lulo es bajo. Solo 1.632 ha presentan aptitud óptima en un 25 %, moderada por acidez y marginal por pendiente, siendo esta la unidad de suelos con mejor aptitud.

Con aptitud moderada por acidez, en combinación con aptitud marginal y no apta se encuentra el 14,7 % del municipio (8.649 ha). La principal limitante en suelos No aptos es la altitud, pues de las 51.723 ha con esta característica, el 87 % (47.831 ha) se encuentran ubicadas por debajo de los 1.300 o por encima de los 1.700 msnm. Las restantes fueron descartadas por condiciones de suelo inadecuadas para el cultivo, principalmente por pendiente y profundidad efectiva.

La mayoría de los suelos del municipio de Algeciras presentan limitaciones para el cultivo de lulo, por lo cual es importante desarrollar prácticas de conservación y manejo de la fertilidad.



Símbolo	Aptitud	Área	
		ha	%
A1-A2f-A3p	Óptima en 25 %, moderada por acidez en 15 % y marginal por pendiente	1.632	2,8
A2f	Moderada por acidez	2.796	4,7
A2f-A3pe-N	Moderada por acidez en 35 %, marginal por profundidad en 25 % y no apto	2.391	4,1
A2f-N	Moderada por acidez en 40 % y no apto	3.462	5,9
N	No apto por condiciones de suelo	858	1,5
Na	No apto alturas menores a 1.300 y mayores a 1.700 msnm	47.831	81,1
Total general		58.970	100

Figura 4. Aptitud de suelos para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.

Fuente: Corpoica (2015b).

- b. **En los mapas de escenarios agroclimáticos (Corpoica, 2015b):** con base en el cálculo del índice de severidad de sequía Palmer² (Palmer, 1965), según los meses y etapa fenológica de referencia (Tabla 3), en las figura 5 y 6 se presentan las probabilidades de déficit hídrico del suelo en dos ventanas de análisis: febrero-junio y agosto-diciembre.

Tabla 3. Ventanas temporales de análisis para el cultivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico.

Descripción o Etapa fenológica	Ventana de análisis I					Ventana de análisis II				
	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Trasplante										
Crecimiento vegetativo										
Floración										
Fructificación										
Recolección										
Picos de cosecha										

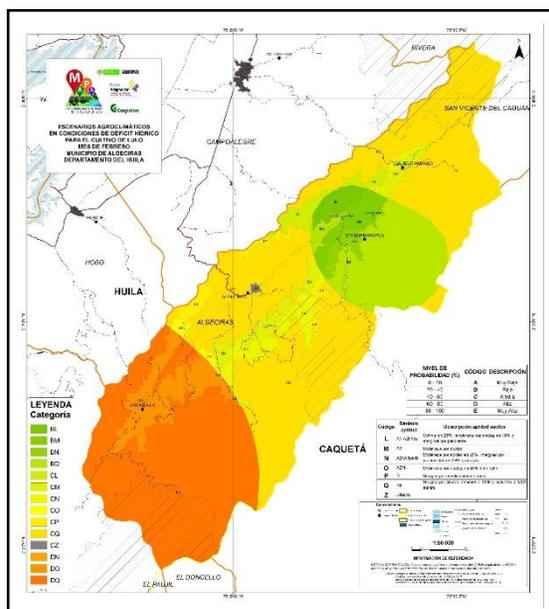
Fuente: Corpoica (2015b).

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

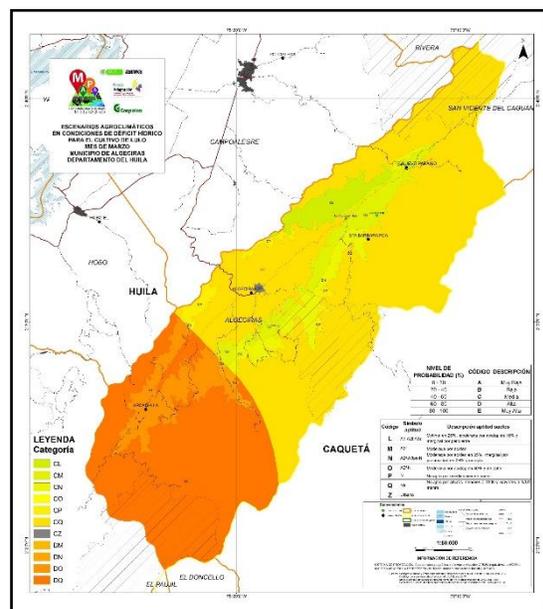
Ventana febrero-junio: la zona más crítica bajo condiciones de déficit hídrico es el sur del municipio (veredas Santa Clara Alto y Bajo, La Laguna, Alto Cielo, San José Bajo, La Esperanza, La Argelia, El Toro, Santuario, El Bosque, El Reflejo, San José, San Antonio, Andes bajos, Quebradón Sur, Santa Lucía, La Danta). En esta zona hay altas probabilidades (> 60 %) de deficiencias hídricas en el suelo (principalmente en febrero, marzo y junio) que limitan el cultivo en fases de trasplante, crecimiento vegetativo, floración y formación de frutos (Figura 5).

Ventana agosto – diciembre: también hacia el sur del municipio (veredas Santa Clara Alto y Bajo, La Laguna, Alto Cielo, San José Bajo, La Esperanza, La Argelia, El Toro, Santuario, El Bosque, El Reflejo, San José y San Antonio) hay altas probabilidades (> 60 %) de deficiencias hídricas en el suelo (principalmente en agosto, septiembre, octubre y diciembre, lo que indica que este sector puede presentar restricciones para el cultivo (Figura 6).

Febrero



Marzo



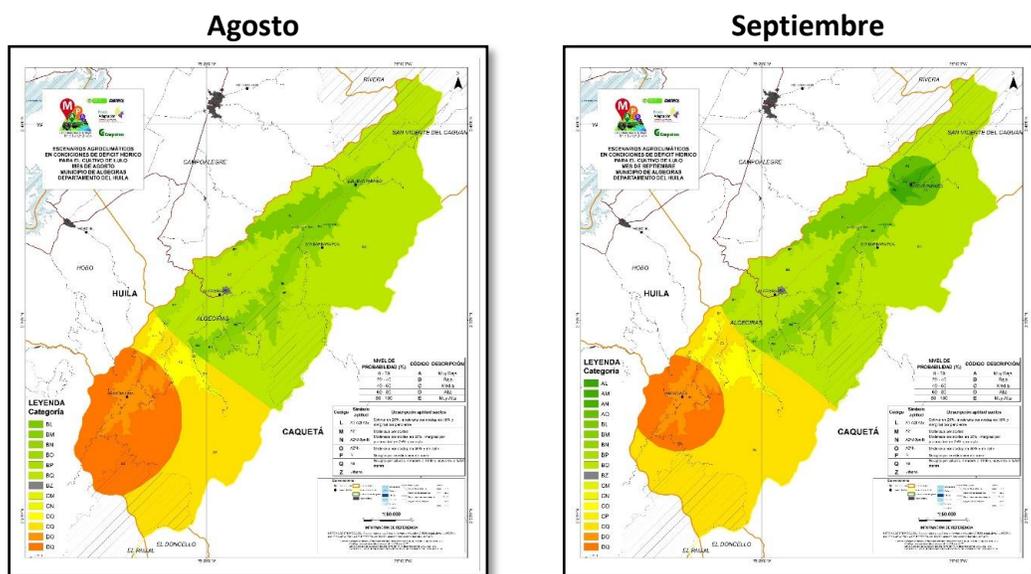
Probabilidad de déficit hídrico en suelo	Código	Descripción
0-20	A	Muy baja
20-40	B	Baja
40-60	C	Media
60-80	D	Alta
80-100	E	Muy alta

■	AL
■	AM
■	AN
■	AQ
■	BL
■	BM
■	BN
■	BP
■	BQ
■	BZ
■	CM
■	CN
■	CO
■	CP
■	CQ
■	DO
■	DQ

Código	Símbolo de la aptitud	Descripción de la aptitud de los suelos
L	A1-A2f-A3p	Óptima (25 %), moderada por acidez (15 %) y marginal por pendiente.
M	A2f	Moderada por acidez.
N	A2f-A3p-N	Moderada por acidez (35 %), marginal por profundidad (25 %).
O	A2f-N	Moderada por acidez (40 %) y No apto.
P	N	No apto por condiciones de suelo.
Q	Na	No apto por altitudes menores a 1.300 y mayores a 1.700 m.
Z		Urbano

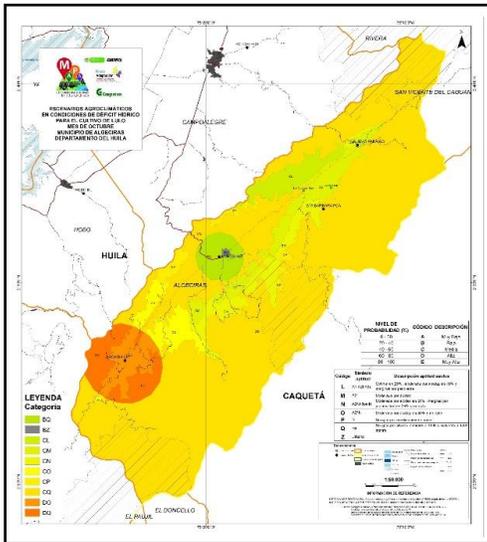
Figura 5. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico, en la ventana de análisis febrero-junio.

Fuente: Corpoica (2015b).

