

A man wearing a brown hat and glasses is shown in profile, focused on writing on a clipboard. He is wearing a light-colored, long-sleeved shirt. The background is a textured, painterly style with shades of blue, white, and brown. The text is overlaid on the upper right portion of the image.

# **MONITOREO CLIMÁTICO PARTICIPATIVO (MCP), UNA ESTRATEGIA BASADA EN EL ENFOQUE DE CIENCIA CIUDADANA.**

---

Estudio de caso en el área  
de influencia de la Central  
Hidroeléctrica Sogamoso,  
Santander, Colombia.

# MONITOREO CLIMÁTICO PARTICIPATIVO **(MCP)** **Una estrategia basada en el enfoque de Ciencia Ciudadana**

Estudio de caso en el área de influencia de la Central  
Hidroeléctrica Sogamoso, Santander, Colombia.

Autores:

Andrés Julián Rueda Quecho  
Fabián Alberto Rangel Silva  
Kateryn Julieth Grimaldos Torres  
Ingrid Katherine Carrillo Cárdenas  
Abel Antonio Merchán Silva  
Javier Díaz Cediél  
Omar Oswaldo Salamanca Pérez  
Helmer Alexis Guzmán López

Noviembre de 2019



Fundación  
**Natura**  
COLOMBIA

---

La información consignada en esta publicación hace parte del Convenio No. 47/681, suscrito entre ISAGEN y FUNDACIÓN NATURA COLOMBIA, “Programa para atender la percepción de la comunidad acerca de posibles cambios microclimáticos ocasionados por el embalse”.

Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite la fuente.

**Citación Sugerida:** Rueda, A., Rangel, F., Grimaldos, K., Carrillo, I., Guzmán, H., Merchán, A.,... Salamanca, O. (2019). *Monitoreo Climático Participativo (MCP), una estrategia basada en el enfoque de Ciencia Ciudadana. Estudio de caso en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso, Santander, Colombia*. Bogotá, Colombia: Fundación Natura.

© ISAGEN S.A. E.S.P  
www.isagen.com.co

Camilo Marulanda López

**Director General**

**Equipo Técnico**

Javier Cardona  
Manfry Gómez  
Pablo Rodríguez  
Jorge M. Ríos

© Fundación Natura

Elsa Martilde Escobar

**Directora Ejecutiva 1997-2019**

Clara Ligia Solano

**Directora Ejecutiva**

Claudia Lorena Franco

**Subdirectora**

Sandra Galán

**Oficial de Proyectos**

Mauricio Rosas

**Coordinador Financiero**

Andrea Gutiérrez De Piñeros

**Coordinadora Administrativa**

Eliana Garzón

**Jefe de Comunicaciones**

---

**Todos los derechos reservados**

© Fundación Natura  
© ISAGEN S.A. E.S.P

**Equipo Técnico**

Andrés Julián Rueda Quecho  
Fabián Alberto Rangel Silva  
Kateryn Julieth Grimaldos Torres  
Ingrid Katherine Carrillo Cárdenas  
Abel Antonio Merchán Silva  
Javier Díaz Cediel  
Omar Oswaldo Salamanca Pérez  
Helmer Alexis Guzmán López

**Sistematización y apoyo en análisis estadístico**

Fabián Alberto Rangel Silva

**Diseño y Diagramación**

María Isabel López Reyes

**Ilustraciones**

María Isabel López Reyes  
Alejandro Martínez Fariratofe

**Cartografía**

Wilson Gómez

**Fotografía**

Ingrid Katherine Carrillo  
Omar Oswaldo Salamanca  
Kateryn Julieth Grimaldos Torres  
Paola Andrea Raga Naranjo

**Edición**

Claudia Campos Rozo

1a. edición, diciembre de 2019

ISBN: 978-958-8753-62-1

ISBN DIGITAL: 978-958-8753-63-8

Impreso por: La Imprenta Editores S.A.

# TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	9
<b>PRIMERA PARTE: MONITOREO CLIMÁTICO PARTICIPATIVO (MCP), UNA ESTRATEGIA DE CIENCIA CIUDADANA.....</b>	<b>13</b>
1. ¿Dónde hicimos el proyecto?.....	15
2. Marco conceptual.....	19
3. Principios que guían el MCP.....	25
4. ¿Cómo hicimos el MCP?.....	29
5. Logros.....	43
6. Lecciones aprendidas.....	51
7. El futuro.....	55

<b>2. SEGUNDA PARTE: TEJIENDO EXPERIENCIAS.....</b>	<b>59</b>
1. Luis Antonio Torres.....	60
2. Natanael Ramirez Ortiz.....	66
3. Andrea Sandoval Garavito.....	72
4. Dora Inés Prada.....	78
5. Graciela León Orejarena.....	84
6. Orfidia Díaz Solano.....	90
AGRADECIMIENTOS.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXO TÉCNICO.....	102

## PRESENTACIÓN

Este libro es fruto del trabajo mancomunado entre la población de los municipios aledaños a la Central Hidroeléctrica Sogamoso (Santander, Colombia), la Fundación Natura e ISAGEN, que se gestó dentro del contexto de los estudios ambientales elaborados por la empresa, entidad responsable de la obra.

La experiencia que plasmamos nace de las inquietudes de las comunidades vecinas al embalse en relación con los cambios que este podría generar en el microclima de la región y cómo esas variaciones afectarían los ciclos fenológicos, fitopatológicos y productivos de las principales especies agrícolas cultivadas en sus sistemas productivos. De ahí surgió el Proyecto de Monitoreo Climático, que eventualmente derivó en el Monitoreo Climático Participativo (MCP).

El MCP tiene como eje central la participación activa y voluntaria de los habitantes de la región, quienes, con apoyo del personal técnico de la Fundación Natura, se han puesto en la tarea de registrar los datos meteorológicos en sus fincas para posteriormente analizarlos y relacionarlos con los ciclos y la productividad de sus cultivos.

Además del valor de los datos y de los análisis logrados durante los siete años en los que se ha venido desarrollando el MCP, queremos destacar el aporte

de los pobladores locales en esta experiencia. Sus registros, percepciones, conocimientos y análisis han enriquecido este programa de una manera sustancial en muchos aspectos. El MCP ha incentivado procesos sociales y personales que se constituyen en resultados tan valiosos como los buscados a través de los registros climáticos.

Ese es el espíritu que anima esta publicación, en la que queremos reflejar la experiencia del MCP para que pueda apoyar procesos de este tipo en otras regiones del país.

Dedicamos esta publicación a los campesinos, maestros y estudiantes que día a día, con convencimiento, compromiso y claridad, han hecho que el MCP sea una realidad aplicada en su región. Sabemos que esta es una semilla que abre la puerta a una nueva manera de participación ciudadana y plantea retos futuros sobre la gobernanza climática que los habitantes del territorio pueden desarrollar frente a desafíos más amplios, como la consolidación concreta de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático.

Clara Ligia Solano  
**Directora Ejecutiva**

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones atmosféricas y los ciclos climáticos se vinculan de manera estrecha con las actividades productivas que los pobladores locales desarrollan en sus territorios. Esta interacción genera un conocimiento y unas percepciones propias tanto del clima y sus fenómenos como de sus efectos sobre los sistemas productivos. Paralelamente, el monitoreo climático desde las herramientas usadas por los meteorólogos aporta datos muy precisos al respecto.

Es indudable que una gestión colaborativa en el monitoreo de las variables meteorológicas entre los diferentes actores que actúan en un determinado territorio ofrece múltiples ventajas y conlleva la construcción de territorios climáticamente inteligentes, con estrategias que contribuyen a generar procesos de adaptación a la variabilidad y al cambio climático.

En el contexto de la construcción de la Central Hidroeléctrica Sogamoso, en el departamento de Santander, Colombia, se identificó la preocupación de la población aledaña al cuerpo de agua por posibles modificaciones en el microclima asociadas al cambio en el uso del suelo, condición que, según la percepción de los habitantes de la zona, transformaría el ciclo de factibilidad para la siembra, el desarrollo y la producción de cultivos agrícolas.



Para responder a estos interrogantes, ISAGEN y la Fundación Natura firmaron un convenio para desarrollar el Programa de Monitoreo Climático (PMC). El programa tuvo como objeto elaborar el diseño conceptual y metodológico para la construcción de una línea base que permitiera profundizar en el conocimiento de las condiciones meteorológicas y agronómicas del área dispuesta para el estudio.

