

INDICADORES DE VULNERABILIDAD A CONDICIONES DE DÉFICIT HÍDRICO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MANGO

VULNERABILITY INDICATORS TO CONDITIONS OF WATER DEFICIT IN THE MANGO PRODUCTION SYSTEM

Ospina Parra, Carlos Eduardo^{1*} y
Rodríguez Borray, Gonzalo Alfredo^{2*}

Recibido 02/07/2019
Aceptado 29/10/2019

RESUMEN

El cambio climático tiene sus causas en hechos sociales, las estrategias de mitigación o adaptación deberán partir de la misma sociedad. La reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria se da mediante la implementación de tecnologías que tengan en cuenta la combinación de factores productivos, sociales, económicos y ambientales. El cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) (variedades Tommy, Keitt, Hilacha) es de gran importancia y tradición en el municipio de Anapoima, Colombia. Se realizó un análisis de la vulnerabilidad del sistema de mango a eventos de déficit hídrico a partir de las condiciones productivas del cultivo y socioeconómicas de los productores. Se presenta una moderada sensibilidad del cultivo y baja capacidad de adaptación de los productores ante un escenario de déficit hídrico. Las tecnologías que podrían reducir la vulnerabilidad son prácticas de inducción floral, fertilización y manejo fitosanitario, las cuales son complementarias y deberían ser implementadas de manera conjunta. Para tal fin se podrá acceder a crédito y establecer y fortalecer estrategias para la captación y conservación de fuentes hídricas que permitan el acceso al recurso agua.

PALABRAS CLAVE: cambio climático; adaptación; riego; resiliencia

ABSTRACT

Climate change has its causes in social facts, mitigation or adaptation strategies must start from the same society. The reduction of the vulnerability of agricultural production systems occurs through the implementation of technologies that take into account the combination of productive, social, economic and environmental factors. The cultivation of mango (varieties Tommy, Keitt, Hilacha) is of great importance and tradition in the municipality of Anapoima, Colombia. It was carried out with an analysis of the vulnerability of the mango system to water deficit events based on the productive and socio-economic conditions of the producers. There is a moderate sensitivity of the crop and low capacity of adaptation of the producers before a scenario of water deficit. The technologies that could reduce vulnerability are floral induction, fertilization and phytosanitary management practices, which are complementary and should be implemented jointly. For this purpose, credit may be accessed and strategies established for the collection and conservation of water sources that allow access to the water resource.

KEY WORDS: climate change; adaptation; irrigation; resilience

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es considerado un hecho social causado por actividad humana y con consecuencias directas o indirectas en las sociedades globales y particulares, a través del

cambio del medio biogeofísico. Las estrategias de mitigación o adaptación, deberán partir de la misma sociedad (Pardo, 2007). La expresión más fuerte del cambio climático es el aumento de la temperatura media de la tierra y el cambio de las condiciones hidrológicas; existe consenso en que sus consecuencias afectarán en mayor medida a las comunidades rurales, de ahí la importancia de las estrategias de adaptación en los sistemas agropecuarios

Cómo citar este trabajo:

Ospina Parra, C. E., y Rodríguez Borray, G. A. (2019). Indicadores de vulnerabilidad a condiciones de déficit hídrico en el sistema de producción de mango. *Semiarida*, 29(2), 25-41.

1 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), CI La Selva. Manizales, Colombia. ceospina@agrosavia.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3155-663X>

2 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), CI Tibaitatá. Mosquera, Colombia. gdriguez@agrosavia.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6261-7418>



ubicados en los espacios rurales (IDEAM, 2011).

Estas estrategias son cada vez más una prioridad de gobiernos y organismos internacionales, que mediante políticas públicas, iniciativas de carácter científico y pertinencia social buscan contribuir a procesos de adaptación. Aproximaciones a los conocimientos locales son básicas para entender las dimensiones culturales del clima; por tanto, se debe analizar la complejidad de los saberes que pobladores locales (indígenas, afrodescendientes, campesinos y urbanos) tienen sobre el clima (Ulloa, 2014).

Se asume a los productores rurales como sujetos y actores sociales válidos para expresar sus percepciones sobre el cambio climático, así como las posibilidades de adaptación y control de impactos derivados. Se parte de la experiencia acumulada, las subjetividades y las percepciones de las comunidades rurales como un tipo de conocimiento de suma importancia y, en ocasiones, complementario y/o análogo al conocimiento científico (Berkes et al., 2000).

La investigación se fundamentó en el enfoque de riesgo agroclimático, entendido como la probabilidad de que durante un período específico de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a fenómenos climáticos, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación (IPCC, 2012).

El riesgo se expresa como la interacción entre amenaza y vulnerabilidad; la primera, entendida como el peligro latente asociado a un evento climático en un sitio específico y en un tiempo determinado, susceptible de producir efectos adversos en personas y/o en el medio ambiente, o también como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad en un determinado sitio y período de tiempo (IDEAM, 2011). Por su

parte, la vulnerabilidad es un proceso multidimensional que confluje en el riesgo o la probabilidad del individuo, hogar o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencias de situaciones externas y/o internas, cambios que no solo afectan al individuo sino a todo su entorno (Busso, 2001) incluyendo sus sistemas de producción agropecuaria. Para el caso rural, la vulnerabilidad es la reducción o eliminación de la habilidad de la población rural de responder, en el sentido de resistir o recuperarse en el menor tiempo posible, a las amenazas climáticas sobre sus medios de producción agrarios, sobre su bienestar, el de sus familias y la comunidad rural en la que se encuentran insertos (Turbay et al., 2014).

Riesgo (R) = Amenaza * Vulnerabilidad

Vulnerabilidad (V) = (Exposición + Sensibilidad) –
Capacidad de adaptación

El grado de vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud e índice de variación climática a que está expuesto un sistema; su sensibilidad y su capacidad de adaptación dependerá del tipo y grado de amenaza y de las condiciones biofísicas de los territorios, la tecnología implementada y las condiciones socioeconómicas que tienen los individuos o las comunidades de sobreponerse a la situación adversa. Como parte de la ecuación, la variable exposición es el tipo y grado hasta donde está expuesto un sistema a variaciones climáticas; depende tanto del evento climático como de la ubicación del sistema. La sensibilidad es el grado en el que está afectado un sistema por razón de estímulos como los provocados por alteraciones climáticas, magnitud de la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos. Finalmente, capacidad adaptativa es la condición de un sistema para ajustarse a las alteraciones climáticas para moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o soportar las consecuencias. Es la habilidad de una población para reconocer y responder a los eventos climáticos presentes a través de la reorganización de actividades, inversiones, reubicación de los recursos, entre

otros aspectos para minimizar su vulnerabilidad. (IDEAM, 2011; IPCC, 2012; Carontaña & Hernandez, 2017; Reyes Anistro, Adame Martínez, & Cadena Vargas, 2018).