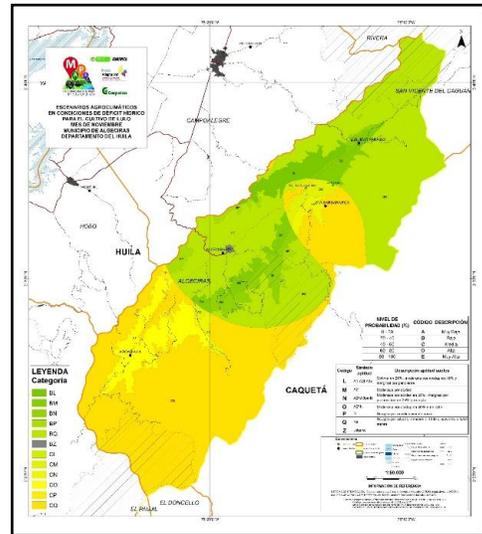




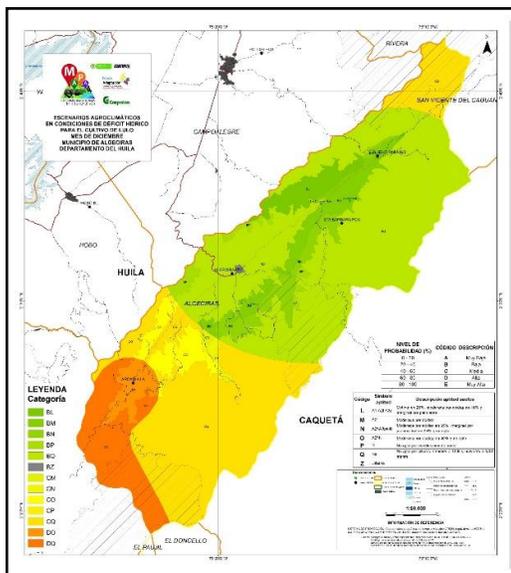
Octubre



Noviembre



Diciembre





Probabilidad de déficit hídrico en suelo	Código	Descripción
0-20	A	Muy baja
20-40	B	Baja
40-60	C	Media
60-80	D	Alta
80-100	E	Muy alta

AL	
AM	BZ
AN	CM
AQ	CN
BL	CO
BM	CP
BN	CQ
BP	DO
BQ	DQ

Código	Símbolo de la aptitud	Descripción de la aptitud de los suelos
L	A1-A2f-A3p	Óptima (25 %), moderada por acidez (15 %) y marginal por pendiente.
M	A2f	Moderada por acidez.
N	A2f-A3p-N	Moderada por acidez (35 %), marginal por profundidad (25 %).
O	A2f-N	Moderada por acidez (40 %) y No apto.
P	N	No apto por condiciones de suelo.
Q	Na	No apto por altitudes menores a 1.300 y mayores a 1.700 m.
Z		Urbano

Figura 6. Escenarios agroclimáticos mensuales para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras bajo condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico, en la ventana de análisis agosto-diciembre.

Fuente: Corpoica (2015b).

Los mapas de escenarios agroclimáticos indican las áreas con menor y mayor probabilidad de presentar limitaciones de humedad en el suelo para el sistema productivo en una ventana de análisis. Cada mapa corresponde a un mes en el cual se presenta una etapa fenológica específica de acuerdo con los calendarios fenológicos locales. Sin embargo, deben entenderse solo como un marco de

Zonas del municipio de Algeciras con mayor y menor riesgo de pérdida productiva para el sistema productivo de lulo

Los mapas de aptitud agroclimática del municipio de Algeciras para el sistema productivo de lulo, en las dos ventanas de análisis, se presentan en las figuras 7 y 8. Estos integran el análisis de exposición a déficit hídrico y la aptitud de los suelos para el sistema productivo.



Bajo condiciones de humedad en el suelo restrictiva por déficit hídrico para el cultivo de lulo, se identificaron las siguientes categorías (Corpoica, 2015b).

En la ventana febrero-junio:

- **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos:** que ocupa aproximadamente el 11,2 % (6.629 ha) del área total del municipio (58.970 ha), y se ubica hacia el centro y norte del municipio. Son suelos con limitaciones moderadas por acidez, pendiente y profundidad efectiva. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en el suelo es < 60 % en la mayoría de los meses de la ventana de análisis, siendo menor al 40 % en mayo y junio (Figura 7).
- **Áreas con suelos óptimos o con leves restricciones y alta exposición a deficiencias hídricas:** aproximadamente 0,3 % (190 ha) del municipio. Son suelos con limitaciones moderadas por acidez, pendiente y profundidad, y probabilidad de déficit hídrico en el suelo para el cultivo > 60 % en febrero y marzo, meses en los que se realiza trasplante, hay crecimiento vegetativo, floración principal y formación de frutos. Hay mayor amenaza de disminución de rendimientos debido a los impactos sobre la fisiología de la planta que pueden ocasionar las altas probabilidades de deficiencias hídricas.
- **Áreas con suelos no aptos:** ocupa aproximadamente el 52,3 % (30.841 ha) del área total del municipio; se ubica hacia el centro y norte del municipio.
- **Área con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico:** ocupa aproximadamente el 36,1 % (21.310 ha) del área total del municipio; se ubica hacia el sur del municipio.

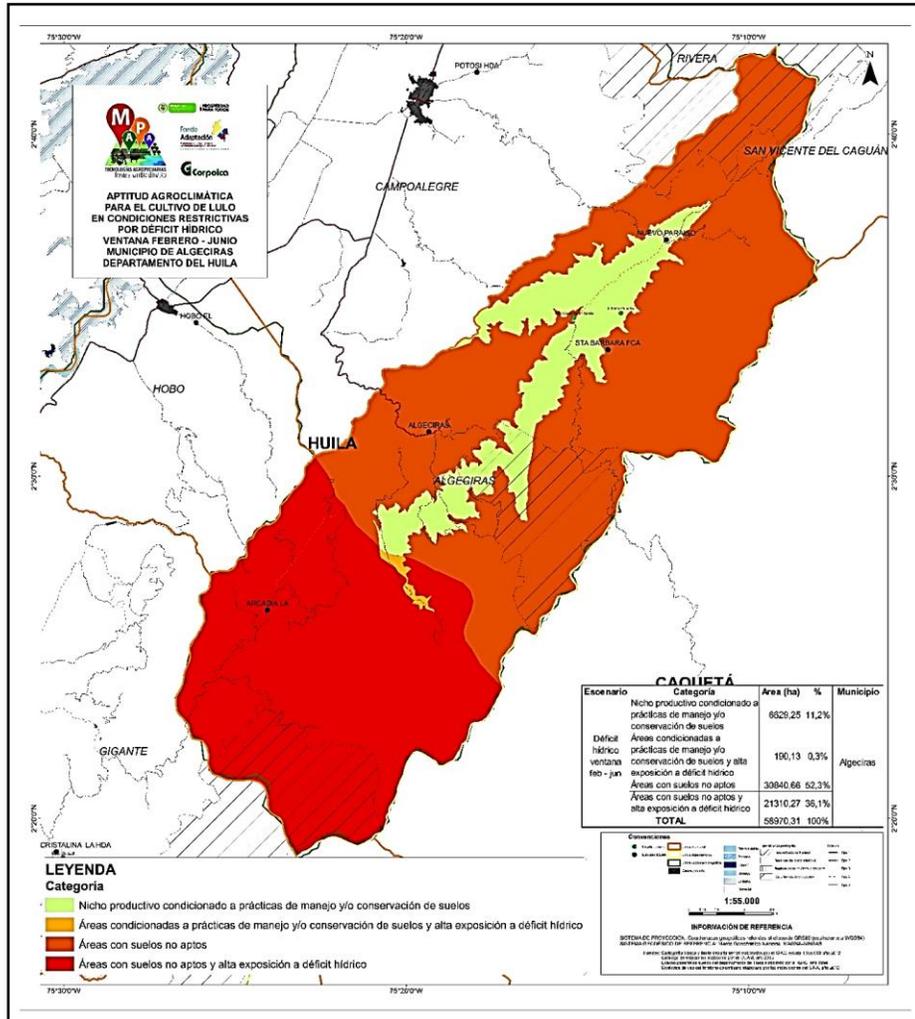


Figura 7. Aptitud agroclimática del municipio de Algeciras para el cultivo de lulo bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis febrero-junio.
 Fuente: Corpoica (2015b).

En la ventana agosto-diciembre:

- **Nichos productivos condicionados a prácticas de manejo y conservación de suelos:** ocupa aproximadamente el 11,6 % (6.840 ha) del área total del municipio (58.970 ha), y se ubica hacia el centro y norte del municipio. Son áreas con suelos con limitaciones



moderadas por acidez, pendiente y profundidad efectiva. La probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico en el suelo para el cultivo es < 40 % en la mayoría de los meses de esta ventana de análisis (Figura 8).

- **Áreas con suelos no aptos:** ocupa aproximadamente el 72 % (42.458 ha) del área total del municipio en zonas del sur, centro y noroccidente del municipio. Son áreas limitadas, mayormente, por altitud (< 1.300-> 1.700 msnm), además de pendientes y profundidad. Son áreas no recomendadas para el sistema productivo de lulo.
- **Área con suelos no aptos y alta exposición a exceso hídrico:** ocupa aproximadamente el 16,4 % (9.672 ha) del municipio, y están ubicados hacia el sur occidente del municipio. Son áreas no recomendadas para el sistema productivo de lulo dadas las fuertes limitaciones por altitud, pendientes, profundidad efectiva y probabilidades > 60 % de deficiencias hídricas durante todos los meses analizados.

Adicional a las limitaciones en la fisiología del cultivo, existen otras limitaciones asociadas al déficit hídrico en suelo. Dentro de estas limitantes están la acción de plagas y enfermedades, las cuales comprometen la supervivencia y productividad del cultivo.

Algunas de estas limitantes pueden manejarse mediante prácticas agronómicas encaminadas dentro de un Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) a escala local, y también a través de infraestructura de riego y selección de materiales tolerantes a déficit hídrico, plagas y enfermedades.