Para complementar el monitoreo climático automatizado y agronómico y en respuesta a las peticiones de los pobladores, quienes querían participar en la toma de registros meteorológicos, se inició el **Monitoreo Climático Participativo (MCP)**. Esta nueva iniciativa representó grandes retos institucionales, dado que implicaba generar en el territorio un contexto incluyente de conocimiento conjunto y aplicado a la realidad local y regional.

El MCP es, entonces, una actividad de colaboración comunitaria para el registro y análisis de datos meteorológicos, en la que los pobladores son los que toman nota de las diferentes variables climáticas en sus fincas y, con base en los datos recolectados, aplican acciones necesarias para aumentar la productividad de sus cultivos. Así, el MCP se ha constituido en una **estrategia complementaria** para el cumplimiento del *Programa de Monitoreo Climático (PMC)* en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso en el departamento de Santander, Colombia, que hace parte del licenciamiento ambiental de la hidroeléctrica.

El MCP ha contado con la colaboración de más de 100 pobladores locales en total y se basa en la Ciencia Ciudadana, enfoque que articula la participación de los ciudadanos en los estudios científicos para la generación continua y eficiente de conocimiento. Esto, dentro de un escenario de participación y responsabilidades compartidas, en el cual todos los actores que habitan el territorio pueden aportar su conocimiento y gestionar su desarrollo.

El objetivo del presente libro es mostrar la experiencia desarrollada por la Fundación Natura e ISAGEN para la implementación del Monitoreo Climático Participativo (**MCP**) en sistemas productivos rurales.

La primera parte del libro expone particularidades del proyecto MCP: una descripción del área en donde se desarrolló; la pregunta que guió el proceso; el enfoque conceptual desde la Ciencia Ciudadana y los principios que se aplicaron en el MCP; la manera en que se elaboró el proyecto y los logros obtenidos hasta ahora. También contiene un aparte en el que se describen las principales lecciones aprendidas y las acciones que se van a emprender, dentro del contexto del MCP, en el futuro cercano.

La segunda parte presenta historias de vida de monitores participantes; en ellas se expone la vivencia en el territorio, la experiencia como agricultor(a), el entorno familiar y los principales aprendizajes que le ha dejado a cada uno el ser parte de la estrategia de MCP.





## PRIMERA PARTE

---

### ***MONITOREO CLIMÁTICO PARTICIPATIVO (MCP), una estrategia de ciencia ciudadana***

“Dime algo y lo olvidaré,  
enséñame algo y lo recordaré,  
hazme partícipe de algo  
y lo aprenderé”

Benjamín Franklin

## 1. ¿DÓNDE HICIMOS EL PROYECTO?

El área de estudio se localiza en el departamento de Santander, en la zona colindante con la Central Hidroeléctrica Sogamoso, en los Municipios de San Vicente de Chucurí, Betulia, Zapatoca y Girón, ubicados en la cuenca baja del río Chucurí y Sogamoso (ver Figura 1).

Los pobladores de la región son campesinos que tienen fincas de pequeña extensión, todas ellas insertas en el mercado local. Allí cultivan principalmente cacao, café, cítricos, aguacate, plátano y tabaco. Los cinco primeros cultivos se ubican en la cuenca del Chucurí y el último en la vertiente baja del Sogamoso.

El cacao en sus dos variedades (híbrido y clonado) es la base de la economía de la región. Estos cultivos son arreglos multifuncionales; en una misma hectárea se encuentran el cacao como especie principal asociada al plátano, la yuca, y los frutales (Rueda, 2013).

La mano de obra es familiar y solamente durante la época de cosecha se contratan trabajadores externos. El cacao, por ser una especie a la cual no

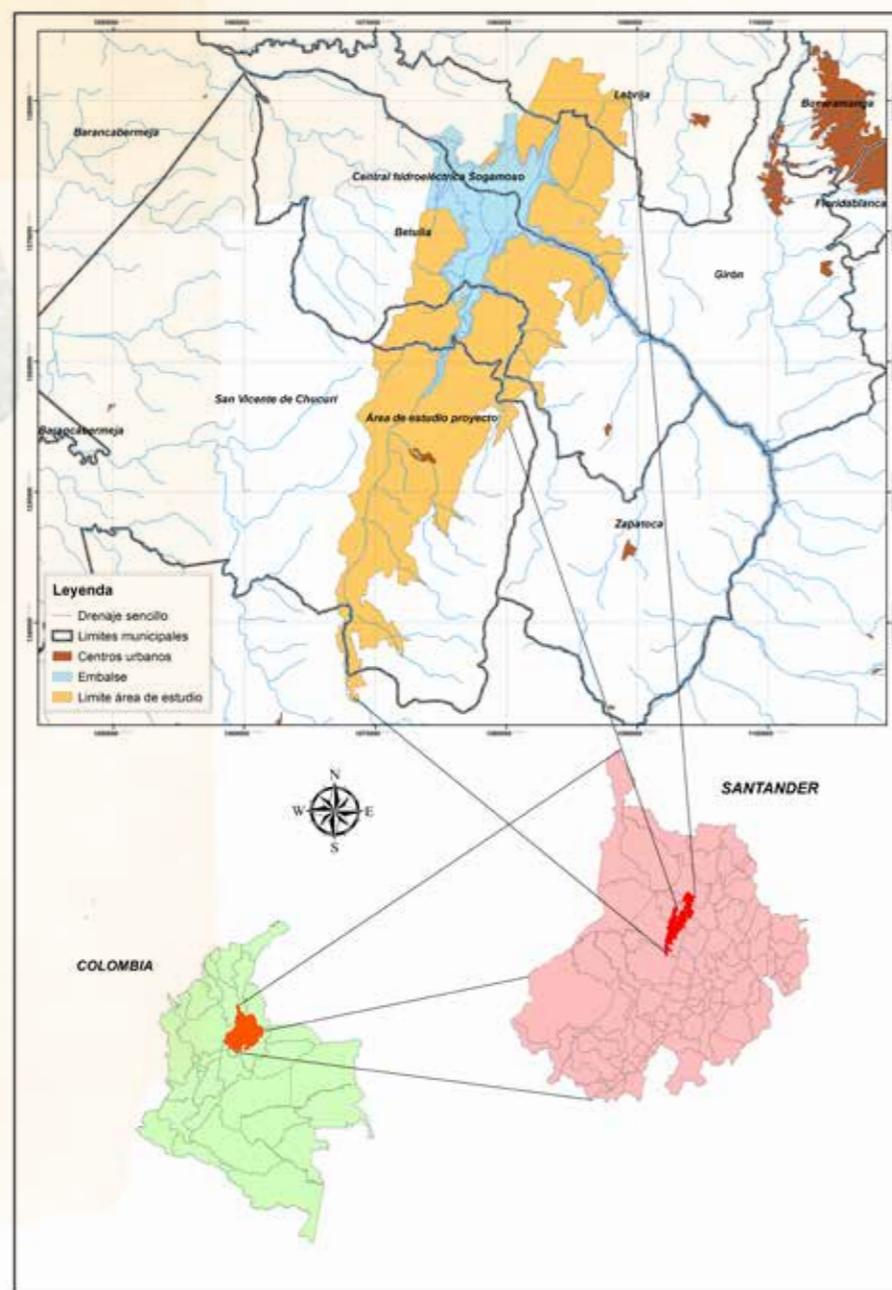


Figura 1. Área del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

se le caen los frutos una vez están en su estado de maduración (Federación Nacional de Cacaoteros, 2016), se sincroniza eficientemente con las dinámicas de la economía campesina. Esta circunstancia permite que el labriego regule su trabajo y desarrolle las actividades que el cultivo demanda en rangos de tiempos más amplios. La tecnología aplicada en los sistemas productivos es de tipo tradicional. Actividades como la fertilización química o el control de arvenses por medio de herbicidas no son predominantes y las labores de deshierbe y control de enfermedades se realiza de forma manual (Rueda, 2013).

Las principales enfermedades del cultivo del cacao son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la fitóftora (*Phytophthora palmivora*) y la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*), causantes de pérdidas significativas en la producción. El mal manejo del ciclo del hongo en estas enfermedades acrecienta la pérdida de la producción.