Se analizan los factores que más influyen en la vulnerabilidad de los productores de mango de Anapoima (Colombia) a eventos de variabilidad climática, con base en información de fuentes primarias y su correlación con tecnología local, aspectos socioeconómicos y percepción sobre riesgo agroclimático. La percepción de los productores es de suma importancia y validez, en la medida en que están más expuestos que otros actores al riesgo agroclimático y se presume han desarrollado capacidades de adaptación y cuentan con mayor conocimiento del territorio.

El cultivo de mango (variedades Tommy, Keitt, Hilacha) es una de las principales actividades económicas del municipio de Anapoima; data de hace más de 20 años, según la comunidad. Se lleva a cabo en pequeñas áreas, en asociación con cultivos cítricos (mandarina, naranja y lima tahití, con aproximadamente 326 ha sembradas), con rendimientos de 11 ton.ha⁻¹ (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013). A pesar de ser considerado un cultivo tolerante a déficit hídrico, la ocurrencia de este evento en los últimos años, ha evidenciado la necesidad de generar estrategias tecnológicas que permitan contrarrestar efectos negativos tales como problemas fitosanitarios y pérdida en productividad (Corpoica, 2014).

El objetivo del presente estudio es identificar y analizar los factores sociales, económicos y tecnológicos que inciden en la vulnerabilidad del sistema productivo de mango bajo condiciones de déficit hídrico, con el fin de proponer estrategias tecnológicas de acuerdo con las condiciones locales y así contribuir al incremento de la resiliencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en 2015 en el marco del proyecto Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático MAPA, financiado por el Fondo Adaptación y desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación

Agropecuaria (Agrosavia). El municipio de Anapoima se ubica en la provincia del Tequendama, departamento de Cundinamarca, en el flanco occidental de la cordillera oriental, entre los altiplanos interandinos del centro - oriente de Colombia; posee un clima cálido-seco con una temperatura promedio de 24 - 28°C y una altitud promedio de 700 msnm (Figura 1).

La información primaria se obtuvo mediante encuestas a 30 productores de mango afectados por el fenómeno de La Niña de 2010-2011, distribuidos en 5 veredas. El tamaño de la muestra se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{N \times e^2 + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra,

N = población total,

Z = nivel de confianza,

e = margen de error

p*q= varianza de la población (p= probabilidad de ocurrencia de un evento, q= probabilidad de no ocurrencia del mismo evento)

La información se analizó y validó con productores y asistentes técnicos de la región, en un taller de selección de tecnologías. El déficit hídrico se priorizó como el escenario que mayor adversidad representa para el cultivo de mango, en este caso, de las variedades Común hilacha (54%) y Tommy Atkins (46%). Según características socioeconómicas de los productores y condiciones de tecnología local de producción, se establecieron indicadores de vulnerabilidad a escenarios de sequía.

Construcción de indicadores

Se partió del enfoque propuesto por Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2007, marco de referencia en el proyecto Modelos de adaptación y prevención agroclimática - MAPA, así como de trabajos participativos sobre el análisis de la vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático (IDEAM, 2011; IPCC, 2007). Se determinó una escala de valoración de 0 a 5, siendo 0 el valor de menor sensibilidad y 5 el de mayor sensibilidad, así mismo para capacidad de adaptación.

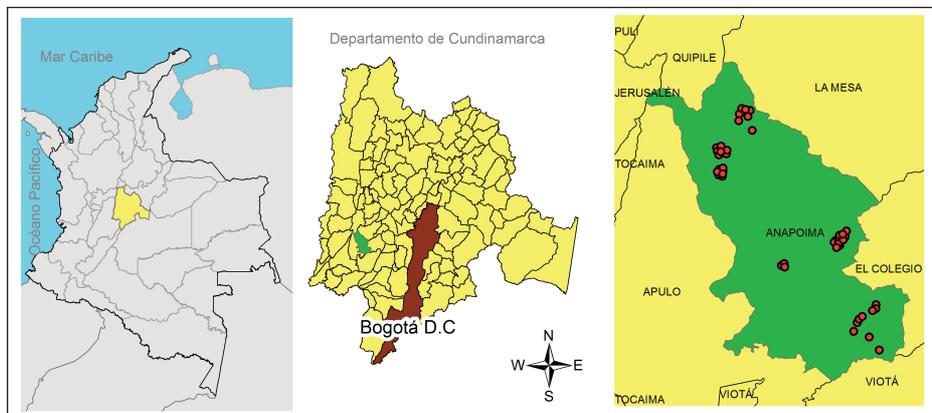


Figura 1. Ubicación de los productores de mango encuestados. Fuente: Elaboración propia

Figure 1. Location of surveyed's mango producers. Source: Prepared by the author

Indicadores de sensibilidad

Son estimaciones que dan cuenta del grado de afectación del sistema productivo de mango por estímulos relacionados con condiciones de sequía o déficit hídrico. Fundamentado en la teoría de sistemas, se establecieron indicadores de orden biofísico, ambiental y tecnológico que configuran el estado del sistema en el momento del evento. Para facilitar su análisis e interpretación, los indicadores de sensibilidad se han clasificado en los ejes de la denominada Agricultura Climáticamente Inteligente ACI: 1) recursos genéticos (variedades tolerantes a déficit y excesos de agua, problemas fitosanitarios, etc.); 2) manejo integrado del cultivo (suelo, MIPE, labores agronómicas); y 3) manejo y gestión del recurso hídrico ((FAO, 2014; Maka, 2019). Para este estudio, se construyeron los siguientes:

Área sembrada: tradicionalmente, las comunidades han variado el uso de área sembrada según las condiciones climáticas que perciban para las épocas de cultivo, situación común para cultivos semestrales o anuales; no obstante, en especies permanentes como mango, las percepciones sobre el clima pueden determinar también el manejo del cultivo principal o asociados (Claverías, 2000). Este indicador se refiere al porcentaje de área sembrada en el cultivo de mango con relación al área total del predio, a mayor porcentaje del predio sembrada

en mango, mayor sensibilidad en un escenario de déficit hídrico.

$$AR = \left(\frac{Hm}{HT} \right) * 5$$

Donde:

AR: Relación área sembrada en mango

Hm: Área sembrada en mango

HT: Área total del predio

Manejo fitosanitario: Representa el manejo de plagas y enfermedades reportadas por los productores. Tiene en cuenta los tipos de manejo químico, biológico y manual; entre más tipos de control emplea cada productor, mayor capacidad de adaptación ante eventos de déficit hídrico.

Inducción floral: corresponde a una de las tecnologías priorizadas por los productores en los talleres participativos, por lo cual se toma como un indicador de sensibilidad del sistema de mango. Ante la ausencia de inducción floral, mayor sensibilidad. Se tuvo en cuenta la información sobre inducción floral mediante agroquímicos y podas.