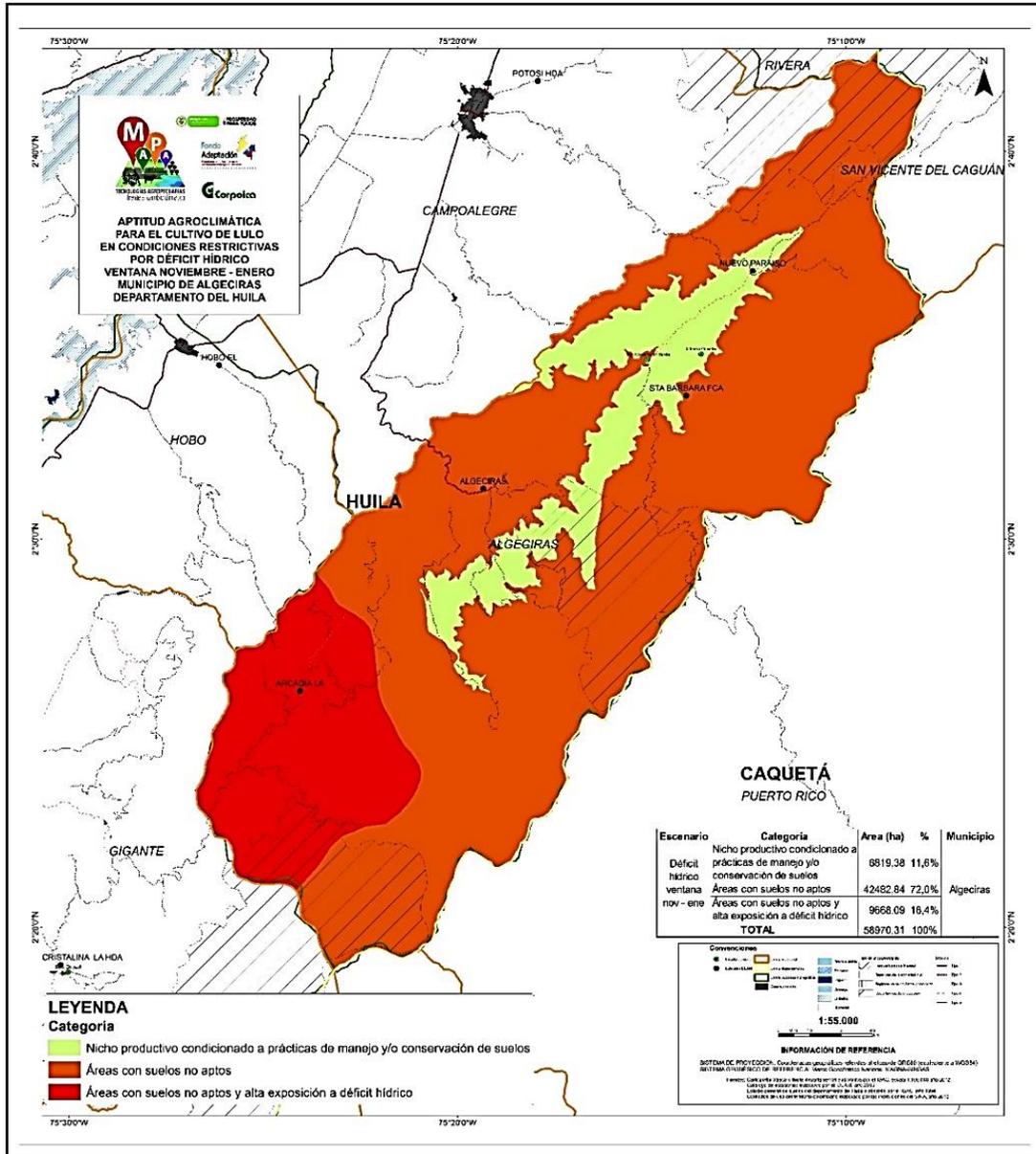


Figura 8. Aptitud agroclimática del municipio de Algeciras para el cultivo de lulo bajo condiciones de humedad en el suelo restrictivas por déficit hídrico, en la ventana de análisis agosto-diciembre. Fuente: Corpoica (2015b).



Para mayor información sobre aptitud agroclimática del sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras (Huila), consulte el SE-MAPA

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

Información agroclimática: la información climática puede emplearse para tomar decisiones en la planificación agropecuaria, identificar riesgos asociados, relacionar diferentes sistemas productivos con 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 en el manejo de sistemas productivos. La *Guía de Prácticas Agrometeorológicas* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) indica que la información que debe proporcionarse a los productores agropecuarios para mejorar la toma de decisiones es la siguiente:

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



El registro de datos meteorológicos en finca busca conformar una base de datos agrometeorológicos (temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa y radiación) a escala diaria. Estas variables pueden analizarse durante el ciclo del sistema productivo y principalmente en etapas fenológicas críticas, y relacionarse con las exigencias climáticas del sistema productivo, las necesidades hídricas, el manejo fitosanitario y los rendimientos³.

Sección 2: Prácticas se pueden implementar para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo ante condiciones de déficit hídrico del suelo en el municipio de Algeciras, Huila

En esta sección se presentan recomendaciones sobre opciones tecnológicas integradas con potencial para reducir los efectos que el déficit hídrico en el suelo tiene sobre el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.

Algunas de estas opciones tecnológicas fueron validadas en una parcela de integración entre agosto de 2015 y marzo de 2016, época en la cual se presentaron condiciones de déficit hídrico atmosférico. En la Figura 9, se observa que la evapotranspiración de referencia (ET_0) fue mayor a la precipitación en la mayor parte del período de evaluación, lo que indica condición de déficit hídrico atmosférico diario.

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

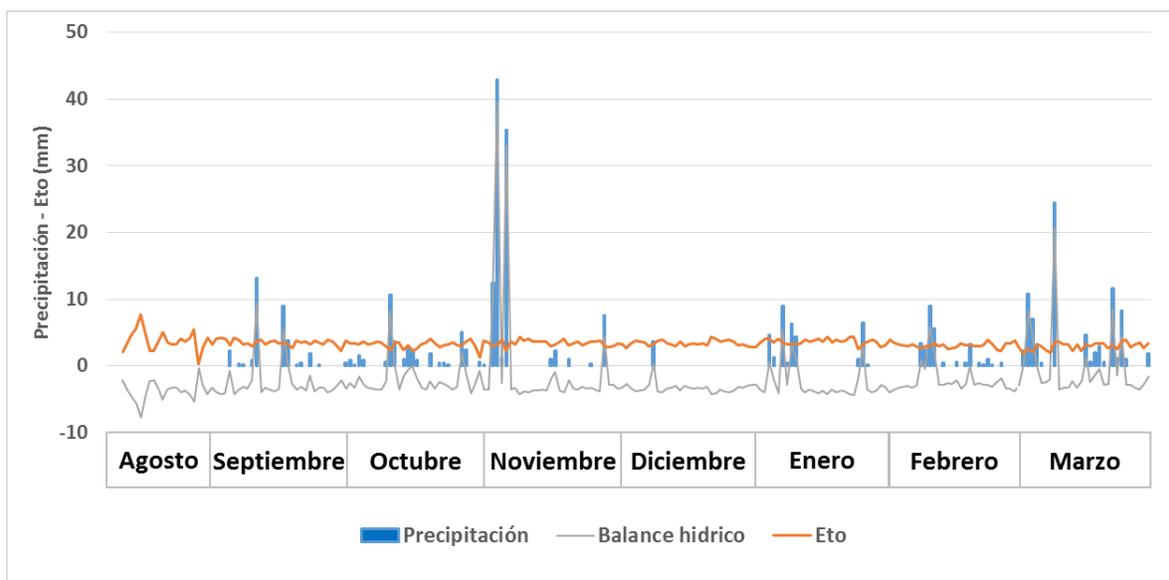


Figura 9. Precipitación, evapotranspiración de referencia y balance hídrico atmosférico en la parcela de integración del sistema productivo de lulo en Algeciras entre agosto de 2015 y marzo de 2016.

En la Figura 10 se describe la dinámica del agua en el suelo durante el período de evaluación en el sistema productivo de lulo. Se observa que los períodos en los cuales se presentó déficit hídrico atmosférico coinciden con el registro de déficit hídrico agrícola, en el cual se observa que la lámina de agotamiento en la zona de raíces (Dr: agua que se extrae del suelo) es mayor que el agua fácilmente aprovechable (AFA: agua disponible para las plantas) durante la mayor parte del periodo de evaluación (agosto de 2015 a marzo de 2016). Este comportamiento indica que, durante la mayor parte del desarrollo de la validación, se presentaron condiciones de déficit hídrico en el suelo.

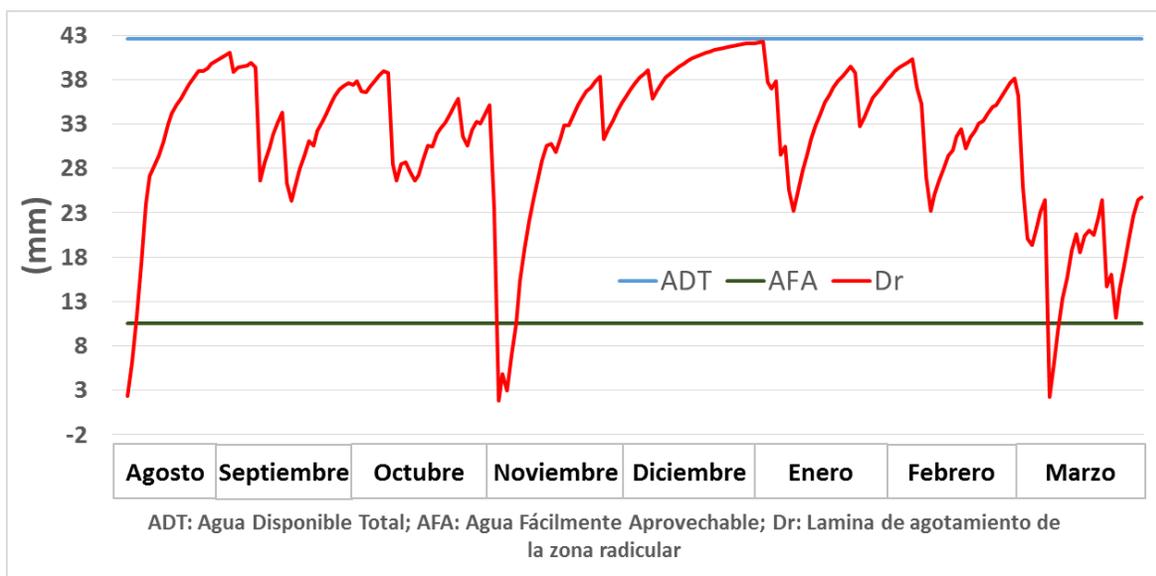


Figura 10. Balance hídrico agrícola del sistema productivo de lulo en Algeciras entre agosto de 2015 a marzo de 2016.