En cuanto al cultivo del café, las enfermedades más predominantes son la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*). Respecto a esta última, el hecho de que los cultivos estén asentados en niveles altitudinales por debajo de los 1 000 metros sobre el nivel del mar con temperaturas medias por encima de los 23°C, aunado a que las labores para su control son deficientes, conlleva que el insecto que la causa se desarrolle con mayor eficiencia (Bustillo, 2006).

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 ¿Para qué queríamos hacer el MCP?

Como se mencionó en la Introducción, el motivo de esta investigación fue la inquietud de las comunidades locales en relación con los posibles impactos del cuerpo de agua del embalse sobre el clima local y los cultivos. Por lo tanto, para guiar el proceso metodológico, la pregunta general de investigación fue la siguiente:

**¿Puede el cambio en el uso del suelo variar de manera significativa el microclima y, por tanto, el ciclo de los cultivos y sus dinámicas fitosanitarias y productivas en la zona circundante al embalse?**



El planteamiento de la pregunta de investigación y la respectiva búsqueda de respuestas a través del monitoreo agroclimático se debían integrar a una escala temporal con respecto al inicio del llenado del embalse<sup>1</sup>. Por ello, el desarrollo de la hipótesis (la modificación potencial del microclima y del ciclo de los cultivos debido al cambio en el uso del suelo) y del diseño experimental del monitoreo se definieron tres años y medio antes de este evento. De esta manera, se buscaba que los procesos técnicos y comunitarios necesarios para la toma de datos fueran un continuo en el tiempo, antes (línea base) y después de la conformación del embalse de la Central Hidroeléctrica Sogamoso (Pinilla, *et al.*, 2018).

## 2.2 ¿Por qué trabajamos desde la Ciencia Ciudadana?

Para desarrollar el MCP se decidió adoptar el enfoque de participación colectiva que propone la Ciencia Ciudadana, el cual incluye de manera activa y comprometida a la ciudadanía en estudios que se ejecutan en sus territorios (Cooper, 2019; Irwin, 1995). Desde esta perspectiva, se pretende robustecer el intercambio de conocimiento, aumentar el acceso a la información y construir una causa común entre ciencia y sociedad (Pettibone *et al.*, 2017).

El enfoque viene ganando adeptos a nivel mundial como fuerza alternativa debido a los altos beneficios sociales (Senabre, Ferran y Perelló, 2018).

ESCA<sup>2</sup> (The European Citizen Science Association) ha identificado diez principios que enmarcan la Ciencia Ciudadana (ver Figura 2).

<sup>1</sup> El llenado del embalse a plenitud se produjo en diciembre del 2014.

<sup>2</sup> En la actualidad existen varias asociaciones internacionales que suscitan el desarrollo y la conceptualización de procesos de Ciencia Ciudadana: Citizen Science Association (CSA), Australian Citizen Science Association (ACSA) y European Citizen Science Association (ESCA) (Piña, 2017).

La funcionalidad de la Ciencia Ciudadana ha sido potencializada por el desarrollo tecnológico de herramientas de la información (TIC) y la revolución digital (Finquelievich y Fischnaller, 2014). La cultura del dato está permeando todos los ámbitos sociales y abre la puerta para que una mayor parte de la población pueda entrar al mundo de la ciencia bajo escenarios colaborativos.

Por medio de las herramientas tecnológicas y el acompañamiento de la sociedad se crea eficiencia en la recolección de la información, no solo a nivel temporal, sino que se amplía la espacialidad de los registros (OECD, 2015). Sumado a lo anterior, autores como Jordan *et al.* (2015) argumentan que esta iniciativa debe ser reconocida como un campo de investigación nuevo y diferente, debido a que cumple todos los parámetros para ello.

Por otra parte, la Ciencia Ciudadana desempeña un papel fundamental en vincular a personas del común para que asuman retos frente al cambio climático. Cooper, Shirk y Zuckerberg (2014) exponen que un número significativo de programas de Ciencia Ciudadana han actuado durante décadas como fuente constante y confiable de información en varios lugares del mundo; estos esfuerzos conjuntos han permitido evidenciar cambios globales en los ecosistemas y hacer visible los impactos del cambio climático.

Por último, Colombia presenta avances sustanciales en la aplicabilidad de proyectos con enfoque de Ciencia Ciudadana. El Instituto Humboldt y el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB) realizaron en el año 2016 el primer “Encuentro de Ciencia Participativa sobre Biodiversidad”. Como resultado, se estableció que la Ciencia Ciudadana se debe incorporar como modelo educativo, el cual debe ser abordado desde una mirada holística, multidisciplinar y policultural, integrando los intereses de la comunidad con aspectos claves del desarrollo de los territorios (Soacha y Gómez, 2016).

## LOS 10 PRINCIPIOS DE LA CIENCIA CIUDADANA



Figura 2. Los principios de la Ciencia Ciudadana  
Fuente: Elaboración propia. Modificado de The European Citizen Science Association (2017)

Tabla 1. Características de la Ciencia Ciudadana

ASPECTOS QUE CONTEMPLA	BENEFICIOS
Involucra al ciudadano como un individuo activo con capacidad para participar en el análisis y la toma de los registros, lo cual invierte la condición excluyente preestablecida sobre la función que cumplen las sociedades (Cooper, 2019; Piña, 2017).	Rompe con el statu quo establecido a priori en los estudios científicos y permite una alternativa de solución conjunta de las problemáticas compartidas (Cooper, 2019; Piña, 2017).
Toma de decisiones conjuntas entre los actores que interactúan (Cooper, Shirk y Zuckerberg, 2014).	Genera un nuevo conocimiento y una mejor comprensión de los contextos que se estudian, con un mayor costo-beneficio (Blaney et al., 2016).
Capacitación de los participantes a través de un acompañamiento continuo.	Empodera y democratiza la ciencia (Finquelievich y Fischaller, 2014; Pocock, Chapman, Sheppard y Roy, 2014).
Establecimiento de manera unificada de los métodos y materiales que se utilizarán en la recolección de la información (Danielsen et al., 2009; Pettibone et al., 2017).	Articula y potencializa decisiones de gestión del territorio por medio de un conocimiento compartido (Blaney et al., 2016; Jordan, Crall, Gray, Phillips y Mellor, 2015).
La participación de la gente puede estar vinculada a la recolección de datos, a tareas de análisis, experimentos participativos, inteligencia colectiva y juegos formativos (Blaney, Philippe, Pocock y Jones, 2016; Bonney et al., 2009; Cooper et al., 2014).	Genera confianza y seguridad en los resultados arrojados en las mediciones y análisis.
Elaboración de estrategias para facilitar que los colaboradores entiendan, relacionen y analicen las variables que se están observando y midiendo (Bonney et al., 2009).	Hay mayor posibilidad de que los resultados sean validados y apoyados a lo largo de las fases de ejecución de la investigación (Bonney et al., 2009).
Establecimiento de un diálogo de saberes entre las partes sobre los resultados obtenidos.	Obtención de resultados nuevos que articulan y potencializan decisiones de gestión del territorio por medio de un conocimiento compartido (Blaney et al., 2016; Jordan, et al., 2015).
	Incrementa la posibilidad de conseguir nuevas oportunidades de aprendizajes de doble vía a través de la articulación de saberes técnicos, empíricos y tradicionales (Soacha y Gómez, 2016).
	Obtención de acuerdos conjuntos en la validación de la información recopilada, lo cual garantiza la durabilidad del proceso y su consistencia en el tiempo (Escobar, Pérez, Rojas y Leighton, 2018; Overdeest, Huyck y Stepenuck, 2004).

Fuente: Elaboración propia

## 3. PRINCIPIOS QUE GUÍAN EL MCP

Con base en el enfoque de la Ciencia Ciudadana, se establecieron unos principios que impregnan el proyecto y sobre el cual se fundamenta.

### 3.1 Participación

El MCP no solo nace de una iniciativa local, sino que los pobladores son parte activa de todos sus aspectos del proyecto (diseño, metodología, toma de variables, análisis de los resultados, aplicación de estos). El equipo técnico de campo y los monitores son habitantes de la región y conocedores de las dinámicas socioculturales de la zona.

### 3.2 Flexibilidad

El proyecto tiene la capacidad de adaptar la metodología y los materiales a las particularidades de los participantes directos (monitores locales); así, cuando



un poblador se incorpora al proyecto, el proceso de acompañamiento se adapta a sus condiciones (escolaridad, edad, disponibilidad).