Agrodiversidad: como estrategia de adaptación, ha sido utilizada por comunidades campesinas e indígenas; se representa en rotación de cultivos y zonas, mezclas de semillas de especies y variedades apropiadas (Turbay et al., 2014; Claverías, 2000). Da cuenta del número de cultivos establecidos diferentes a mango en cada uno de los predios referenciados. Se infiere que

Tabla 1. Variables, categorías y ponderados de los indicadores de sensibilidad

Table 1. Variables, categories and weights of the sensitivity indicators

Indicador	Variable	Categorías	Valoración	Ponderado
MIPE	Tipo de manejo de plagas y enfermedades	Ningún tipo de manejo	5	100%
		1 tipo de manejo	3.5	
		2 tipos de manejo	2	
		3 o más tipos de manejo	0	
Inducción floral	Aplicación de inductor floral	Sí aplica	0	50%
		No aplica	5	
	Podas de producción	Sí hace	0	50%
		No hace	5	
Manejo suelos	Fertilización	Fertiliza	0	70%
		No fertiliza	5	
	Análisis de suelo (AS)	Hace AS	0	30%
No hace AS		5		
Podas	Podas de producción	Sí	0	40%
		No	5	
	Podas órganos enfermos	Sí	0	20%
		No	5	
Podas de formación	Sí	0	40%	
	No	5		
Riego	Disponibilidad sistema de riego	Sí	0	50%
		No	5	
	Tipo de sistema	Microaspersión	0	20%
		Goteo	1	
		Aspersión	2	
		Manguera	3	
Épocas críticas de falta de agua	Ningún mes (%)	5	30%	
	Todos los meses (%)	0		

Fuente: Elaboración propia

Source: Prepared by the author

un productor será más sensible en la medida en que dependa de un solo cultivo, mientras que, si cuenta con más cultivos, podrá mitigar la pérdida o afectación del cultivo principal. El indicador aumenta con la proporción de hectáreas de la finca dedicadas a otros cultivos y la distribución de la tierra en los mismos.

$$I = \left(1 - \frac{|c_2 - c_3|}{HT}\right) * \left(\frac{c_2 + c_3}{HT}\right)$$

Donde:

 c_2 Área en cultivo 2 (diferente a mango) c_3 Área en cultivo 3 (diferente a mango)

HT Área total del predio

Fertilización: se observa si se fertilizan o no los cultivos de mango y si se utiliza análisis de suelos. Será más sensible aquel que no fertilice ni haga análisis. No se tuvo en cuenta el tipo de fertilizante utilizado ni las cantidades reportadas.

Podas: se considera una actividad importante en el manejo de la plantación, que puede influir en la sensibilidad a eventos extremos de sequía. El indicador se construyó a partir del tipo de podas reportado por los productores; a mayor número de tipos de podas, menor sensibilidad.

Sistema de riego: se refiere a la disponibilidad del sistema de riego para uso en el cultivo de

mango; se relacionó la infraestructura de riego, el tipo de sistema y su afectación de épocas secas durante el año. Para el caso de mango, es fundamental suministrar agua en las etapas críticas del cultivo, como es el cuajado y llenado de frutos.

Indicadores de capacidad de adaptación

Son todos aquellos recursos o herramientas tecnológicas, sociales o económicas que pueden ser adoptadas por los productores para contrarrestar o prevenir los problemas asociados a eventos de déficit hídrico. Si bien pueden ser recursos disponibles o la combinación de estos por cada familia, también se consideran aspectos agronómicos o biofísicos de cada uno de los sistemas dado que podrían mejorar la capacidad de respuesta ante un evento climático adverso.

Activos en animales: la tenencia de animales sugiere mayor capacidad de adaptación del productor ante una afectación del cultivo, pues estos pueden generar ingresos o comercializarse y representar un capital disponible para mitigar la pérdida de la cosecha o de cultivos. Se construyó a partir información sobre los animales reportados por cada productor y precios de estos en el mercado.

Crédito: el acceso al servicio aumenta la adaptación en la medida en que puede aumentar el monto de recursos para inversión (Turbay et al., 2014). Este indicador dicotómico indica quiénes tienen acceso y quiénes no, considerando que quienes no cuentan con este y tienen un predio mayor a 10 ha, pueden no necesitar o querer acceder al servicio de crédito, mientras que quienes cuentan con predios menores a 5 ha no pueden acceder a este servicio. Se valoró el tipo de crédito con el que se cuenta.

Tenencia del predio: es la condición de tenencia del predio donde se encuentra establecido el mango; es más sensible el productor que cuente con figuras de tenencia diferentes a la de propietario, dado que dificulta la planeación e implementación de las estrategias de adaptación a mediano y largo plazo en los predios.

Redes de apoyo: se basan, al menos parcialmente, en relaciones de confianza y reciprocidad entre quienes se conocen

personalmente y tienen un interés compartido; permiten que circule información y se intercambien conocimientos diversos; pueden ser tanto formales (organizaciones o proyectos) como informales (espacios de sociabilidad, relaciones entre parientes) (Samper, 2005). Se identificaron organizaciones sociales a las que pertenece el productor, particularmente organizaciones de productores y juntas de acción comunal, que pueden contribuir a una mayor capacidad de adaptación ante eventos climáticos, dado que ofrecen a sus integrantes mayor acompañamiento social o institucional.

Acceso a información climática: dado que uno de los propósitos fundamentales del proyecto MAPA fue promover la incorporación de componente agroclimático en la toma de decisiones técnicas, las fuentes de información climática a las que accede un productor pueden incidir positivamente en la capacidad de adaptación. El indicador valora los medios consultados por el productor, el registro de variables climáticas y si se puede anticipar a las épocas secas o de lluvias.

Asistencia técnica: este servicio es clave para fortalecer el proceso de toma decisiones encaminadas a reducir el riesgo agroclimático de sistemas productivos; se considera que influirá positivamente en la capacidad adaptativa de los productores. Se parte de la información sobre la cobertura y calidad del servicio según los productores.

Disponibilidad de agua para uso productivo: es la disponibilidad del recurso hídrico para uso agrícola manifestada por el productor, el tipo de fuente del recurso y si cuenta con alguna estrategia de almacenamiento para las épocas de escasez.