Producto de este ejercicio se presentan las recomendaciones para implementar opciones tecnológicas integradas, con el fin de generar capacidad adaptativa en el sistema productivo de lulo en Algeciras:

1. Manejo Integrado de Enfermedades (MIE)

Uno de los limitantes en el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras es la incidencia de enfermedades, principalmente pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*) y gota (*Phytophthora infestans*) (Corpoica, 2014).

El manejo integrado de enfermedades se basa, además de las acciones de prevención, en la identificación de estados iniciales de la enfermedad y acciones de control. Un esquema de MIE, validado en la parcela de integración, se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Esquema de Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) en la parcela de integración del sistema productivo de lulo.

Enfermedad	Gota (<i>Phytophthora infestans</i>)	Pudrición algodonosa (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)
Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección de herramientas con hipoclorito de sodio al 5 %. • Desinfección de botas con cal viva a la entrada y salida del lote. • Podas sanitarias para eliminar follaje afectado. • Aplicación con brocha, después de las podas, de 2 g/l de Mancozeb después de las podas o complejo de yodo polietoxi-polipropoxi en una mezcla de 5 (ingrediente activo) :1 (agua). 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección de herramientas con hipoclorito de sodio al 5 %. • Desinfección de botas con cal viva a la entrada y salida del lote.
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de hojas, cojines florales, frutos y tallo con el fin de encontrar síntomas asociados a la enfermedad; en las hojas se observan lesiones irregulares de color chocolate con halo amarillo; en los frutos, hundimientos del tejido con lesiones de apariencia aceitosa (figura 11). • Con una frecuencia de cada ocho días. • Muestreo entre el 5-10 % de las plantas siguiendo una trayectoria al azar. • Toma del porcentaje de severidad según escala (tabla 5), la cual sirve para evaluar visualmente el tejido afectado y cuantificar el daño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento a cada planta para revisar la base del tallo y las ramas e identificar lesiones de color marrón, que en estados avanzados son cubiertas por una masa hifal de color blanco similar a una mota de algodón (figura 11). • Con una frecuencia de cada ocho días. • Muestreo entre el 5-10 % de las plantas siguiendo una trayectoria al azar. • Toma del porcentaje de severidad según escala (tabla 5), la cual sirve para evaluar visualmente el tejido afectado y cuantificar el daño.
Control	<ul style="list-style-type: none"> • Podas de órganos afectados, luego los peciolos de las hojas son cubiertos, por medio de un pincel, con pasta cicatrizante, fungicida, bactericida y fosetyl aluminio. • El material contaminado debe ser 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la parte de la planta afectada. • Realizar una cirugía en el área afectada y adyacente hasta encontrar tejido aparentemente sano (tejido blanco) (figura 12),

	<p>dispuesto en bolsas fuera del lote en un lugar donde no se encuentren cultivos de lulo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deposita el material afectado en una calicata con cal y suelo. • Realizar aplicaciones químicas semanales a base de fosetyl de aluminio 1,5 g/l agua, compuesto recomendado para el control de Oomycetos y con rotación de: Metalaxyl + Mancozeb 2 g/L, Azoxistrobin + Difenconazol 1,5 cc/L, Mandipropamida 1 cc/L y Clorotalonil 1,5 cc/L. 	<p>luego, la herida se cubre con una pasta cicatrizante a base de fungicidas sistémicos curativos y a base de cobre en una mezcla de Metalaxyl + Mancozeb, Tiabendazol y Oxicloruro de cobre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El material contaminado debe ser dispuesto en bolsas fuera del lote en un lugar donde no se encuentren cultivos de lulo. Se deposita el material afectado en una calicata con cal y suelo. • No se recomienda hacer resiembra por un período de 6 meses.
--	---	---

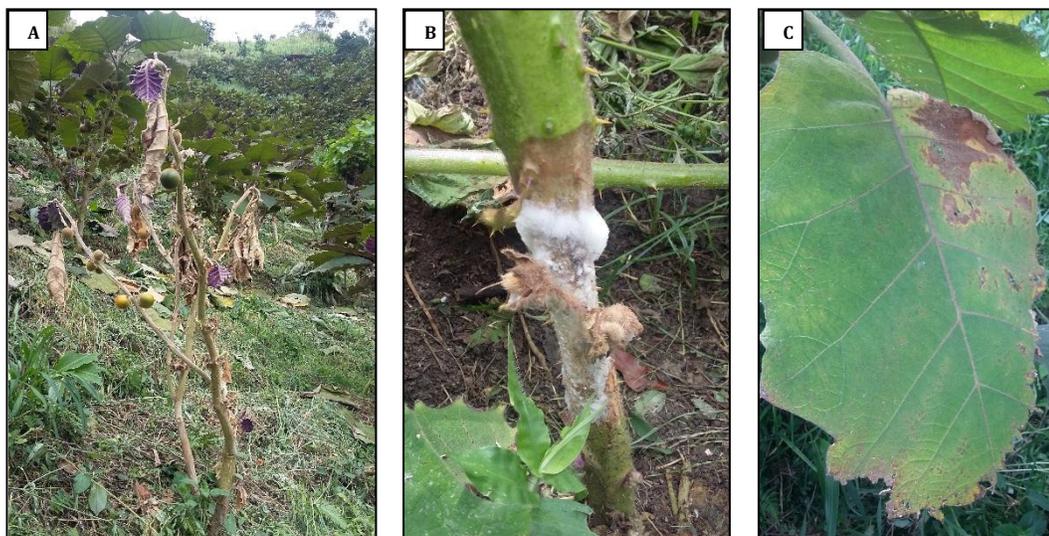


Figura 11. Enfermedades principales en lulo. **A.** Planta afectada por *Sclerotinia sclerotiorum*. **B.** Observación en tallo de masa hifal color blanco de *Sclerotinia sclerotiorum*. **C.** Gota (*Phytophthora infestans*).



Figura 12. Proceso realización de cirugía para el control de *Sclerotinia sclerotiorum*. **A.** Corte de tejido afectado. **B.** Esparcimiento de pasta cicatrizante. **C.** Resultado: terminación de cirugía.

Tabla 5. Escala utilizada para calificar el grado de incidencia y severidad de enfermedades en lulo.

Grado	Descripción	Nivel de severidad
G1	Excepcional	Planta sana
G2	Leve	Planta afectada entre 0,01-20 %
G3	Moderado	Planta afectada entre 21-50 %
G4	Elevado	Planta afectada en más del 50 %

Fuente: adaptado de Botero (2001) y Corpoica (2007)

Con los datos de grado de severidad se puede calcular el índice ponderado de severidad (IPS) (el cual es un indicador del nivel de año a nivel de población) para cada una de las enfermedades del sistema productivo de lulo. Se calcula con la siguiente ecuación:



$$\text{Índice ponderado de severidad (IPS)} = \frac{\text{suma de (\% plantas en cada grado} \times \text{grado respectivo)}}{100}$$

$$\% \text{ plantas en grado 1: } \frac{\text{Numero de plantas grado 1}}{\text{Numero total de plantas}} * 100 \quad \% \text{ plantas grado 1: } \frac{11}{15} * 100 = 73,33$$

$$\% \text{ plantas en grado 2: } \frac{\text{Numero de plantas grado 2}}{\text{Numero total de plantas}} * 100 \quad \% \text{ plantas grado 2: } \frac{3}{15} * 100 = 20$$

$$\% \text{ plantas en grado 3: } \frac{\text{Numero de plantas grado 3}}{\text{Numero total de plantas}} * 100 \quad \% \text{ plantas grado 3: } \frac{1}{15} * 100 = 6,66$$

$$\% \text{ plantas en grado 4: } \frac{\text{Numero de plantas grado 4}}{\text{Numero total de hojas}} * 100 \quad \% \text{ plantas grado 4: } \frac{0}{15} * 100 = 0$$

$$\text{índice ponderado de severidad (IPS)} = \frac{(73,33*1)+(20*2)+(6,66*4)+(0*5)}{100} = 1,1$$

Cuando el índice ponderado de severidad alcance un valor de 2 se deben ejercer acciones de control, como se expuso en la Tabla 4.

Algunas de las recomendaciones generales para manejo integrado de enfermedades son:

- Selección de material sano y libre de malformaciones de raíces.
- Utilizar material con tolerancia a enfermedades.
- Capacitación al personal de campo en la identificación de síntomas iniciales.
- En caso de patógenos de suelo, realizar solarización.
- Intensificar los monitoreos y controles en épocas de lluvias y humedades relativas superiores al 80 %.
- Realizar drenajes y evitar sitios de encharcamiento de agua.
- Realizar incorporación de hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* y *Paecilomyces lilacinus*.

2. Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas recomendado, de acuerdo a las condiciones de validación, se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Esquema de MIP en la parcela de integración del sistema productivo de lulo.

Plaga	Pasador del fruto (<i>Neoleucinodes elegantalis</i>)	Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)	Trips (<i>Thrips sp.</i>)
Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de la deposición del insecto sobre los frutos (figura 13). • Recolección y destrucción de frutos afectados. • Uso de la feromona sexual Neoelegantol® Agroecológica Platom C.A., atrayente de machos del pasador, puestas en botellas plásticas con solución jabonosa en su inferior (figura 14). 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación del daño principalmente en los tallos, el cual se presenta como una raspadura, conocido también como “la mona” (figura 13). • Cuando el daño es severo se observan las raspaduras en el tercio superior de la planta. También se realiza la observación en nervaduras de hojas y cojines florales. • Fertilización balanceada y oportuna. • Podas sanitarias de tallos y hojas afectadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podas sanitarias. • Control oportuno de arvenses. • Fertilización balanceada y oportuna. • Instalación de trampas plásticas cromáticas para trips de color azul y amarillo impregnadas de biotrampa® o aceite quemado de motor (figura 15).
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Con una frecuencia de cada ocho días. • Muestreo a 15 plantas por lote siguiendo una trayectoria al azar. • Toma de la incidencia y porcentaje de daño. • Revisar aparición de perforaciones o pudrición del fruto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con una frecuencia de cada ocho días. • Muestreo a 15 plantas por lote siguiendo una trayectoria al azar. • Toma de la incidencia y porcentaje de daño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con una frecuencia de cada ocho días. • Muestreo a 15 plantas. • Siguiendo una trayectoria al azar. • Toma de porcentaje de daño e incidencia.