### 3.3 Colaborativo

Es un ejercicio colaborativo, en el que los monitores locales reconocen los beneficios que pueden obtener si hay un registro de las variables climáticas. Así, la motivación para participar no es el dinero, sino el uso de los resultados para mejorar sus cultivos y entender las condiciones climáticas de su área a través del espacio y del tiempo.

### 3.4 Comunicación

Se generan espacios de interacción en los que se difunden los resultados, se toman decisiones de manejo y se amplía el espectro de participación. Los monitores locales actúan como líderes y facilitadores de esos procesos. Se elaboran materiales que plasman las percepciones de los pobladores y el resultado del monitoreo.

### 3.5 Intercambio de conocimientos

Este intercambio se establece en doble vía (los conocimientos especializados de los técnicos y los tradicionales y empíricos de los pobladores). Toma en cuenta las expectativas y percepciones de los campesinos y sus propuestas de desarrollo y, de igual manera, la importancia de la rigurosidad de la toma de

datos que es propia de la ciencia occidental. Implica el respeto por el saber del otro y el reconocimiento de sus aportes en el quehacer diario.

### 3.6 Aplicabilidad de los resultados

Los registros tomados por cada uno de los monitores se reflejan eventualmente en decisiones de manejo de sus sistemas productivos, que pueden ampliarse a la planificación regional con base en la caracterización climática del territorio.

### 3.7 Continuidad

Se busca que sea un proceso a largo plazo; eso implica un desarrollo gradual de la metodología, que se ajusta a la realidad de la región, y una interacción entre los actores sociales presentes en el territorio.



## 4. ¿CÓMO HICIMOS EL MCP?

### 4.1 Proyecto piloto

El Proyecto de Monitoreo Climático (PMC) fue el proceso que antecedió y permitió el origen del MCP. Como se mencionó en la introducción, el PMC comenzó en el año 2010, como parte de las acciones necesarias para el desarrollo de la licencia ambiental de la Central Hidroeléctrica Sogamoso.

Los pobladores le solicitaron a ISAGEN un seguimiento riguroso de las variables climáticas, a raíz de su preocupación por los posibles cambios que el nuevo cuerpo de agua, de 7 000 hectáreas, podría traer sobre el microclima, los ciclos productivos y los aspectos fitopatológicos y fenológicos de sus cultivos (cacao, café y tabaco, principalmente). Este programa se sigue desarrollando y hasta la fecha<sup>3</sup> se han tomado 102 meses de datos horarios de variables climáticas y 96 registros mensuales en parcelas agronómicas (ver Tabla 2).

<sup>3</sup> Se refiere a la fecha de publicación de este libro, diciembre del 2019.

**Tabla 2. Cobertura del PMC**

FECHA	ESTACIONES	VARIABLES QUE SE MIDEN	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	REGISTROS TOTALES A 2019	PARTICIPANTES
Junio de 2011- diciembre de 2019	7 estaciones de monitoreo meteorológico	Temperatura del aire, humedad relativa, evaporación, velocidad y dirección del viento	Horaria	102 meses de registros horarios	Tres investigadores agronómicos de campo, dos investigadores sociales, un investigador estadístico, un investigador en sistemas de producción y un investigador meteorológico de la Fundación Natura <sup>4</sup>
Enero de 2012 - diciembre de 2019	27 unidades de monitoreo agronómicas (21 de cacao, 4 de café, 2 de tabaco)	Condiciones fenológicas, fitopatológicas y productivas	Mensual	96 registros mensuales	

Fuente: Elaboración propia

4 De los 8 investigadores, 7 son oriundos de la región

Durante el año 2013, en una de las reuniones de socialización de los resultados, la población manifestó su desconfianza acerca de la veracidad de los datos climatológicos, alegando una posible manipulación por parte de las instituciones, y demandó ser partícipe del proceso. En ese momento, el enfoque del programa se amplió y se inició el MCP, que se ha desarrollado en diferentes momentos y como un proceso gradual de aprendizaje mutuo.

Como respuesta a esta solicitud, se acordó conjuntamente realizar un proyecto piloto durante seis meses con cuatro líderes campesinos voluntarios, quienes ya tenían unidades de monitoreo agronómico en sus fincas. Ellos se comprometieron a tomar datos en sus predios, cada uno de ellos ubicado en un municipio diferente del área de influencia de la hidroeléctrica (San Vicente de Chucurí, Betulia, Zapatoca y Girón). Tres de estas fincas tenían cultivos de cacao, café y frutales y una poseía cultivos de tabaco (ver Figura 3 y Tabla 3).

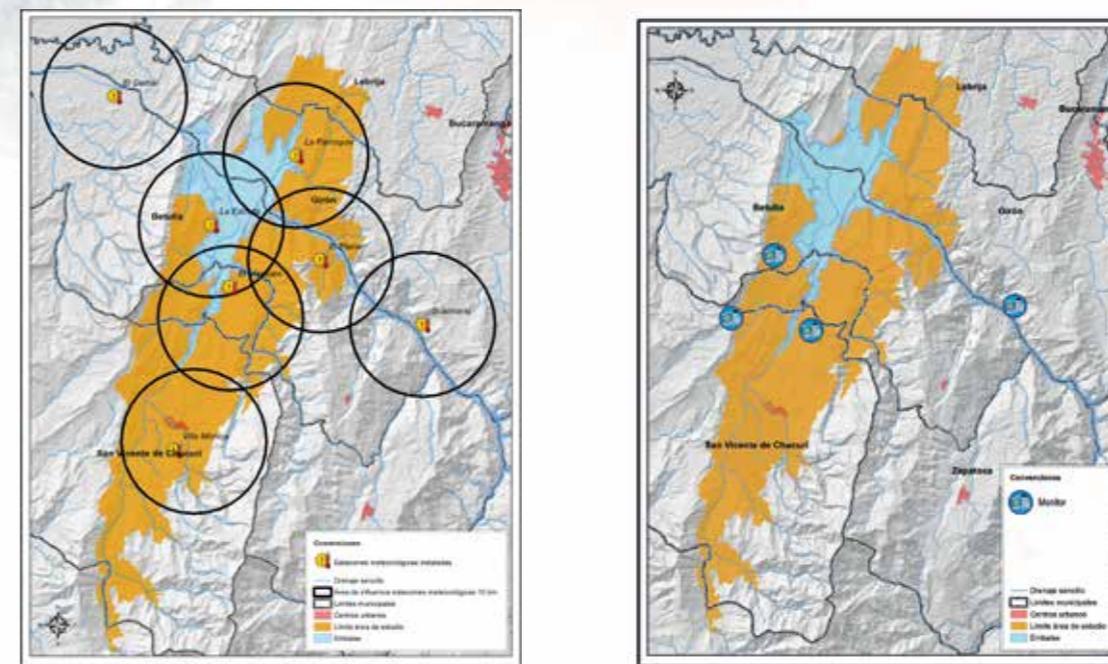


Figura 3. Ubicación de las estaciones meteorológicas satelitales del PMC (izquierda) y ubicación de los primeros 4 monitores participativos (derecha)

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, el principal reto se tornó en la construcción de una metodología de fácil adopción para el productor agrícola y que realmente sirviera para el manejo de los cultivos en las fincas. Para lograrlo, se requería que la recolección de datos por parte de los monitores locales fuera personalizada y con sensores manuales de registro de variables meteorológicas, a diferencia de lo que se estaba realizando con las estaciones del PMC, cuyo registro era automatizado. El propósito de esto era que el registro de los datos se convirtiera en una actividad diaria en la finca, permitiendo la continuidad y solidez necesarias para el monitoreo, y que el productor generara una relación con el dato y su análisis.

A cada participante del proyecto piloto se le entregó un pluviómetro básico y un termohigrómetro para medir la precipitación, la humedad relativa y la temperatura del aire diariamente en dos momentos específicos: 7 a.m. y 7 p.m. Igualmente, se les dio una libreta para que los anotaran. Se obtuvieron consolidados mensuales y se empezaron a realizar análisis conjuntos de los datos obtenidos.