Actividades económicas: se refiere al grado de diversidad de las fuentes de ingresos de la familia. La pluriactividad está ligada a la flexibilidad de las familias rurales para la planeación frente a las condiciones cambiantes de clima. Se asume que, a mayor diversidad de fuentes de ingreso, mayor flexibilidad ante un evento climático y mayor capacidad de respuesta. También se puede ver en sentido inverso como la dependencia de actividades agropecuarias. Se construye a partir de las actividades económicas reportadas por los

Tabla 2. Variables, categorías y ponderados de los indicadores de capacidad de adaptación

Table 2. Variables, categories and weights of adaptive capacity indicators

Indicador	Variable	Categorías	Valoración	Ponderado
Activos en animales	Componente animal	Alto (>100 millones)	5	100%
		Medio alto (de 50 a 100 millones)	4	
		Medio (10 a 50 millones)	3	
		Medio bajo (de 5 a 10 millones)	2	
		Bajo (< 5 millones)	1	
		Muy bajo (0)	0	
Crédito	Utiliza crédito	Sí	5	80%
		No (< 5 ha)	0	
		No (5 - 10 ha)	2,5	
		No (> 10 ha)	5	
	Tipo de crédito	Estatal	5	20%
		ONG	3,5	
Tenencia	Tenencia del predio	Amistades o particulares	1	100%
		Propia	5	
		Otra	0	
Redes de apoyo	Organizaciones a las que pertenece	Organización de productores de mango	5	70%
		Juntas de acción comunal u otra	5	30%
		Ninguna	0	
Acceso a información climática	Medio de información	Todos los medios (%)	5	70%
		Ninguno (%)	0	
	Registros información climática	Sí	5	10%
		No	0	
	Anticipar épocas secas	Sí	5	10%
		No	0	
Anticipar épocas de lluvia	Sí	5	10%	
	No	0		
Asistencia técnica	Servicio de asistencia técnica	Sí	5	30%
		No	0	
	Asistencia técnica específica en mango	Sí	5	30%
		No	0	
	Calificación del servicio	4 Excelente	4,5	40%
		3 Bueno	3,5	
2 Regular		2		
Disponibilidad de agua	Disponibilidad de agua uso productivo	1 Malo	1	60%
		Sí	5	
	Estrategia almacenamiento épocas secas	No	0	
Sí		5		
Actividades económicas	Actividades económicas no agrícolas	Actividades no agrícolas (%)	5	100%
		Solo actividades agrícolas (%)	0	

Continuación Tabla 2

Continued Table 2

Indicador	Variable	Categorías	Valoración	Ponderado
Mano de obra	Tipo de mano de obra	Contratada	2,5	60%
		Familiar	3,5	
		Mixta	5	
	Integrantes de la familia que trabajan en la finca/área sembrada	Más de 3	5	20%
		entre 2 y 3	4	
		entre 1 y 2	3	
		0,5 y 1	2	
		entre 0 y 0,5	1	
		0	0	
	Disponibilidad mano de obra	Abundante	5	20%
Escasa		3		
Baja		1		
Comercialización	Acuerdos de compra	Escritos o verbales	0	40%
		Ninguno	5	
	Cambio de precio	Sí	5	30%
		No	0	
	Cambio de costos	Sí	0	30%
No		5		
Toma de decisiones	Tradición productiva	Alta (Mayor a 10 años)	5	35%
		Media (5 a 10 años)	3,5	
		Poca (menor a 5 años)	1	
	Vivienda familiar en su finca	Sí	5	10%
		No	0	
	Escolaridad jefe del hogar	Profesional universitario	5	35%
		Universitario Incompleto	4,5	
		Técnico	4	
		Bachillerato completo	3,5	
		Bachillerato incompleto	3	
		Primaria completa	2,5	
		Primaria incompleta	1	
	SE	0,5		
	Trabajo en finca	En la finca	5	10%
		Fuera de la finca	0	
Toma de decisiones	Productor	5	10%	
	Administrador	0		
Presencia institucional	Instituciones reconocidas	Más de 3	5	50%
		dos	3	
		Una	1	
	Calificación de las instituciones	Ninguna	0	50%
		Excelente	5	
		Bueno	3,5	
Regular	2,5			
Malo	0			

Fuente: Elaboración propia

Source: Prepared by the author

productores.

Mano de obra: es la fuerza laboral disponible para desarrollar las actividades productivas, dado que el trabajo es un factor clave en la adaptación de los sistemas productivos. Se valora el tipo de mano de obra disponible, la relación del número de personas de la familia que trabajan en finca por hectárea sembrada, y disponibilidad en la zona del recurso humano para contratar.

Comercialización: mide la facilidad, capacidad y estabilidad para comercializar el mango; reúne tres subvariables: acuerdos de compra, cambio de precio y cambio en los costos por eventos climáticos. Se asume que los acuerdos de compra ante un evento de sequía que disminuya la producción pueden afectar negativamente a los productores; así mismo, el cambio de precio se considera positivo dada la disminución de la producción; situación contraria al aumento de los costos, pues puede reducir los ingresos del productor. A mayor estabilidad, mayor capacidad de adaptación de los productores ante eventos de sequía.

Toma de decisiones: recoge dos dimensiones: la tradición productiva y el nivel de escolaridad de los productores. La tradición productiva da cuenta de capital social que permite mayor conocimiento y experiencia en las actividades agropecuarias; influye positivamente en el conocimiento del territorio y clima local, así como en procesos de adaptación. Si bien una extensa tradición puede generar situaciones de aversión al cambio tecnológico, aspectos como el nivel de escolaridad pueden contrarrestar esta situación. Se tienen en cuenta los años dedicados a la actividad agropecuaria y residencia en el predio, lo cual enriquece el proceso de toma de decisiones. El nivel de escolaridad hace referencia al grado de educación del jefe del hogar, y se establece una relación directamente proporcional entre nivel educativo y capacidad de respuesta ante un evento climático adverso. Se definieron rangos de acuerdo con los niveles de educación y se combinó con la toma de decisiones de la finca.

Presencia institucional: la gestión y atención institucional dada ante un evento climático adverso puede contribuir a reducir la vulnerabilidad de las familias. Da cuenta del reconocimiento por parte de los productores de

las instituciones de la zona que pueden intervenir ante una eventualidad climática. Se tiene en cuenta la calificación dada por cada productor a las instituciones identificadas.

Construcción de indicadores agregados

Con el fin de establecer valores agregados para los indicadores de sensibilidad y de capacidad de adaptación para cada uno de los productores, se promediaron y ponderaron los indicadores construidos de acuerdo con el criterio experto de los productores participantes, asistentes técnicos e investigadores relacionados con el sistema de mango en el país. En tal sentido, se generaron consensos en los valores, la relación e influencia de los indicadores con la vulnerabilidad a eventos de sequía.

Se pretendió establecer patrones de ubicación de los productores e identificar los factores más determinantes de la vulnerabilidad a eventos climáticos. Por último, se establecieron valores promedio por cada uno de los indicadores con el fin de determinar la diferencia entre cada uno y su influencia en la sensibilidad y capacidad global del sistema de mango en sequía.

Análisis de vulnerabilidad por variables

Una vez agregados y promediados los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación para cada uno de los productores, se procedió a correlacionarlos entre sí mediante la utilización del procedimiento de correlación bivariado de Pearson, utilizando el software estadístico R, para, de esta manera, establecer la significancia de los factores que más contribuyen a la vulnerabilidad del sistema y que deben ser tenidos en cuenta para el diseño y recomendación de las estrategias orientadas a reducir la vulnerabilidad.

RESULTADOS

La producción de mango presentó un grado de vulnerabilidad importante a condiciones de déficit hídrico, toda vez que se registró sensibilidad moderada y capacidad de adaptación baja.