<p>Control</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones de acuerdo con los monitoreos con Flubendiamide 50 cc/200L en rotación con Deltametrina 1 cc/L, Triclorforon 2g/L y Bifenthrin 1,5 cc/L. • Cuando la población es muy severa, aplicar Tiametoxam 1 cc/L en rotación con Cipermetrina 1,2 cc/L. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones con el siguiente orden de mezcla: Aceite agrícola 2 cc/L, abamectina 2 cc/L de agua y spiromesifen 1 cc/L. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de extractos vegetales como el ajo y ají en dosis de 2cc/L agua. • Aplicaciones de acuerdo con los monitoreos con fipronil 1 cc/L en rotación con imidacloprid 1,5 cc/L.
-----------------------	--	---	--

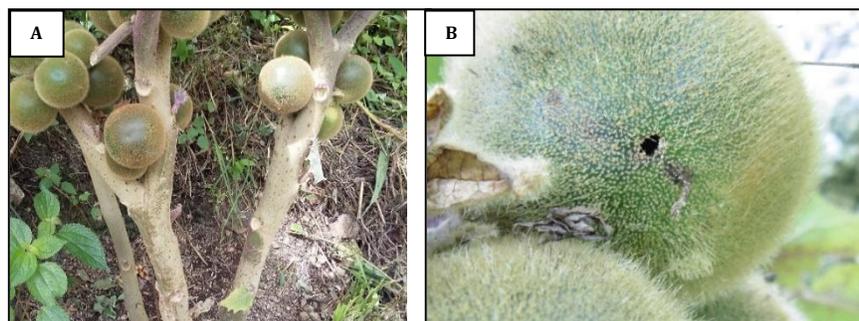


Figura 13. A. Daño del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) conocido como “la mona”. **B.** Daño del pasador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). Parcela de integración, sistema productivo de lulo en Algeciras.

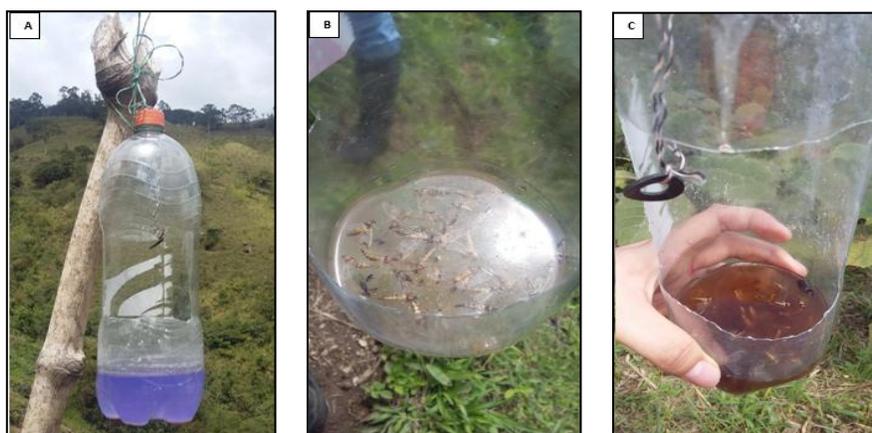


Figura 14. A. Trampa con feromona la feromona sexual Neolegantol® y solución jabonosa. B-C. Captura de adultos machos de *Neoleucinodes elegantalis* en las trampas. Parcela de integración, sistema productivo de lulo en Algeciras.



Figura 15. Trampas cromáticas para captura de insectos plaga. A. Trampa azul. B. Trampa amarilla. C. Distribución de trampas.

Tabla 7. Escala utilizada para calificar la incidencia y el grado de daño ocasionado por plagas en el sistema productivo de lulo.

Grado	Descripción	Grado de daño
G1	Excepcional	Planta sana
G2	Leve	Planta afectada entre 0,01-20 %
G3	Moderado	Planta afectada entre 21-50 %
G4	Elevado	Planta afectada en más del 50 %

Fuente: adaptado de Botero (2001) y Corpoica (2007)



Al igual que con la severidad de enfermedades, para el caso de plagas se puede calcular el índice ponderado de daño (IPD) utilizando la metodología descrita anteriormente, con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice ponderado de daño (IPD)} = \frac{\text{suma de (\% plantas en cada grado*grado respectivo)}}{100}$$

3. Manejo de la fertilización dentro del MIPE

La nutrición de las plantas es un factor determinante en el MIPE (Hellal y Abdelhamid, 2013), considerando que un adecuado balance entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la demanda nutricional de las plantas, contribuye en la dinámica trofobiótica del sistema productivo (Feldhaar, 2014; Chaboussou, 1967). Para tal fin, es importante planificar un manejo de fertilización teniendo en cuenta la demanda nutricional del cultivo y las recomendaciones de los resultados del análisis

Según Corpoica (1999), algunos factores a considerar en la fertilización del lulo son:

- Requerimiento aproximado de 100 kg.ha⁻¹ de N, 230 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 156 kg.ha⁻¹ de K₂O. En suelos con pH inferior a 5,2, es necesario adicionar cal dolomita (400 g/planta) durante todo el periodo de vida del cultivo.
- Es importante aplicar micronutrientes con altos contenidos de boro, dos veces al año.
- Las plantas responden bien a la aplicación de fertilizantes foliares, por lo cual es una buena alternativa frente a condiciones restrictivas de humedad en suelo.
- Se puede incorporar materia orgánica una vez al año, en dosis definidas de acuerdo con el análisis de suelo.

En la Tabla 8 se presenta un esquema de fertilización, que puede ser tomado como referencia, pero que debe ser ajustado de acuerdo con las condiciones particulares de cada sistema productivo.



Tabla 8. Esquema de fertilización para el sistema productivo de lulo (*Solanum quitoense Lam.*) en Algeciras

Fase	Fuente	Dosis
Siembra o trasplante	DAP (fosfato diamónico) Agrimins (elementos menores)	90 g/planta (80 % = 72 g de DAP + 20 % = 28 g de Agrimins).
Fase vegetativa (4-5 mes)	DAP (fosfato diamónico) Agrimins (micronutrientes) 10-30-10.	110 g/planta (50 % = 55 g DAP + 20 % = 22 g Agrimins + 30 % = 33 g 10-30-10). Aplicación 1 mes ddt. Se aumentan 15 g de la mezcla en la fertilización edáfica mensual.
Fase reproductiva	17-6-18-2. Agrimins (Elementos menores)	200 g/planta (80 % = 160 g 17-6-18-2 + 20 % = 40 g de Agrimins). Aplicación al quinto mes o al inicio de la floración. Se aumentan 15 g por cada fertilización mensual. Cuando se llegue a la dosis de 260 g/planta, se continúa con esta dosis hasta el final del ciclo del cultivo.

El manejo integrado de enfermedades se debe basar en la identificación temprana de síntomas, la recolección de material infectado y la eliminación fuera del lote, se deben monitorear las condiciones climáticas para determinar la frecuencia de monitoreo y control.

Ventajas comparativas de las opciones tecnológicas

Las ventajas comparativas están presentadas en una condición restrictiva de humedad en suelo. Las opciones tecnológicas descritas anteriormente son un marco general de referencia, validadas en un *Nicho productivo condicionado a prácticas de manejo y conservación de suelos*, y deben ser ajustadas para cada sistema productivo de acuerdo con la aptitud agroclimática del municipio.

El MIE y MIP fueron validados en un sistema productivo de lulo de castilla de un año de establecido, y se comparó con el esquema de manejo convencional a nivel local, basado únicamente en control con productos de síntesis química en mezcla y con programación calendario sin considerar el manejo preventivo ni seguimiento técnico programado. Los ingredientes activos más empleados son clorotalonil, furadan y



Incidencia y severidad de enfermedades

Con la implementación de las prácticas de prevención, seguimiento (monitoreo) y control mencionadas, la incidencia de pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*) puede ser inferior al 10 %, mientras que con manejo convencional sin criterios técnicos la incidencia puede superar el 60 %. También se encuentran diferencias respecto a la severidad (Tabla 9).

Aunque la incidencia de gota (*Phytophthora infestans*) es similar entre los dos esquemas de manejo, si se encuentran diferencias respecto a la severidad.

Tabla 9. Incidencia y severidad promedio de enfermedades en el sistema productivo de lulo en los tratamientos evaluados.

Enfermedad	Esquema de manejo	Incidencia (%)	Severidad				IPS
			G1	G2	G3	G4	
Pudrición algodonosa	Con MIE	7,2	92,8	5,5	1,7	0,0	1,1
	Sin MIE	66,2	33,6	27,4	26,6	12,2	2,2
Gota	Con MIE	88,3	11,7	51,7	25,3	11,3	2,4
	Sin MIE	96,5	3,5	25,7	52,4	18,4	2,9

Incidencia y daño de plagas

Las condiciones de déficit hídrico durante la evaluación acentuaron la presencia y daño de los insectos plaga. Para las tres plagas objeto del Manejo Integrado de Plagas (MIP), se observa reducción en la incidencia y grado de daño (Tabla 10).

Sin la implementación del MIP la mayor afectación se da por el ataque del *Pasador del fruto* (incidencia del 98 % y daño de 2,8), mientras que con MIP es la que menor daño genera (incidencia del 65 % y daño de 2,0).

Tabla 10. Incidencia y severidad promedio de plagas en el sistema productivo de lulo en los tratamientos evaluados.