Tabla 3. Proyecto piloto

	OBJETIVOS	COMPONENTES	INDICADORES	PARTICIPANTES
<b>PROYECTO PILOTO</b>	Definir un protocolo de registro de información de fácil adopción por parte de los pobladores	<p>Capacitación y aprendizaje del registro adecuado y constante de las variables climáticas.</p> <p>Acompañamiento constante a los monitores para resolver sus dudas.</p>	<p>Fácil adopción de los protocolos.</p> <p>Constancia en la toma de datos.</p> <p>Coherencia de los datos con los registros de las estaciones meteorológicas satelitales.</p>	4 pobladores voluntarios (líderes de la comunidad)
	Comparar los registros climáticos con las percepciones de los agricultores.	Análisis conjunto de los resultados y percepciones en relación con la productividad, la fitopatología y fenología de los cultivos.	Interpretación adecuada de la relación entre las variables climáticas y entre estas con los cultivos.	Técnicos de la Fundación Natura
	Relacionar los resultados de las variables climáticas con los cultivos (épocas de floración, enfermedades, y producción).		Aplicabilidad del análisis en las prácticas agrícolas de la finca (planeación del cultivo, manejo de las condiciones fitosanitarias, la fertilización y control de arvenses, etc.).	

Como resultado del plan piloto, se estableció que el **MCP** se estructurara en tres fases (ver Figura 4).



Figura 4. Fases establecidas para la implementación metodológica del MCP  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Incorporación de los monitores locales (aplicación del proyecto piloto)

Las fases del MCP se constituyen en un proceso secuencial que se realiza con cada poblador que se vincula al programa.

Al finalizar el proyecto piloto se realizó, en el mes de mayo del 2014, una reunión con los pobladores de la región en la que los 4 monitores narraron su experiencia. Esto animó a otros pobladores, quienes empezaron a incorporarse gradualmente al programa; inicialmente fueron 16 monitores y hasta la fecha han participado más de 100 personas con rangos de edad entre los 11 y 82 años. Algunas personas, por diferentes motivos, han abandonado el proceso y actualmente hay 91 productores tomando registros. Con cada uno de ellos, y a medida que se incorporan al programa, se sigue el protocolo establecido en las fases. Esto significa que es un proceso muy flexible e individualizado y la duración de cada fase depende de las circunstancias del participante.

Al final de cada mes, los monitores obtienen los registros medios de los valores máximos y mínimos para la temperatura y la humedad relativa, así como el acumulado mensual de las precipitaciones y el número de días en que llovió.

### 4.3 Análisis estadístico de los datos

Actualmente, se cuenta con más de 300 000 registros diarios de las variables estudiadas, realizados por los pobladores. El análisis de los datos a nivel estadístico es un proceso secuencial y comprende los pasos mostrados en la Tabla<sup>5</sup> 4.

La información construida a partir de los datos almacenados por los productores se analiza de manera conjunta a través de visitas a las fincas y en talleres anuales donde se socializan de resultados.

### 4.4 Herramientas educativas y de difusión

Para facilitar este proceso se han utilizado diversos medios educativos desarrollados por los técnicos de la Fundación Natura, los cuales han incorporado las percepciones de los pobladores.

#### 4.4.1 Programas radiales

Una vez al año se realiza un ciclo de programas radiales cortos que se transmiten en emisoras locales, con una duración de 5 minutos. En ellos se habla de conceptos y definiciones propias del microclima y los monitores del MCP participan activamente.

<sup>5</sup> Con la finalidad de poder llegar a un público general (incluidos los pobladores del área de estudio), los métodos estadísticos se explican con mayor detalle en el Anexo técnico.

**Tabla 4. Análisis de los datos recolectados por los monitores**

¿QUÉ SE ANALIZA?	¿CÓMO SE HACE?
Que las matrices de datos de los monitores sean coherentes.	Análisis de desviación estándar para corroborar datos anómalos.
Se correlacionan los datos recopilados por el monitor y la estación meteorológica más próxima a él.	Método de correlación simple, test Spearman y Pearson.
Se correlaciona la información entre los monitores cercanos, ya sea en una misma vereda o en veredas colindantes.	Método de correlación múltiple.
Se elaboran mapas para presentar los datos de manera espacial y temporal (se usa la información que haya pasado los filtros anteriores).	Método Kriging, método universal, método lineal.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Talleres con comunidades

Se dividen en tres categorías:

- Talleres de socialización de resultados: se realizan anualmente para evaluar de manera conjunta los resultados obtenidos en el monitoreo participativo y se comparan con los datos arrojados en las estaciones meteorológicas satelitales y en las parcelas agronómicas. Adicionalmente, se debaten técnicas agroclimáticas de manejo de cultivos y, por lo general, se llegan a conclusiones convergentes. Se hace un ciclo de 12 talleres en 12 veredas, una vez al año, en donde participa todo tipo de público.
- Talleres de ampliación de conceptos y análisis de resultados del monitoreo anual: se realizan una vez al año con los monitores locales.
- Talleres en colegios: los participantes son los estudiantes y maestros. Anualmente se realizan 5 talleres en 3 colegios de la zona.

#### 4.4.3. Visitas individuales a predios

Son visitas quincenales a las fincas de los monitores por parte de los técnicos del proyecto, cuyo propósito es evaluar la aplicabilidad de la metodología. En



cada visita se establece el nivel de aprendizaje de los procesos por parte del monitor y se va determinando, según su avance, la etapa en la que se encuentra.

#### 4.4.4. Cartilla explicativa de la metodología

La cartilla se elaboró como un material de apoyo para explicarles de forma didáctica la metodología a los monitores (se puede consultar en <http://www.natura.org.co/publicaciones/avances-del-proyecto-de-monitoreo-del-comportamiento-micro-climatico-y-agronomico-en-el-area-de-influencia-del-embalse-topocoro/>)

#### 4.4.5. Infografías explicativas de la metodología

Para complementar la cartilla, se han elaborado de manera periódica infografías con resultados o conceptos meteorológicos y agronómicos. Esta infografía es compartida en el grupo de WhatsApp<sup>6</sup> y en las redes sociales de la Fundación Natura.

#### 4.4.6. Calendario agrometeorológico

A comienzos de cada año, se les entrega a los monitores un calendario, en el cual pueden relacionar fácilmente las variables climáticas, a medida que las van registrando, con los ciclos productivos y condiciones de los cultivos de la finca (ver Figura 5).

<sup>6</sup> Hace tres años se creó un grupo de WhatsApp con los monitores locales que tenían acceso a esta tecnología. En la actualidad participan 54 productores con el objetivo de evidenciar el trabajo en red que se hace en la zona. En el grupo se comparten las anomalías climáticas que observan los monitores y se discuten diferentes temas agroclimáticos para su análisis.



Figura 5. Calendario agrometeorológico para la implementación metodológica del MCP  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7. Videos

Se han elaborado 8 videos con el objetivo de difundir el proyecto y mostrar su importancia para la región. En ellos han participado monitores y miembros de establecimientos educativos, quienes han incorporado el monitoreo a materias como geografía, matemáticas y tecnología (Los videos se pueden observar en <https://www.youtube.com/user/fundacionnaturacolom>).

#### 4.4.8 Infografía de mapas con los resultados del monitoreo

Los mapas que se elaboran con base en la información de los monitores se socializan a través de dos estrategias. La primera es por medio de visitas individuales donde se presentan y explican los resultados y la segunda es por medios de los talleres. En este espacio se presenta de manera lúdica la distribución espacial de las variables monitoreadas.

## 5. LOGROS

### 5.1 ¿Para qué han servido los registros?

Los datos tomados por los monitores desde el año 2013 han aportado numerosas herramientas de análisis, algunas de las cuales se resaltan a continuación.

#### Fortaleza de los datos tomados por los monitores

La validación permitió corroborar que los registros conseguidos por los monitores, en un número relevante de los casos ( $p < 0,05$ ), posee similitud estadística con los datos adquiridos por la estación satelital de mayor cercanía. Las correlaciones entre la información recopilada por los participantes de una misma vereda fueron significativas, al igual que las correlaciones entre los datos de las estaciones meteorológicas satelitales próximas a las fincas de los monitores. Esto evidencia que los pobladores obtienen datos con tendencias comunes.

Lo anterior demuestra que los registros obtenidos mediante el MCP son coherentes y confiables para los análisis del clima y su relación con los cultivos.

### La importancia de la escala del monitoreo

El MCP incrementó espacialmente el área de registro meteorológico, brindando un panorama más completo sobre el comportamiento del clima en la zona. Este aumento de las unidades de muestra ha permitido identificar diferentes microzonas climáticas, lo cual es difícil de hacer con registros a escalas más amplias.

De igual manera, se han podido identificar las microzonas más propicias para el desarrollo eficiente de algunos patógenos en cultivos de cacao y esto ha generado una mayor comprensión acerca los patrones espaciales de los hongos que atacan los cultivos.