Sensibilidad del sistema de mango

Las actividades de manejo del cultivo son las que más contribuyen a la sensibilidad moderada del sistema de mango. En su orden, la falta de

prácticas de fertilización, inducción floral, manejo fitosanitario y falta de sistemas de riego, son los factores que más incrementan la sensibilidad a eventos de déficit hídrico. Por el contrario, los que reducen la sensibilidad del cultivo son la agrodiversidad de las unidades productivas y la especie de mango (material genético) como tal, la cual es considerada por los productores como resistente o tolerante a condiciones de déficit hídricos (Figura 2).

La mayor parte de los productores no fertilizan sus cultivos (70%), y quienes lo hacen, no utilizan análisis de suelos como herramienta para sus planes de fertilización. Es una práctica esencial para la sostenibilidad del cultivo, ya que contribuye al buen desarrollo, a una mejor productividad y calidad de la fruta. La falta de inducción floral incrementa la sensibilidad a eventos de sequía. Esta puede ser implementada como estrategia para romper con la estacionalidad de la producción y, de esta manera, alcanzar buenos precios en las diferentes zonas productoras. En Anapoima, solo el 13% de los

productores realizan esta labor mediante productos químicos (principalmente nitrato de potasio), otros pocos mediante podas de producción.

El manejo fitosanitario es otro factor que incide en la sensibilidad del cultivo; las principales plagas reportadas son mosca de la fruta (60%), hormigas (47%), gusano (13%, no especifica cuál), ácaros y thrips (6%). Respecto a enfermedades, la principal es antracnosis (16%) (Corpoica, 2014). A pesar de presentar estos problemas, no se reportaron manejos específicos. Este indicador se relaciona con podas como manejo preventivo de enfermedades; no obstante, tampoco es una labor habitual.

La falta de acceso a riego y ausencia de infraestructura favorecen la sensibilidad del sistema. Si bien el 63% de los productores reconoce la sequía o déficit hídrico como limitante para sus cultivos de mango, son pocos los que manifiestan épocas críticas por falta de agua durante el año; así mismo, la gran mayoría (77%) otorga cierta tolerancia o resistencia del cultivo de mango a déficit hídrico.



Figura 2. Indicadores de sensibilidad del sistema de mango en Anapoima, Cundinamarca. Fuente: Elaboración propia

Figure 2. Sensitivity indicators of the mango system in Anapoima, Cundinamarca. Source: Source: Prepared by the author

Otros elementos que influyen en menor medida a la sensibilidad son área sembrada, podas y agrobiodiversidad. Se concluye que los productores tienen otros cultivos en sus predios que representan actividades económicas que, ante alguna eventualidad climática, podrían generar ingresos. Se mencionan frutales como limón, naranja, mandarina, aguacate y plátano, destinados al mercado regional.

Capacidad de adaptación de los productores

La heterogeneidad en el comportamiento de los indicadores dio cuenta de una baja capacidad de adaptación de los productores de mango, lo cual redundó en mayor vulnerabilidad a eventos de sequía. Así mismo, se encontró que los factores que incrementan la capacidad de adaptación son la propiedad sobre la tierra, toma de decisiones, comercialización y mano de obra disponible (Figura 3).

Dado el carácter permanente del cultivo, todos los productores de mango son propietarios de los predios, lo cual permite procesos de planificación

a mediano y largo plazo, y representa un capital disponible que facilita el acceso a programas institucionales como crédito.

En el proceso de toma de decisiones, se observó tradición productiva por parte de los productores de mango y un relativo buen nivel de escolaridad, pues la mayoría cuenta con estudios de primaria incompleta y completa, y algunos con bachillerato y formación universitaria que, sumado a su autonomía para la toma de decisiones técnicas del cultivo y a que viven en los predios, son factores positivos para la reducción de la vulnerabilidad, dado el mayor conocimiento teórico y empírico de las unidades productivas.

La tradición productiva, es un activo importante en la medida en que reflejó el conocimiento acumulado y experimentado, el grado de apropiación y arraigo de los productores, así como la importancia e historia del cultivo en esta región. En promedio, los productores cuentan con 36 años de experiencia en actividades

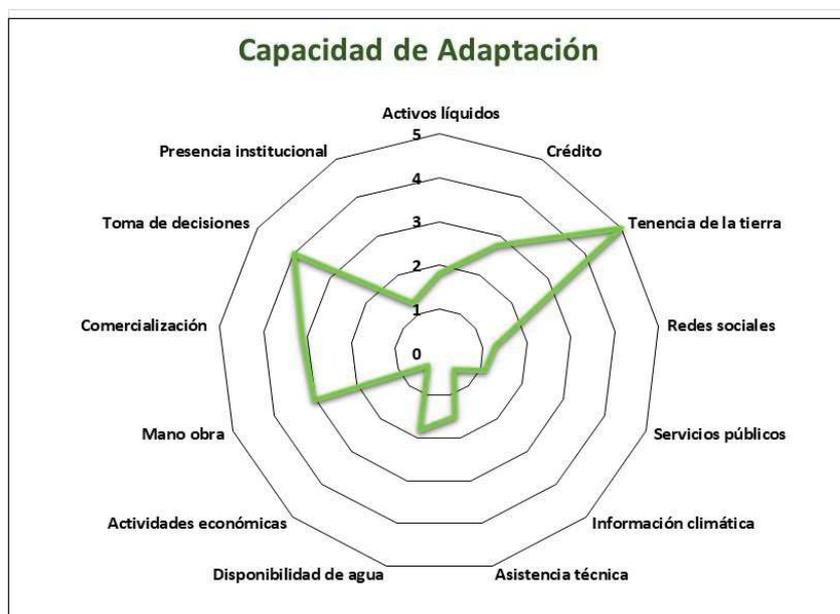


Figura 3. Indicadores de capacidad de adaptación del sistema de mango en Anapoima, Cundinamarca. Fuente: elaboración propia

Figure 3. Adaptive capacity Indicators of the mango system in Anapoima, Cundinamarca. Source: prepared by the author

agropecuarias y la mayor parte de estos (80%) viven en predios propios.

La comercialización informal de mango identificada en el municipio incrementa la capacidad de adaptación, pues permite, por un lado, que los productores establezcan diferentes estrategias de comercialización, y por otro, mayor flexibilidad y posibilidad de aprovechar mejores precios de la producción.

Finalmente, se halló disponibilidad de mano de obra como recurso productivo en la zona, o al menos no emergió como limitante o recurso escaso para el desarrollo de las actividades, toda vez que se cuenta con fuerza laboral familiar y con la capacidad de contratar mano de obra en épocas de cosecha. Sin embargo, algunos productores manifestaron su preocupación por la falta de relevo generacional e identificaron como tendencia en los últimos años la reducción de mano de obra disponible para contratar: *“la gente joven no quiere trabajar en el campo porque le parece barato el pago por jornal, adicionalmente, las personas se dedican a la construcción, ya que se construyen haciendas vacacionales en la zona (...)”* (Ladino, 2015). En el municipio de Anapoima y municipios vecinos, se presenta una fuerte presión por el uso de predios para actividades de turismo, lo cual, al traducirse en el incremento de los costos de la mano de obra, puede afectar la sostenibilidad del sistema de mango en el tiempo.