Plaga	Esquema de manejo	Incidencia (%)	Grado de daño				IPD
			G1	G2	G3	G4	
			% plantas/grado				
Acaro Blanco	Con MIP	82,0	12,0	59,0	28,0	1,0	2,2
	Sin MIP	87,0	5,0	41,0	35,0	19,0	2,7
Pasador del fruto	Con MIP	65,0	23,7	55,7	18,9	2,7	2,0
	Sin MIP	98,0	6,6	22,2	53,7	17,1	2,8
Trips	Con MIP	68,0	19,0	61,0	18,0	1,0	2,0
	Sin MIP	80,0	15,0	49,0	29,0	7,0	2,3

En las tablas 11 y 12 se presentan los resultados de cosecha de acuerdo con cada esquema de manejo (con MIPE y sin MIPE). Se observa que con el MIPE el rendimiento alcanza un valor de 13,3 t.ha⁻¹ con un alto porcentaje (43,7 %) correspondiente a primera calidad (extra), mientras que sin MIPE solo se producen 5,9 t.ha⁻¹ con una baja proporción de primera calidad (4,2 %) y 53,1 % de tercera calidad (parejo). Estos valores muestran que con la implementación de MIPE se logran rendimientos incluso superiores al promedio nacional, el cual es de 8,2 t.ha⁻¹ (Muñoz, 2011).

Este resultado se atribuye a las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, pues como se mostró sin MIPE se presentan altos valores de incidencia de *podrición algodonosa*, que genera muerte de las plantas. También es importante mencionar que la implementación del esquema de fertilización mejora respuesta productiva.

Tabla 11. Rendimiento del sistema productivo de lulo con y sin manejo integrado de plagas y enfermedades en la parcela de integración en el municipio de Algeciras.

Tratamiento	Rendimiento*		
	kg/planta	t.ha ⁻¹	No. Canastillas (25 kg)
Manejo con MIPE	8	13,3	530
Manejo sin MIPE	3,5	5,9	234

*Rendimiento obtenido en 10 pases de cosecha hasta abril de 2016.



Tabla 12. Rendimiento obtenido por calidades de venta en la parcela de integración de lulo en 10 pases de cosecha en Algeciras.

Calidad		Rendimiento (t.ha ⁻¹)*	
		Con MIPE	Sin MIPE
1A	Extra	5,8	0,2
2A	Grueso	4,2	1,6
3A	Parejo	2,5	3,1
4A	Richi	0,7	0,9
Total		13,3	5,9

*Rendimiento obtenido en 10 pases de cosecha de septiembre 2015 hasta abril de 2016.

Prácticas complementarias para reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo en Algeciras ante condiciones restrictivas de humedad

Con el fin de reducir la vulnerabilidad del sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras, se pueden desarrollar prácticas culturales, técnicas y tecnologías que aumentan la capacidad adaptativa del sistema. A continuación, se presentan algunas prácticas con aplicación potencial en condiciones de déficit hídrico en el suelo, y que complementan las opciones tecnológicas descritas.

Uso de semilla o plántulas de buena calidad

El uso de semillas o plántulas con buen vigor disminuye la probabilidad de problemas fitosanitarios, incrementa la producción y mejora la calidad del fruto. Para la obtención de semillas o plántulas de calidad, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Para sembrar una hectárea, se requieren 20 g de semilla.
- Para la selección de las plantas de las cuales se va a obtener el material a propagar, se debe llevar un registro que permita verificar su condición fitosanitaria y calidad de fruto (tamaño y peso), con el fin de seleccionar plantas sanas y con buen vigor.
- Una vez seleccionadas las plantas, se extraen las semillas de los frutos separando las que tengan deformaciones y colores marrones, luego las semillas seleccionadas se lavan con agua para retirar el exceso de pulpa, posteriormente se lavan con



hipoclorito de sodio al 2 %, para evitar contaminantes de origen fungoso y posteriormente, se dejan secar a la sombra por un período de tres a cuatro horas.

- Los semilleros se deben ubicar en sitios alejados de cultivos de lulo, en lugares planos, bien drenados, cercanos a fuentes de agua que permitan el riego y protegidos contra la acción del viento y los animales.
- La germinación en bandejas garantiza un proceso de propagación más ordenado y con menor exposición a problemas fitosanitarios. Por lo cual se pueden realizar semilleros en bandejas de polipropileno de 45 alvéolos y 15 cm de profundidad.
- El sustrato más adecuado para la propagación es turba comercial estéril, que permite un mejor desarrollo de raíces por mayor aireación, además de ser material inerte libre de patógenos. Esta se puede mezclar con micorrizas con el fin de biofertilizar e inocular las plantas, lo cual genera mayor tolerancia a limitantes fitosanitarias, además de mejorar la nutrición (Casierra et al., 2013). La proporción de mezcla es de 1 kg de micorrizas por cada 60 litros de turba.
- La germinación inicia a los 10 días y llega a su máximo a los 30 días después de la siembra.
- El trasplante al sitio definitivo se debe hacer cuando la planta tenga de tres a cuatro hojas verdaderas. Al momento de siembra se debe incorporar materia orgánica, en cantidades definidas de acuerdo con el análisis de suelos, y 10 g de micorriza por sitio.

Uso de riego por goteo

Considerando el análisis de variabilidad de la precipitación en el municipio, en el cual se muestra que en eventos *El Niño* se puede presentar una reducción de hasta 32 % de las precipitaciones, de forma generalizada con una duración de hasta 19 meses, es necesario contemplar estrategias de uso eficiente del agua. Una de estas es la implementación de un sistema de riego por goteo, considerando los requerimientos hídricos del cultivo, las variables climáticas y meteorológicas de la zona y las propiedades físicas del suelo, mejorando la adaptación del sistema productivo a condiciones de déficit hídrico.

Es importante considerar dos elementos para un adecuado manejo del riego: 1) la determinación de láminas de riego de acuerdo con el balance hídrico (diseño agronómico)



(FAO, 2006); y 2) la selección e implementación del diseño hidráulico, es decir, la infraestructura de riego.

- Considerando una evapotranspiración de referencia (E_{t0}) promedio en el municipio de $4,3 \text{ mm.día}^{-1}$ y un coeficiente de cultivo (K_c) de 1,1, se calcula el requerimiento hídrico del cultivo en de 4.73 mm.día^{-1} . Este requerimiento debe ser suplido por las precipitaciones y complementado con el riego, por lo cual es determinante contar con un pluviómetro que permita hacer un registro acertado de las precipitaciones.
- Aunque la determinación de las láminas neta (agua consumida por el sistema productivo) y bruta (agua requerida por el sistema productivo en función de la eficiencia del sistema de riego) dependen de las propiedades físicas particulares de cada lote, se estima que estas pueden estar alrededor de 10,4 y 11,58 mm, respectivamente.
- Con relación al diseño hidráulico, este debe ser ajustado con base en la topografía del terreno y las condiciones particulares de cada sistema productivo. Sin embargo, se puede implementar una línea de goteo por cada surco de lulo, con emisores de caudal de 4 l.h^{-1} distanciados 1 m. La frecuencia y duración del riego dependerá de las precipitaciones.

Algunas ventajas del sistema de riego por goteo son:

- Permite un mejor desarrollo radicular de la planta.
- Mejora la disponibilidad y absorción de los fertilizantes ya que mantiene niveles adecuados de humedad en el suelo.
- Al tener una nutrición y absorción de agua balanceada disminuye la susceptibilidad de enfermedades.
- La producción de flores y frutos se mantiene aún en épocas de déficit hídrico del suelo.
- Mejora los rendimientos y calidad de cosecha.

Manejo de coberturas

Busca la protección del suelo, disminuyendo los procesos erosivos y la regulación de humedad. Considerando que en el cultivo de lulo hay arvenses asociadas que deben ser

controladas en épocas críticas de competencia (siembra y floración) (Corpoica, 2002), se pueden hacer uso de estas como cobertura del suelo (Figura 16).



Figura 16. Manejo de coberturas en el sistema productivo de lulo en Algeciras.

Para mayor información sobre opciones tecnológicas con aplicabilidad en el sistema productivo de lulo en Algeciras (Huila), consulte el SE-MAPA

Como se expuso en las secciones 1 y 2, la amenaza y la vulnerabilidad son los determinantes del riesgo agroclimático. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas restrictivas, y la segunda, a la interacción del 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 solo responde a criterios técnicos, sino también económicos, dado que un sistema productivo está determinado, además, por las características socioeconómicas de los productores.



A continuación, se ofrecen algunos criterios técnicoeconómicos 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 lulo en el municipio de Algeciras

Dominio 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 uno de los dominios (grupos de productores) se hacen recomendaciones de acuerdo con los resultados del análisis socioeconómico. Lo que se busca es identificar si las tecnologías propuestas son viables (financieramente) y cómo deben implementarse según las diferentes características de los productores (tamaño del predio, mano de obra, acceso a crédito, etc.). Estas recomendaciones son una guía de apoyo para los asistentes técnicos, que deben ser ajustadas a las particularidades de cada caso y no ser consideradas como un criterio único o una receta rígida.

Determinación de los dominios de recomendación

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



análisis de la vulnerabilidad de las unidades productivas a los eventos climáticos, mediante la construcción de indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa, acordes con las condiciones biofísicas, técnicas y socioeconómicas del sistema productivo.

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 exceso hídrico 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 de lulo en el municipio de Algeciras

En la Tabla 13 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 un evento climático limitante para cada dominio.

La sensibilidad de los sistemas productivos al déficit hídrico es Baja para todos los dominios, excepto para el dominio cuatro, mientras que la capacidad adaptativa de los productores ante esta situación es Media para todos los dominios.

Finalmente, la última columna de la Tabla 13 muestra los resultados del modelo microeconómico, el cual evalúa la viabilidad financiera del manejo integrado de plagas y enfermedades para un periodo de cinco años. Esta viabilidad se establece teniendo en cuenta las características de los productores de cada dominio y además establece proporciones y posibles restricciones para la implementación.



Tabla 13. Caracterización de los dominios de recomendación para el sistema productivo de lulo en el municipio de Algeciras.