### Distribución de las variables climáticas monitoreadas

Por medio de los registros de temperatura, precipitación y humedad se han elaborado mapas que presentan la distribución espacial de estas variables, la identificación de las zonas más cálidas, las que poseen los mayores umbrales de humedad y las áreas donde se acumula la mayor cantidad de precipitación al año (ver Figura 6). El proceso ha evidenciado que las condiciones meteorológicas pueden ser cambiantes en cortas distancias y que están determinadas por factores como la orografía y los periodos a lo largo del año.

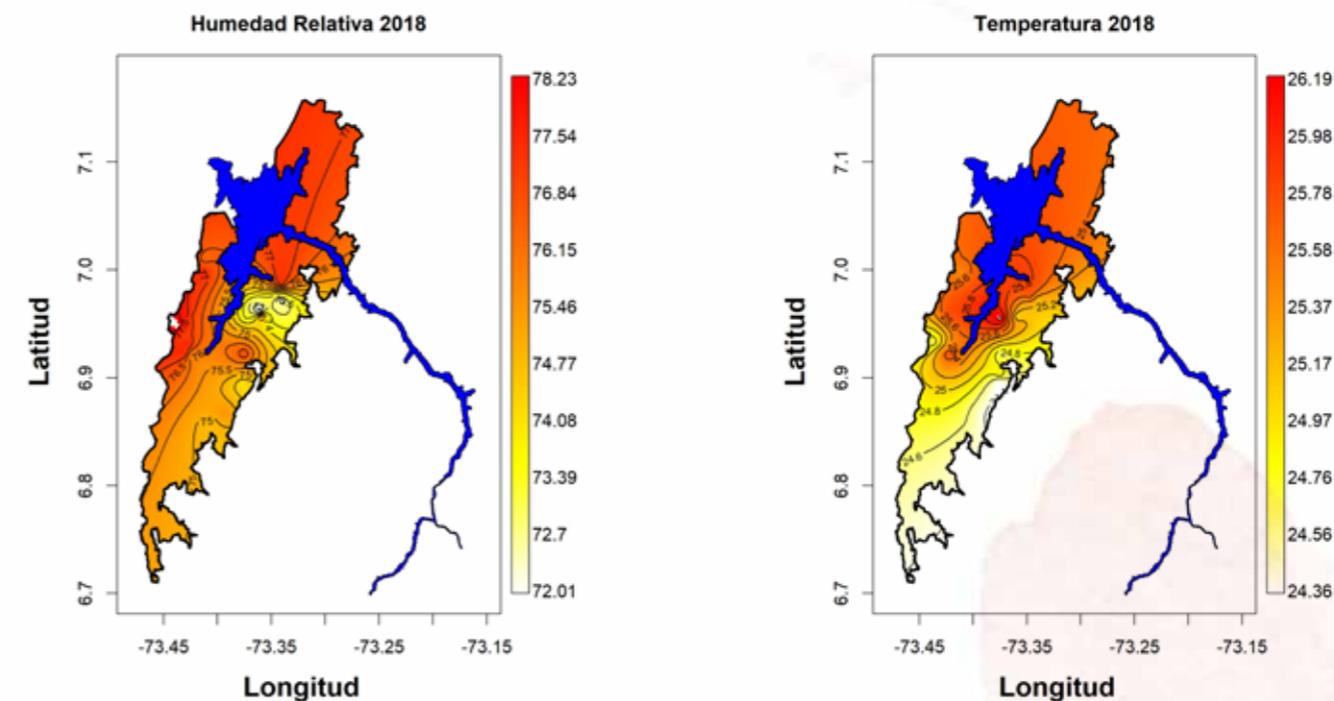


Figura 6. Gráficos obtenidos de la interpolación espacial para la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) media mensual con los registros de los monitores en el año 2018.

Fuente: Elaboración propia

## Aplicabilidad de la información

Los monitores locales establecieron claramente la relación entre las variables climáticas monitoreadas mediante su registro continuo y análisis (ver Figura 7), lo cual es fundamental para la aplicación de los resultados.

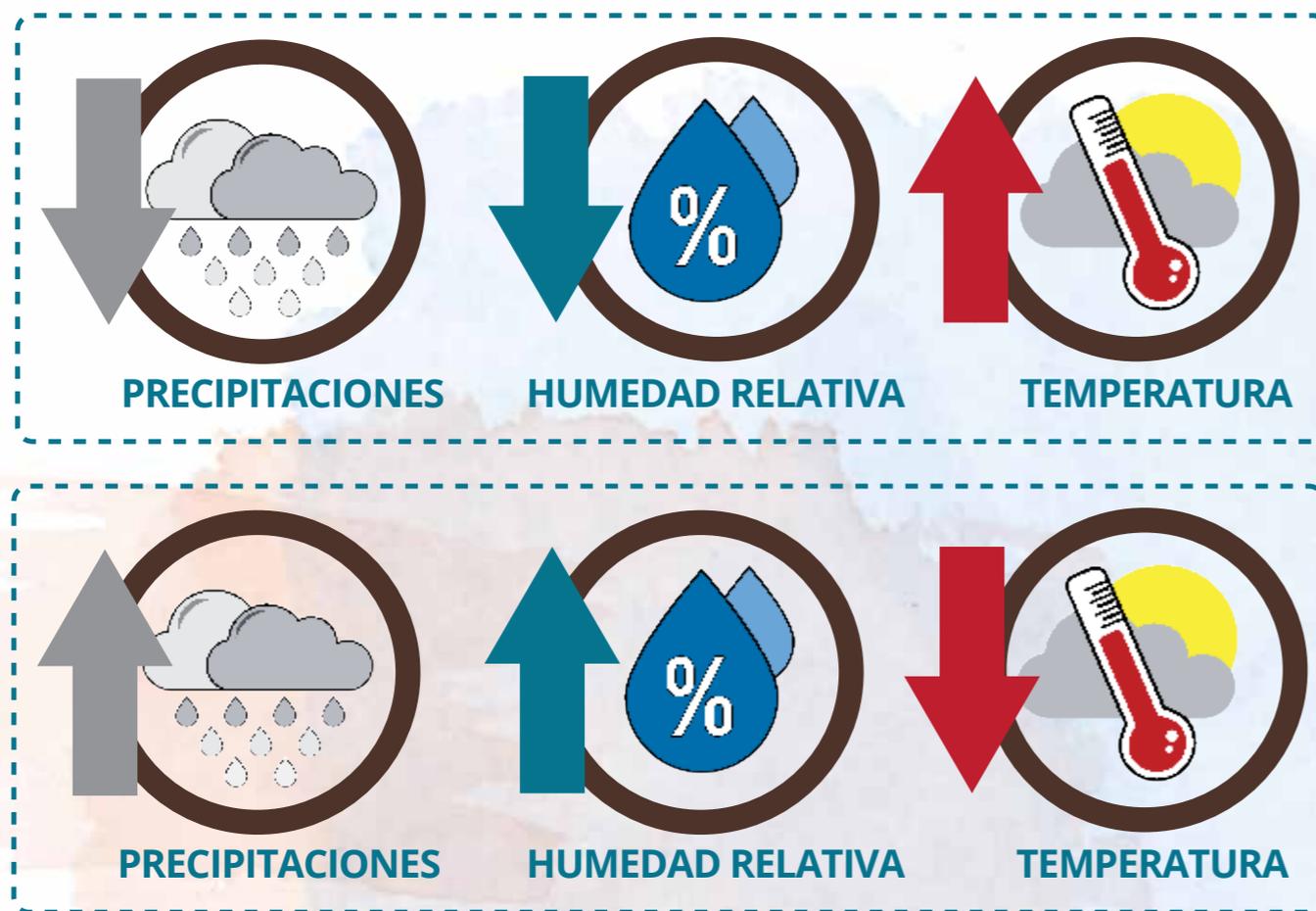


Figura 7. Relación entre el comportamiento de la precipitación, la temperatura y la humedad relativa  
Fuente: Elaboración propia

La metodología de MCP ha permitido que los labriegos establezcan técnicas agroclimáticas de administración de cultivos en el área de estudio. Con los datos se ha complementado la capacidad de precisar cuáles son las épocas adecuadas para incrementar el control de fitopatógenos, cuándo se presentan las condiciones propicias para la fertilización, poda y control de arvenses, así como la identificación del periodo más adecuado para la siembra y el establecimiento de nuevos cultivos. En la Tabla 5, como ejemplo, se muestra la aplicación concreta de los registros para el manejo del cultivo del cacao.