Otras variables como la poca diversidad de actividades económicas o dependencia agrícola, el mínimo acceso a información climática, la falta de asistencia técnica y la falta de disponibilidad de agua para riego, son factores que afectan la capacidad de adaptación de los sistemas de mango en Anapoima. Las actividades agropecuarias representan la principal fuente de ingresos para los productores de mango, lo que genera cierta dependencia del producto y afecta la capacidad de respuesta de la familia ante un evento climático extremo.

Son pocas las fuentes de acceso a información climática, siendo la televisión, la radio y el asistente técnico las de mayor uso; no obstante, en estos medios no se difunde información específica, ya que se maneja información general de orden nacional y, en el mejor de los casos, regional.

Adicionalmente, se encontró que los productores de mango y sus familias tienen poca movilidad de sus actividades productivas como consecuencia de eventos de variabilidad climática; esto se explica por el carácter permanente de los cultivos de mango y por su tradición en el municipio. Se reportaron procesos de movilización definitiva por excesos de lluvias (fenómeno La Niña 2010), particularmente en la vereda El Consuelo, donde se reubicaron familias (al menos 9), debido a deslizamientos de tierra.

La poca presencia institucional o falta de reconocimiento de esta por parte de las comunidades, reduce su capacidad de respuesta, puesto que pueden contribuir directa o indirectamente a mantener los medios de vida de los productores ante un evento adverso de clima. La falta de actores institucionales también se refleja en la baja cobertura de asistencia técnica, dado que no es un servicio percibido por los productores de mango.

La baja participación de los productores en grupos sociales o redes de apoyo, restringe su capital social ante una eventualidad que afecte sus medios de vida, dado que las relaciones de solidaridad y vecindad propias de los espacios rurales, aumenta la capacidad de adaptación de las familias.

El agua es clave para mantener la calidad y productividad de mango (García, 2011). En Anapoima, la disponibilidad de agua para riego, es una limitante significativa; pese a que algunos productores reportaron estrategias de almacenamiento para uso doméstico, son muy pocos los que cuentan con infraestructura (aljibes, reservorios) para el riego (Figura 4). La fuente de agua más reportada es la lluvia, por tanto, los esfuerzos deben orientarse a gestionar infraestructura tanto para el almacenamiento como para riego en aquellas zonas críticas en época seca, privilegiando la tenencia colectiva, que abarate los costos.

En síntesis, según los hallazgos de este estudio, los productores de mango y sus familias no cuentan con acceso a recursos sociales y productivos para hacer frente a eventualidades de variabilidad climática, poseen relativamente recursos económicos representados en sus tierras y algunos en acceso a crédito. La flexibilidad de

Tabla 3. Correlación entre indicadores de sensibilidad y de capacidad de adaptación. Fuente: Elaboración propia
 Table 3. Correlation between sensitivity and adaptive capacity indicators. Source: Prepared by the author

	ACTIVOS	CREDIT	TENENTI	REDESOC	ACINFOCLI	ASISTEC	DISPAGUA	FUENINGRE	MANOBRA	COMERCIALI	TOMADECI	PREINST
AREASEM	Correl. Pearson	-0,076	0,151	0,222	0,221	0,434*	-0,093	0,139	0,06	0,191	0,166	-0,124
	Sig. (bilateral)	0,691	0,425	0,239	0,241	0,017	0,625	0,464	0,754	0,311	0,38	0,513
MANEFITO	Correl. Pearson	0,018	-0,505**	-0,145	0,371*	-0,299	-0,113	-0,048	0,268	0,023	0,047	0,344
	Sig. (bilateral)	0,924	0,004	0,445	0,044	0,108	0,554	0,799	0,153	0,906	0,806	0,062
INDUFLO	Correl. Pearson	0,14	-0,154	-0,329	0,059	-0,466**	0,189	-0,277	-0,004	-0,263	0,159	-0,275
	Sig. (bilateral)	0,461	0,417	0,076	0,756	0,009	0,318	0,138	0,984	0,161	0,4	0,141
AGRODIV	Correl. Pearson	0,16	-0,039	0,144	0,318	0,317	0,178	-0,048	-0,003	0,342	-0,192	0,181
	Sig. (bilateral)	0,399	0,836	0,449	0,087	0,088	0,346	0,802	0,988	0,064	0,31	0,337
FERTIL	Correl. Pearson	-0,274	-0,436*	-0,182	0,336	-0,25	0,16	-0,118	0,209	0,071	0,12	0,123
	Sig. (bilateral)	0,143	0,016	0,336	0,069	0,182	0,399	0,534	0,269	0,71	0,529	0,517
PODAS	Correl. Pearson	0,286	0,02	0,157	0,304	0,073	0,086	-0,23	-0,054	-0,232	-0,357	-0,1
	Sig. (bilateral)	0,125	0,918	0,406	0,102	0,7	0,653	0,221	0,776	0,218	0,052	0,597
RIEGO	Correl. Pearson	-0,142	-0,061	0,013	-0,061	-0,136	-0,544**	-0,116	0,118	0,163	-0,017	0,049
	Sig. (bilateral)	0,454	0,75	0,946	0,748	0,475	0,002	0,543	0,534	0,388	0,928	0,798

los sistemas productivos está dada por su mano de obra y otros cultivos asociados. Es un sistema de tradición en el municipio que, a pesar de la falta de actores institucionales y de la inestabilidad del mercado, es estable, dado el carácter permanente del cultivo y el conocimiento de los productores.

Análisis de vulnerabilidad y estrategias de adaptación

La correlación de factores que más inciden en la sensibilidad y capacidad de adaptación (Tabla 1), arroja mayor grado de significancia entre la falta de sistema de riego y la poca disponibilidad de agua, es decir, la falta de riego está en mayor medida influenciada por baja disponibilidad agua (-0,54), lo cual aumenta la sensibilidad del cultivo. Como se mencionaba anteriormente, la principal fuente de agua es la lluvia, seguido por nacimientos (26%), o ríos como el Apulo y el Bogotá. Muy pocos cuentan con estrategias de almacenamiento; por tanto, para reducir la sensibilidad el cultivo a eventos de sequía, además de la gestión para el establecimiento de riegos, se debe garantizar la disponibilidad de agua, mediante infraestructura para el almacenamiento de esta para afrontar las épocas críticas.

La falta de fertilización y el inadecuado manejo fitosanitario son condiciones que aumentan la sensibilidad del cultivo y aparecen significativamente influenciadas por acceso a crédito (-0,505) y (-0,436), respectivamente. Puesto que estas prácticas requieren inversión en productos agroquímicos, sin duda, la falta de capital y de acceso a crédito limitan la implementación de estas labores. En síntesis, las variables de capacidad de adaptación que se pueden intervenir y que se espera impacten positivamente en la reducción de la sensibilidad a eventos de sequía son acceso a crédito, servicio de asistencia técnica local y disponibilidad de agua para uso de riego de los cultivos.