Dominio	Exposición ⁴	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Viabilidad financiera de opción tecnológica
1. Productores con topografía ondulada, no asociados.	Expuesto	Baja	Media	Viable
2. Productores con topografía predominantemente ondulada, no cuentan riego ni tutorado.	Expuesto	Baja	Media	Viable
3. Productores con topografía pendiente, con riego y asociatividad.	Expuesto	Baja	Media	Viable
4. Productores que cuentan con sistema de riego y utilizan tutorado.	Expuesto	Media	Media	Viable
5. Productores con sistema de riego y asociatividad.	Expuesto	Baja	Media	Viable

Implementación las opciones tecnológicas en cada dominio

Dominio 1

El dominio de recomendación 1 incluye productores con baja sensibilidad ante un escenario de déficit hídrico, pues solo tienen indicadores débiles en términos de manejo sanitario agrobiodiversidad. Además, cuentan con buen acceso a crédito y son dueños de

⁴ Debido a condiciones de orden público en la región para el momento del levantamiento de la información, no fue posible la georreferenciación parcela por parcela, por lo que se consideran a todos los productores como expuestos al déficit hídrico.

las tierras que trabajan, pero sus ingresos dependen principalmente del cultivo y no tienen presencia institucional, por lo que tienen una capacidad de adaptación media (Figura 17).

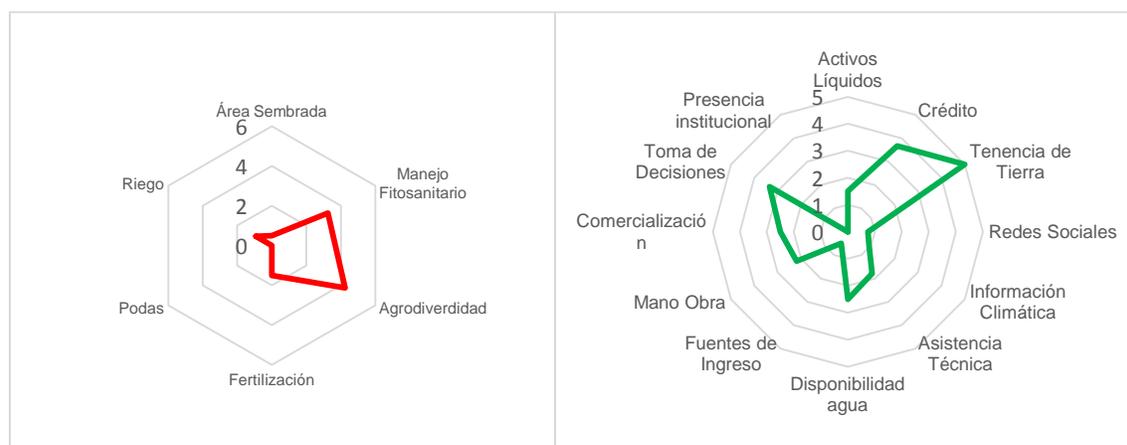


Figura 17. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 1.

El dominio de recomendación 1, está conformado por los productores que tienen entre 2,5 ha y 8,5 ha. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para cinco años), integrar al sistema productivo el manejo integrado de enfermedades y plagas resulta viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la variabilidad climática.

Dadas las condiciones de agrupamiento (Tabla 13), se tiene que para un productor representativo (con 5 ha), la implementación tecnológica puede estar orientada tanto en cultivos establecidos o por establecer. En términos prácticos, se debe iniciar el manejo sugerido en todas las 5 ha y mantenerla a través del tiempo, se debe incurrir en un crédito para financiar los costos de los insumos y la mano de obra adicional requerida por el 66 % de dichos costos asociados. Es de gran importancia que adopten las opciones tecnológicas ya que estos productores se encuentran expuestos a un déficit hídrico y mejoran la rentabilidad del sistema productivo.

Al incrementar el número de controles al cultivo aumentan también los jornales requeridos, por lo que se debe contratar mano de obra adicional para adoptar la tecnología, más aún cuando la mecanización no es una opción viable en tanto estos cultivos son en ladera. Estos costos adicionales están cubiertos por el crédito y las recomendaciones previamente hechas.

Dominio 2

El dominio de recomendación 2 incluye productores que no cuentan con sistema de riego y tienen deficiente almacenamiento de agua, pero tienen buenos indicadores en otras áreas por lo que presentan una sensibilidad baja ante un escenario de déficit hídrico. De la misma forma, son productores que no tienen disponibilidad de agua todo el año y tienen una asistencia técnica muy baja, pero son dueños de sus parcelas; lo que los ubica en un grupo con una capacidad de adaptación media (Figura 18).

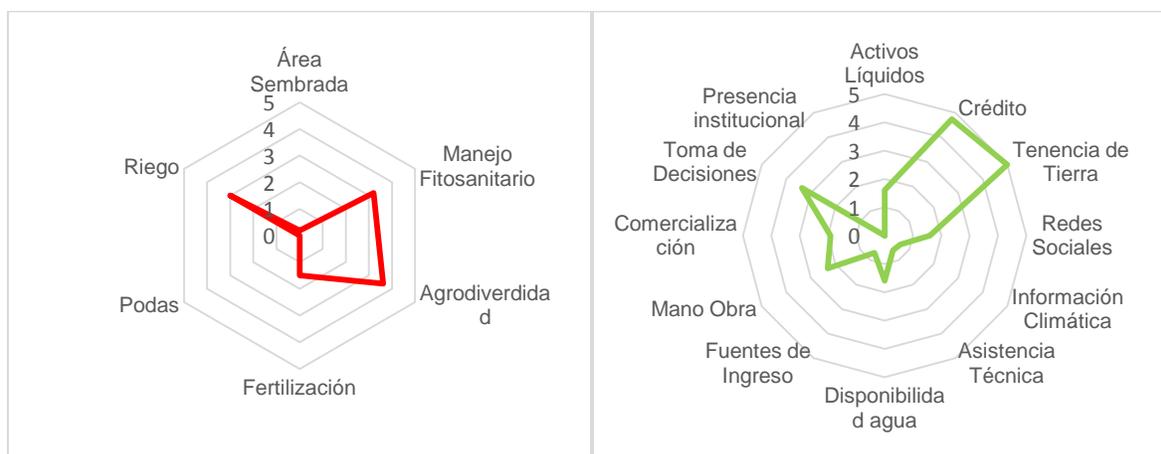


Figura 18. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 2.

El dominio de recomendación 2 está conformado por los productores que tienen entre 6 y 20,5 ha. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para cinco años), resulta viable financieramente integrar al sistema productivo el manejo integrado de enfermedades y plagas, lo que permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la variabilidad climática.

Dadas las condiciones de agrupamiento (Tabla 13), se tiene que para un productor representativo (con 12,6 ha), la implementación tecnológica es viable y puede estar orientada tanto a cultivos establecidos como por establecer. En términos prácticos, se debe iniciar el manejo de plagas y enfermedades en media hectárea y utilizar el ingreso adicional para reinvertirlo en el segundo año e incrementar a 1,2 ha. A través del mismo procedimiento es posible aumentar progresivamente a 2,8 ha en el tercer año, 6 ha en el cuarto año y finalmente implementar las opciones en la totalidad del lote en el quinto año. Se debe incurrir en un crédito para financiar los costos de los insumos y la mano de obra adicional requerida por el 67 % de dichos costos asociados. Al incrementar el número de controles al cultivo aumentan también los jornales requeridos, por lo que se debe contratar mano de obra adicional para adoptar la tecnología, más aún cuando la mecanización no es una opción viable en tanto estos cultivos son en ladera. Estos costos adicionales están cubiertos por el crédito y las recomendaciones previamente hechas.

Dominio 3

El dominio de recomendación 3 incluye productores que realizan las podas, no tienen toda la finca dedicada al lulo y cuentan con algún sistema de riego por lo que presentan una sensibilidad baja ante un escenario de déficit hídrico. Son productores sin activos líquidos, con asistencia técnica deficiente, cuentan con disponibilidad de agua todo el año y acceso a crédito; se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación media (Figura 19).

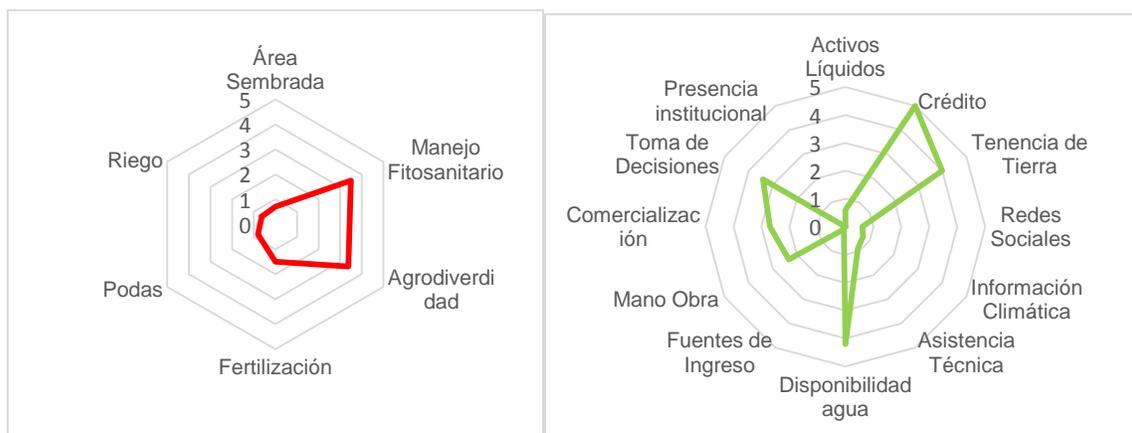


Figura 19. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 3.



El dominio de recomendación 3 está conformado por los productores que tienen entre 2 y 11 ha. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para cinco años), resulta viable financieramente integrar al sistema productivo el manejo integrado de enfermedades y plagas, lo que permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la variabilidad climática.

Dada las condiciones de agrupamiento (Tabla 13), se tiene que para un productor representativo (con 6,2 hectáreas), la implementación tecnológica puede estar orientada tanto en cultivos establecidos como por establecer. En términos prácticos, se debe iniciar el manejo de plagas y enfermedades en media hectárea y con el ingreso adicional ir aumentando progresivamente hasta llegar 1 ha en el tercer año. A través del mismo procedimiento es posible aumentar en el cuarto año a 2,7 ha y en el quinto año se implementará en la totalidad del cultivo.