De igual manera, esta información se utiliza en los demás cultivos de la zona y ha servido también, por ejemplo, para identificar cuál es la locación idónea para la siembra de una nueva especie en la región. Es decir, los resultados tienen aplicaciones muy amplias.



Tabla 5. Aplicabilidad de los resultados del MCP en el manejo del cultivo de cacao

COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE	EFEECTO SOBRE EL CULTIVO	ACCIONES
Aumento de las lluvias + Aumento de la humedad relativa	Incremento de hongos como monilia, fitóptora y escoba de bruja	Realizar rondas fitosanitarias semanales para disminuir la presencia de fitopatógenos.
Aumento de las lluvias	Se mejora la solubilidad del suelo	Aplicar fertilizantes al inicio de la temporada de lluvias.
Aumento de las lluvias	Aumento de la humedad del suelo y del ambiente	Realizar el control de malezas para disminuir la humedad del cultivo. En caso de encharcamiento, se recomienda realizar canales para mejorar el flujo del agua. Al inicio de la temporada de lluvias se dan las condiciones propicias para realizar la siembra de nuevas plantas.
Disminución de las lluvias + Aumento de la temperatura	Estrés hídrico	Aplicar hidroretenedores. No se recomienda eliminar las malezas, ya que estas ayudan a mantener la humedad en el suelo.
Disminución de las lluvias	Marchitamiento de frutos formados	Realizar una buena fertilización con anterioridad para evitar un masivo marchitamiento de frutos.
Aumento de la temperatura	Quemazón en las hojas	Mantener un adecuado sombrío utilizando algunos árboles maderables.
Aumento de la temperatura	Aumento de ataques por insectos	Eliminar focos donde se puedan reproducir los insectos. Estos focos pueden ser residuos de cosecha o de poda, así como árboles afectados con nidos.

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Del monitoreo participativo

### Cultura de manejo basada en el dato

La población local cuenta con un conocimiento y capacidades empíricas que se han constituido en el eje del proyecto. Junto con la asimilación de nuevos conceptos y técnicas, los monitores han establecido una cultura de manejo de sus predios basada en los datos que toman diariamente, los cuales pueden aplicar con propiedad en la vida diaria. Los datos registrados por cada uno de los participantes, su confiabilidad y análisis se han convertido en material de referencia para la toma de decisiones sobre el manejo agroclimático de los cultivos de cacao, café y tabaco.

Adicionalmente, los datos han empezado a ser utilizados en el manejo de otros cultivos y sistemas productivos, como la cría de gallinas, y para alertar a los demás pobladores y a las autoridades sobre posibles fenómenos ambientales, como el riesgo de una avalancha.

Los productores ahora cuentan con información sustentada y sólida para interactuar con otros actores de la región e incidir en las decisiones sobre sus territorios. Además, se sienten que son colaboradores activos en la construcción de ciencia y que esta sirve como insumo para adelantar estrategias que contribuyan a la construcción de procesos incluyentes y duraderos. Esto implica una gestión propia de su territorio fundamentada en el conocimiento científico obtenido por ellos mismos, que repercute en la productividad de sus parcelas y en su seguridad alimentaria.

Otros actores de la región, como las instituciones educativas, se han vinculado al MCP y han empezado a aplicar y analizar los datos en sus programas didácticos. A través de los medios de comunicación de mayor cobertura del proyecto (programas de radio, videos, talleres de socialización) se ha empezado a difundir esta nueva cultura de manejo basada en los registros tomados por ellos mismos.

### Empoderamiento

Todo lo expuesto anteriormente ha generado un sentimiento de empoderamiento entre los participantes del proyecto. La facilidad con la que se emplea la metodología y la utilidad de la información obtenida en el monitoreo para el manejo oportuno de los cultivos se han convertido en la principal motivación y fuente de empoderamiento para el éxito de la inciativa.

El impacto que ha generado el proceso en las comunidades ha llevado a que diferentes tipos de productores consideren que poseen capacidades para participar, sin importar su edad o nivel de escolaridad. En la actualidad, el MCP cuenta con el acompañamiento de 91 productores de cacao, café y tabaco, y se espera que el número siga creciendo durante el 2020, año en el que termina el proyecto.

Como consecuencia de lo anterior, los monitores han empezado a ser reconocidos por los demás pobladores como agentes de cambio a través de su actividad de registros. Ellos son consultados frecuentemente por otras personas para conocer de primera mano las condiciones climáticas y así poder tomar decisiones adecuadas sobre los cultivos.

## 6. LECCIONES APRENDIDAS

Fueron múltiples las lecciones que aprendimos fruto de un proyecto en el que es vital la participación de las comunidades. Como profesionales, educados con un enfoque particular de entender el mundo y con una terminología académica determinada, la interacción con pobladores locales nos ha conducido a recorrer un proceso de aprendizaje y de apertura a otras miradas, conocimientos y prácticas.

Este, como todo proceso, es gradual y en él podemos cometer errores; seguramente si hubiéramos sabido lo que este proyecto nos ha enseñado, habríamos tenido menos traspiés y todo se hubiera dado con mayor fluidez desde un comienzo. Sin embargo, son estas lecciones las que le han dado valor a la colaboración conjunta y las que esperamos que no solo nos ayuden a concluir exitosamente este y otros proyectos que realicemos en un futuro, sino que le acorten el camino a otras personas que van a incursionar en proyectos colaborativos de monitoreo climático.

Los aspectos que resaltamos a continuación, los expresamos desde nuestro enfoque institucional. Sin embargo, la segunda parte de este libro, en la que se narran las experiencias de algunos de los monitores, reflejan sus perspectivas. Es imposible poder abarcar los testimonios de todos los monitores locales que hasta ahora han participado en el proyecto, pero creemos que los que mostramos son representativos, sin desconocer la importancia que la experiencia ha tenido para cada uno de ellos.

- La comunicación es un aspecto primordial que debe incluirse desde el comienzo del proyecto. El lenguaje técnico manejado por las instituciones y el desconocimiento de los términos y perspectivas locales puede dar lugar a desencuentros que demoran el proceso e inclusive lo pueden perjudicar. Es importante, entonces, tomarse un tiempo para establecer un lenguaje común, que garantice una comunicación eficiente y unificada.
- Como parte de la comunicación, es fundamental aclarar, una vez comenzado el proceso, que la información es de las personas y no de la institución facilitadora. Los datos almacenados tienen como objeto, en primera instancia, beneficiar al monitor y, como segunda medida, hacer parte de un conjunto o sistema que conlleva beneficios a nivel grupal y de territorio.
- En el primer año del proceso es necesario mantener un acompañamiento técnico constante y variado sobre los temas del programa y especialmente sobre la utilidad de la información recolectada.
- Otra lección es no establecer de manera predeterminada el perfil del monitor. Nuestra experiencia nos llevó a corroborar que no importa la edad o

el nivel de escolaridad; cualquier persona que quiera y tenga dedicación logra obtener unos registros robustos y conocimientos técnicos generales.

- Es necesario mostrar de manera continua la importancia y la relevancia de la información obtenida. Esta debe ser aplicable en los procesos de la finca, como el manejo de cultivos, la recolección de agua, la obtención de un préstamo, etc.
- Se aconseja crear grupos de WhatsApp y el desarrollo de encuentros, al menos una vez al año, en donde se involucre un número significativo de monitores y se pueda generar intercambio de pares; esto hace creíble y relevante el proceso.
- Es necesario generar en la finca un sistema de relevos para el registro de los datos; lograr que todos los miembros de la familia se hagan responsables de la recolección y almacenamiento de la información hace que el proceso sea duradero y que todos le encuentren importancia.
- Desde un comienzo se debe prever que el monitoreo continúe y crezca en el tiempo, independientemente de la finalización del proyecto institucional. Esto implica comunicar su relevancia y hacer partícipe a otros actores de la región (autoridades, asociaciones, escuelas, ONG, etc.). La idea es proyectar que el quehacer dentro de un proyecto de investigación se puede tornar en una decisión social, que inclusive llegue a una escala regional, para aplicar sus resultados en procesos de gestión y planificación del territorio.