DISCUSIÓN

Si bien el escenario de condiciones de déficit hídrico fue priorizado por los productores como el escenario climático que mayor adversidad representa para el cultivo de mango en Anapoima, expertos manifiestan que puede ser



Figura 4. Estrategias de recolección y almacenamiento de agua para uso doméstico (A y B) y productivo (C). Fuente: Registro fotográfico propio

Figure 4. Water collection and storage strategies for domestic (A and B) and productive (C) use. Source: Own photographic record

beneficioso para el cultivo en el trópico, dado que el estrés hídrico funge como un estimulador natural o inductor floral (García, 2011), siempre y cuando se tenga la posibilidad de riego para cortar el estrés y estimular la iniciación reproductiva o floral en cualquier época del año; esta condición no se cumple en este municipio, donde la falta de agua y de sistemas de riego son limitantes productivas (CORPOICA, 2014; García, 2011).

El proceso de floración es quizás el estadio más significativo en el estudio de la fenología y, a su vez, es clave para adaptabilidad de las especies a condiciones agroecológicas de cada región (García, 2010). En diversas partes del mundo, es necesaria la utilización de productos químicos que puedan alterar los procesos de iniciación e inducción floral, ya que es posible adelantar y concentrar la floración con productos como el nitrato de potasio (Quijada et al., 2009), la razón principal de su uso en cada caso es: interferir en la síntesis de giberelina, la cual es considerada como el promotor de crecimiento o inhibidor floral (Kulkarni, 2004; Davenport y Núñez-Elisea, 1997; Davenport, 2006), y acelerar la maduración de brotes nuevos o promover la iniciación de brotes en reposo, pero ya maduros (García, 2011).

Por tanto, la práctica de inductores florales, puede ser una opción tecnológica que incrementa la resiliencia a eventos prolongados de sequía; no obstante, la anterior hipótesis plantea necesariamente el uso de técnicas de manipulación de la floración mediante métodos químicos y/o físicos (Quijada et al., 2009;

Ramírez & Davenport, 2010). Por tanto, es necesario validar en campo en condiciones reales la duración de cada etapa fenológica (García, 2011).

El aumento de la resiliencia debe involucrar prácticas y labores integradas, con el fin de reducir las pérdidas o incrementar la productividad (FAO, 2014). Se debe equilibrar el proceso vegetativo y reproductivo a partir del conocimiento de su fenología o patrón anual del crecimiento, en respuesta a las condiciones ambientales. Para tal fin, además del tipo de patrón utilizado, la variedad (copa), el manejo de la planta, el riego y la fertilización, se deben usar adicionalmente técnicas alternas que incrementen los procesos de floración y fructificación (Whiley, 1993 y FONAIAP, 1998, citado por García, 2011; Comino Rodrigo, Senciales González, & González Moreno, 2014).

Por su parte, la práctica de la fertilización debe obedecer a las diferentes etapas fenológicas y desarrollo de los árboles, la cual se puede realizar por vía edáfica o foliar, con fertilizantes aprobados y registrados, libres de sustancias tóxicas, principalmente de metales pesados (CORPOICA y ASOHOFRUCOL, 2013).

Tradicionalmente, los productores han variado algunas técnicas de siembra o preparación de suelo, según las condiciones de humedad que perciban. En particular, para sistemas permanentes, lo que más determina, es el manejo tecnológico del cultivo y asociados (Claverías, 2000). Por tanto, las labores de inducción floral, fertilización y manejo

fitosanitario, son complementarias y deberán ser implementadas de manera conjunta, puesto que la inducción floral permite mayor número de flores, la fertilización garantiza un buen llenado de frutos, y el manejo fitosanitario, reduce pérdidas por plagas y enfermedades y mejora la calidad de la producción. Estas prácticas deberán ser implementadas bajo un criterio técnico en la medida de las posibilidades de acuerdo con las condiciones agroecológicas de la zona y a las condiciones socioeconómicas de cada productor.

La mayor parte de las estrategias para incrementar la capacidad de adaptación, están interrelacionadas, y aunque a diferente nivel, son compatibles entre sí. Un ejemplo serían programas de mejoramiento de los sistemas de producción, que partan de un mejoramiento de infraestructura pública, innovaciones tecnológicas, con un fuerte componente de capacitación y estrategias con garantías en el mercadeo (Turbay et al., 2014; FAO, 2014). Proyectos como el de alianzas productivas son un buen referente, en la medida en que buscan suplir algunas de las falencias de los productores.

Se deben considerar arreglos colectivos que minimicen el riesgo individual y favorezcan la distribución del riego ante un evento climático y se aprovechen los recursos disponibles como mano de obra, propiedad sobre la tierra y tradición agrícola. Estrategias como seguros de cosecha, construcción de infraestructura pública y organizaciones que contribuyan al mejoramiento de los sistemas productivos (Turbay et al., 2014; Machado Vargas, Nicholls Estrada, & Ríos Osorio, 2018). Todos los esfuerzos, deben desembocar en el fortalecimiento de las capacidades locales, en un marco de acompañamiento institucional.

Finalmente, es importante promover espacios de gestión de información climática local, con el fin de que productores, asistentes técnicos y, en general, habitantes rurales, puedan enriquecer el proceso de toma de decisiones sobre sus cultivos; no obstante, se debe cuidar que el mensaje que se transmita no cree desconfianza o un sentimiento de impotencia que muestre al cambio climático como un problema que no

tiene solución (O'Neill, 2009).

Por lo anterior, las iniciativas para reducir la vulnerabilidad deberán incrementar el capital social de los productores mediante el fomento de espacios comunitarios a nivel veredal o municipal, así como la participación en espacios (juntas de acción comunal JAC y organizaciones de productores), mediante las cuales se gestionen proyectos productivos que contribuyan a reducir la vulnerabilidad a eventos climáticos y a amenazas de tipo socioeconómico como el mercado.

CONCLUSIONES

El cultivo de mango en Anapoima, Cundinamarca (Colombia), presenta sensibilidad moderada a condiciones de déficit hídrico, debido principalmente a la falta de o inadecuadas prácticas de manejo, en su orden, la falta de prácticas de fertilización, falta de inducción floral, manejo fitosanitario inadecuado y falta de sistemas de riego. Por el contrario, las que reducen la sensibilidad del cultivo son agrodiversidad de las unidades productivas y el material genético sembrado en la región.

Se identifica una baja capacidad de adaptación de los productores de mango, lo que redundará en mayor vulnerabilidad a eventos de sequía, siendo la propiedad sobre la tierra, toma de decisiones, comercialización y mano de obra disponible los factores que determinan en mayor medida esta situación. Por su parte, los factores que restan esta capacidad son la poca diversidad de actividades económicas o dependencia agrícola, el mínimo acceso a información climática, la falta de asistencia técnica y la falta de disponibilidad de agua para riego.