Para financiar los costos de los insumos y la mano de obra adicional requerida, es necesario que el productor acceda a un crédito por mínimo el 66 % de dichos costos asociados. Al incrementar el número de controles al cultivo aumentan también los jornales requeridos, por lo que se debe contratar mano de obra adicional para adoptar la tecnología, más aún cuando la mecanización no es una opción viable en tanto estos cultivos son en ladera. Estos costos adicionales están cubiertos por el crédito y las recomendaciones previamente hechas.

Dominio 4

El dominio de recomendación cuatro incluye productores que realizan algún tipo manejo fitosanitario y alguna fertilización al cultivo; presentan una sensibilidad media ante un escenario de déficit hídrico. De la misma forma, son productores que tienen disponibilidad de agua moderada durante todo el año, bajos activos líquidos y baja asistencia técnica, sobre todo en el cultivo de lulo; se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación baja (Figura 20).

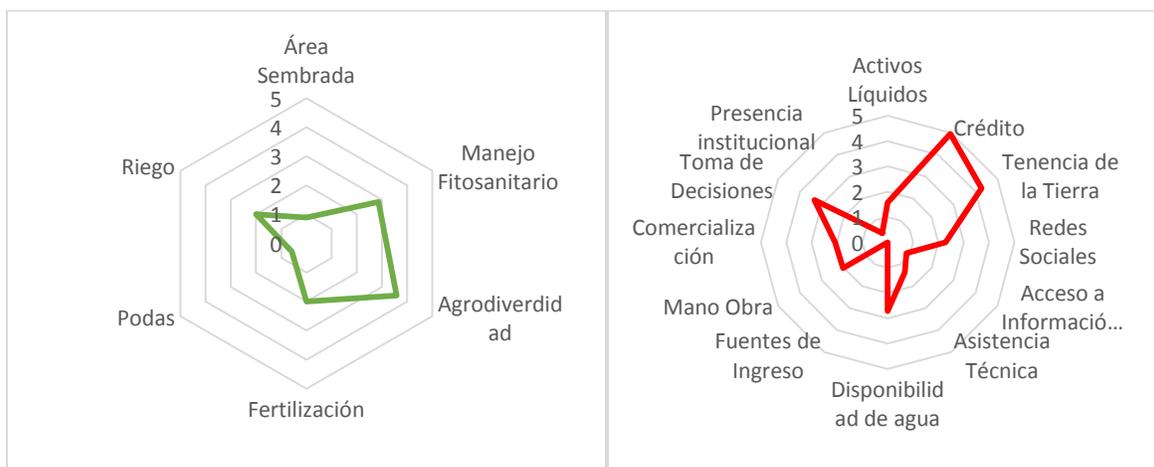


Figura 20. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 4

El dominio de recomendación cuatro, está conformado por los productores que tienen entre 6 y 50 ha. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para cinco años), al integrar al sistema productivo el manejo integrados de enfermedades y plagas, resulta viable financieramente y permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la variabilidad climática.

Dadas las condiciones de agrupamiento (Tabla 13), se tiene que, para un productor representativo (con 16 hectáreas), la implementación tecnológica puede estar orientada tanto en cultivos establecidos como por establecer. En términos prácticos, se debe iniciar el manejo sugerido como mínimo en media hectárea y aumentar a 1,4 ha para el segundo año, con los ingresos adicionales incrementar hasta 3,2 ha en el tercer año, para el cuarto año implementar en 7 ha y poder invertir en el quinto año en la totalidad del cultivo. Se debe incurrir en un crédito de aproximadamente 66 % para pago de los insumos y mano de obra adicional requerida.

Dominio 5

El dominio de recomendación 5 incluye productores que realizan las podas y cuentan con algún sistema de riego, pero tienen deficiencias en cuanto a manejo fitosanitario y agrobiodiversidad pero en general presentan una sensibilidad baja ante un escenario de

déficit hídrico. De la misma forma, son productores que cuentan con muy bajos activos líquidos, poco acceso a la información climática y tienen baja disponibilidad de mano de obra, pero tienen acceso a crédito, buena toma de decisiones y cierta disponibilidad de agua, por lo que se encuentran en un grupo con una capacidad de adaptación media (Figura 21).

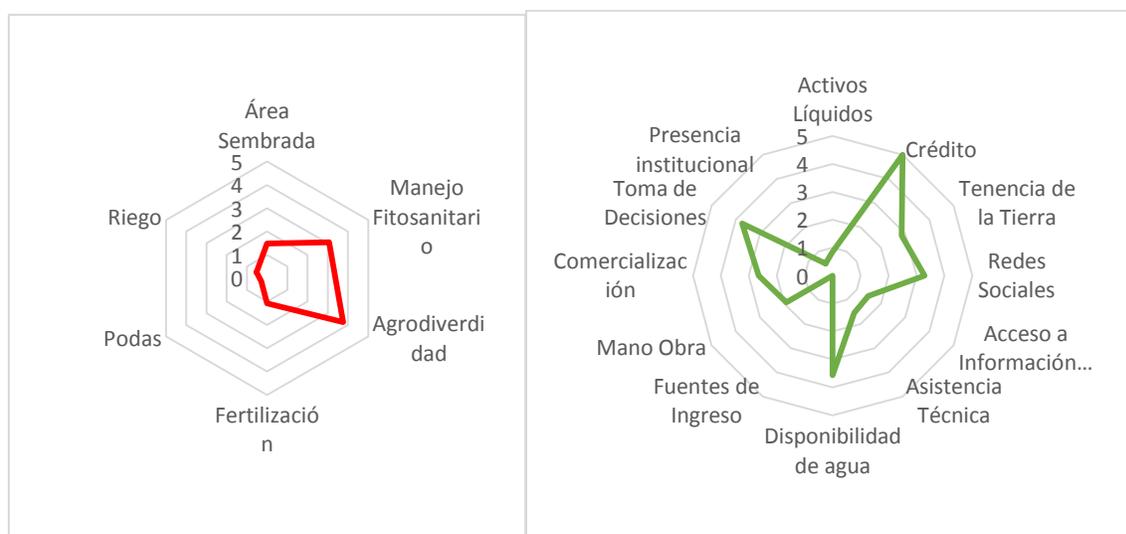


Figura 21. Indicadores de sensibilidad (rojo) y capacidad de adaptación (verde) para el dominio de recomendación 5.

El dominio de recomendación 5, está conformado por los productores que tienen entre 5 y 10 ha. De acuerdo con el análisis microeconómico (estimado para cinco años), resulta viable financieramente integrar al sistema productivo el manejo integrado de enfermedades y plagas, lo que permite soportar la condición de déficit hídrico. Al incrementar la producción se puede incrementar financieramente la rentabilidad del sistema ante la variabilidad climática.

Dadas las condiciones de agrupamiento (Tabla 13), se tiene que, para un productor representativo (con 7 ha), la implementación tecnológica puede estar orientada tanto en cultivos establecidos como por establecer. En términos prácticos, se debe iniciar el manejo de plagas y enfermedades en media hectárea y con el ingreso adicional ir aumentando progresivamente hasta llegar 1,3 ha en el tercer año. A través del mismo procedimiento es



posible aumentar en el cuarto año a 3,1 ha y en el quinto año se implementará en la totalidad del cultivo.

Para financiar los costos de los insumos y la mano de obra adicional requerida, es necesario que el productor acceda a un crédito por mínimo el 66 % de dichos costos asociados. Al incrementar el número de controles al cultivo aumentan también los jornales requeridos, por lo que se debe contratar mano de obra adicional para adoptar la tecnología, más aún cuando la mecanización no es una opción viable en tanto estos cultivos son en ladera. Estos costos adicionales están cubiertos por el crédito y las recomendaciones previamente hechas.

REFERENCIAS

- Botero, M. (2001). Tabla y diagrama de severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en tomate de árbol.
- Casierra, F., Peña, J., Peñaloza, J. y Roveda, G. (2013). Influencia de la sombra y de las micorrizas sobre el crecimiento de plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 16(1), 61-70.
- Chaboussou, F. (1967). La trophobiose ou les rapports nutritinnels entre la Plante-hôte et ses parasites. *Annales de la Société Entomologique de France*, 3(3), 797-809.
- Corpoica. (1999). *Lulo La Selva. Primer material de lulo mejorado para Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. Rionegro, Antioquia: Corpoica, C.I. La Selva.
- Corpoica (2002). *El cultivo de lulo. Manual técnico*. 1° edición. Manizales, Caldas: Corpoica.
- Corpoica. (2015a). Informe Metodológico de Mapas de Susceptibilidad territorial a eventos climáticos extremos. Departamento del Huila. Proyecto MAPA. Producto 1.



- Corpoica. (2015b). Informe metodológico de mapas de susceptibilidad territorial a eventos climáticos extremos. Departamento del Huila: Proyecto MAPA. Producto 1.
- Corpoica-CIAT. (2015). Informe de dominios de recomendación para los sistemas productivos de Huila y Chocó en el marco de la Carta de Entendimiento 002-2013 1806-1 entre CORPOICA y el CIAT derivado del convenio entre Fondo Adaptación y CORPOICA No. 002-2013.
- Corpoica. (2014). Informe Semestral primer entregable producto N° 5 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 Huila.
- Corpoica, 2007. Enfermedades y plagas del cultivo de lulo (*Solanum quitoense*) en el Departamento del Huila. *Boletín técnico Corpoica C.I Nataima*. (p. 11-12).
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del sistema productivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los sistema productivos*. Roma: FAO.
- Feldhaar, H. (2014). Ant nutritional ecology: linking the nutritional niche plasticity on individual and colony-level to community ecology. *Current Opinion in Insect Science*, 5, 25-30.
- Hellal, F. y Abdelhamid, M. (2013). Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max L.*) production. *Acta biológica Colombiana*, 2(18), 239-250
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lores, A., Leyva, C., y Varela, C. (2008). Los dominios de recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10.
- Muñoz, J. (2011). Análisis de la competitividad del sistema de producción de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en tres Municipios de Nariño. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.



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

Palmer, W. (1965). Meteorological drought. Research Paper N°45. Washington: *Department of Commerce*, 58.



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>