La falta de riego está en mayor medida influenciada por baja disponibilidad de agua, lo cual aumenta la sensibilidad del cultivo. Por su parte, la falta de fertilización y el inadecuado manejo fitosanitario son condiciones que aumentan la sensibilidad del cultivo y aparecen significativamente influenciadas por acceso a crédito.

Las tecnologías que podrían reducir la vulnerabilidad a eventos de déficit hídrico son prácticas de inducción floral, fertilización y

manejo fitosanitario, las cuales son complementarias y deberán ser implementadas de manera conjunta. Para tal fin, se podrá acceder a crédito y establecer y fortalecer estrategias para la captación y conservación de fuentes hídricas que permitan el acceso al recurso agua. Se deberá incrementar el capital social de los productores y aprovechar los recursos disponibles por los productores, como la propiedad sobre la tierra, la tradición productiva y la mano de obra disponible.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Nadia Yurany Luque Sanabria y Maria del Mar Galvis, profesionales de apoyo de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, C. I. Tibaitatá, por la recolección de información primaria y acompañamiento a las visitas a los predios y actividades en conjunto con productores de la zona; así como a Astrid Verónica Bermúdez Díaz por la revisión del texto y valiosos aportes y comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Berkes, F., Coling, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 1251-1262.
- Busso, G. (2001). *Vulnerabilidad Social: Nociones e Implicancias de Políticas para Latinoamérica a Inicios del Siglo XXI*. Seminario Internacional Las Diferencias Expresiones de la Vulnerabilidad Social en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.
- Busso, G. (2002). Vulnerabilidad Social, Exclusión, y Pobreza en el Contexto Latinoamericano. Situación Actual, Opciones y Desafíos para las Políticas Sociales a Comienzos del Siglo XXI. Centro Latinoamericano y del Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población CEPAL, con el Apoyo Financiero del Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP).
- Busso, G. (2002). Vulnerabilidad Social, Exclusión, y Pobreza en el Contexto Latinoamericano. Situación Actual, Opciones y Desafíos para las Políticas Sociales a Comienzos del Siglo XXI. Centro Latinoamericano y del Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población CEPAL, con el Apoyo Financiero del Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP).
- Carontaña, T., y Hernandez, D. (2017). Indicador de Vulnerabilidad de Especie ante el Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, 23(53), 75-103. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721/721523840>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y Triangulación como Procesos de Validación del Conocimiento en Investigación Cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- Claverías, R. (17 de 4 de 2000). Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED). Obtenido de Conocimientos de los campesinos andinos sobre los predictores climáticos: elementos para su verificación: Conocimientos de los campesinos andinos sobre los predictores climáticos: elementos para su verificación.
- Comino Rodrigo, J., Senciales González, J. M., & González Moreno, J. M. (2014). La necesidad de considerar los riesgos climáticos en la introducción de cultivos tropicales en latitudes medias. El mango en el valle del Guadalhorce (Málaga). *Investigaciones Geográficas (Esp)*(62), 127-141. doi:10.14198/INGEO2014.62.09
- CORPOICA Y ASOHOFRUCOL. (2013). Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. Bogotá: SIEMBRA. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. (2014). Informe de Línea de base del Sistema de Mango en el municipio de Anapoima, Cundinamarca. Proyecto Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática.
- FAO. (2014). Historias de Éxito de la FAO sobre Agricultura Climáticamente Inteligente . Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO: <http://www.fao.org/3/a-i3817s.pdf>
- García, J. (2011). *Fenología del Cultivo del Mango (Mangifera indica L.) en el Alto y Bajo Magdalena. Bases Conceptuales para su Manipulación*. Espinal, Tolima: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Instituto de Hidrología. (2011). Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad y Análisis de Riesgos Asociados en la Cuenca Alta del Río Cauca. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM - Programa de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano . (2011). Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Análisis de Riesgos Asociados en la Cuenca Alta del Río Cauca. Bogotá, Colombia.
- IPCC. (2012). Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Ladino, I. N. (10 de 10 de 2015). Percepción social sobre vulnerabilidad del sistema de mango a eventos de variabilidad climática. (C. E. Parra, Entrevistador)
- Machado Vargas, M. M., Nicholls Estrada, C. I., y Ríos Osorio, L. A. (2018). Social-ecological resilience of small-scale coffee production in the Porce river basin, Antioquia (Colombia). *Idesia (Arica)*, 36(3),

Indicadores de vulnerabilidad a condiciones de déficit hídrico en el sistema de producción de mango

- 141-151. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001801>.
- Maka, L., Ighodaro, I. D., & Ngcobo-Ngotho, G. P. (2019). Capacity development for scaling up Climate-Smart Agriculture (CSA) innovations: agricultural extension's role in mitigating climate change effects in Gqumashe community, Eastern Cape, South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension*, 1(47), 45-53.
- Mariño, N. (2013). *Reflexiones sobre la perspectiva cultural en las políticas de cambio climático en Colombia*. En A. Ulloa, *Perspectivas Culturales del Clima*. Biblioteca Abierta. Perspectivas Ambientales (págs. 495-528). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales*. Bogotá.
- O'Neill, S. (2009). An iconic approach to representing climate change. (A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy). Norwich, UK.: University of East Anglia, Department of Environmental Sciences.
- Pardo Buendía, M. (2007). El Impacto Social del Cambio Climático. *Panorama social*, 5, 22-35. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10016/10448>
- Quijada, O., Herrero, B., González, R. G., Ángel, C., & Camacho, R. (2009). Influencia de la poda y de la aplicación de nitrato potásico y tiosulfato potásico sobre el mango en Maracaibo, Venezuela. II. Producción e índices de eficiencia productiva. *Agronomía Tropical*, 59(3), 289-296. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000300005&lang=es
- Ramírez, F., & Davenport, T. L. (2010). Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*, 126, 65-72. doi: 10.1016/j.scienta.2010.06.024.
- Reyes Anistro, G. I., Adame Martínez, S., & Cadena Vargas, E. (2018). Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays*. *Sociedad y Ambiente*, 17. doi: 10.31840/sya.v0i17.1842
- Samper, M. (2005). Redes Sociales y entre Experimentadores y Campesinos en Pusriscal, Costa Rica. *Ciencias Sociales*, 106.
- Touraine, A. (1996). Juventud y democracia en Chile. *Revista Iberoamericana de Juventud*, 1, 36-48.
- Touraine, A. (2000). ¿Podremos vivir juntos? La discusión pendiente: El destino del Hombre en la Aldea Global. Ciudad de Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., Vélez, J. J., & Ocampo, O. L. (2014). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. (UNAM, Ed.) *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 85, 95-112. doi: 10.14350/ig.42298.
- Ulloa, A. (2014). Dimensiones culturales del clima: Indicadores y predicciones entre pobladores locales en Colombia. Batey: *Revista Cubana de Antropología Sociocultural*, 6, 17-33. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4885249>