## 7. EL FUTURO

Como proyecto institucional, el PMC tiene una fecha de vencimiento. Sin embargo, se aspira a que este haya sido la plataforma para que el MCP continúe por iniciativa local y regional. Para eso, se planea realizar varias acciones durante el periodo que resta del proyecto, encaminadas a la sostenibilidad y aplicabilidad de los datos en el tiempo:

- Se procurará integrar los datos a la tecnología de la información, como el Big Data. Con este propósito, se creará una aplicación que sirva para la recolección y almacenamiento de los datos que establezca un sistema de doble vía, en el cual el monitor almacene los registros en la aplicación y esta le devuelva de manera gráfica la información; además, esta generaría unas alertas en caso de que las condiciones sean propicias para el desarrollo de los patógenos y unas sugerencias para el manejo de los cultivos.
- Se buscará promover espacios para que la información sea tomada en cuenta por los municipios y sirva como insumo para la construcción de planes locales de adaptación a la variabilidad y



al cambio climático. Para este propósito, se gestionarán ámbitos en los cuales se puedan incluir planes de gobernanza climática en los territorios, basados en los registros de los monitores locales; además, se buscará articular a los gremios para que contribuyan en la custodia de la información.

- Sumando a lo anterior, por la practicidad de la metodología, se explorará la posibilidad de replicarla en otros contextos rurales para acumular mayor experiencia y credibilidad en el proceso. La metodología podría ser utilizada en programas o proyectos de adaptación a la variabilidad y cambio climático con participación activa a los pobladores.





## SEGUNDA PARTE

---

***Tejiendo experiencias***

## HISTORIAS DE TERRITORIOS RESILIENTES

«Es muy bueno, y ojalá todo campesino tuviera ese servicio de monitoreo porque ya uno puede saber y argumentar».

En la finca La Esperanza, ubicada en la vereda Sogamoso del municipio de Betulia (Santander), vive Luis Antonio Torres Corredor, desde hace 40 años, al lado de su esposa Francelina Cala Durán. Las montañas santandereanas vieron crecer a sus 5 hijos. Este hombre de 60 años, hijo de un noble campesino, nació en Oiba, Santander. Vivió hasta los 7 años en Cimitarra y posteriormente se trasladó al municipio de San Vicente de Chucurí, donde pasó el resto de su niñez, adolescencia y parte de su adultez.

Debido a la mala situación económica de su familia, Luis Torres solo logró cursar primero de primaria y dedicó su vida al campo, siguiendo así la tradición y el legado familiar. En San Vicente de Chucurí conoció a su esposa, con la que formó su hogar; vivieron un tiempo en compañía de sus suegros, a quienes

LUIS ANTONIO TORRES

recuerda con profundo aprecio y agradecimiento. No obstante, tomaron la decisión de buscar nuevas oportunidades y por eso se trasladaron al municipio de Betulia en 1986.

Luis Torres cuenta con innumerables experiencias sobre su territorio, el cual colonizó junto con 56 familias aproximadamente. Vivió la transformación de los cultivos: de sembrar plátano pasó a plantar cacao, el cual, actualmente, es el cultivo que ocupa el primer renglón en su economía. Adicionalmente, también tuvo que vivir transformaciones sociales, ya que vivió en carne propia los impactos del conflicto armado, la ausencia estatal y la carencia de oportunidades de mejora y desarrollo para la región. Sin embargo, Luis Torres y otros líderes de su comunidad lograron resistir y trabajar mancomunadamente por su territorio; de acuerdo con él, es «una comunidad que está dispuesta a trabajar por el desarrollo de ellos mismos y del mismo país».

Luis Torres siempre manifestó su preocupación en relación con el llenado del embalse Topocoro y el impacto que este traería sobre sus cultivos. Con respecto al proyecto de monitoreo climático que se venía desarrollando, al inicio desconfiaba fuertemente de la información entregada. Fue así como Fundación Natura decidió implementar la estrategia de MCP, en la que don Luis decidió ser uno de los primeros monitores. «Quise saber a qué temperaturas subimos, a qué temperatura bajamos, qué humedad era la que teníamos y cuál es la que nos afecta los cultivos. Yo con mucho gusto lo hice porque esa era mi inquietud», expresó.

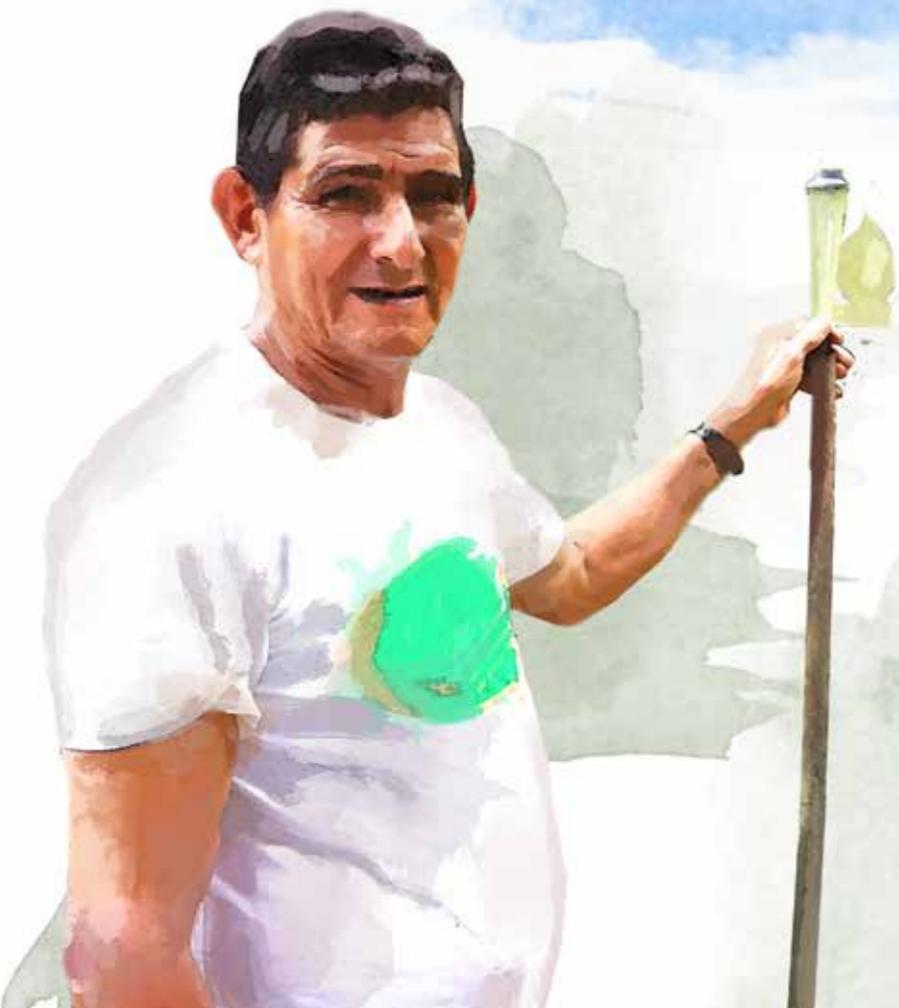
Tras su vinculación a la estrategia de MCP, Luis Torres no solo ha podido verificar que la información brindada por las estaciones meteorológicas tiene una alta

correlación con la que él ha venido registrando, sino que también ha podido comprender las variaciones naturales del clima en la zona. De igual forma, ha podido relacionar el comportamiento del clima con los cultivos, lo cual le ha permitido programar las actividades de manejo realizadas, en especial, las rondas de control fitosanitario.

El proceso de toma de información ha vinculado de manera activa y participativa a toda la familia, pues cuando él no puede hacerlo, la señora Francelina o sus hijos son los que se encargan de realizar esta actividad.



**La estrategia de MCP, desde el enfoque de Ciencia Ciudadana, busca responder a los retos e inquietudes sociales, haciendo llegar conocimientos científicos a las personas de zonas rurales por medio de acciones prácticas y un acompañamiento periódico, siendo este uno de los mayores beneficios para Luis Torres.**



Luis Torres ya ha tenido la oportunidad de explicar a otros acerca de la función que tiene un monitor y manifiesta que es de suma importancia exponer la estrategia de acuerdo con los cultivos que se manejen. «Hay cultivos que son muy susceptibles a los cambios climáticos, entonces uno tiene que aprender a entender el cambio de clima para así no dejar que los cultivos se dañen», manifestó don Luis.

Este monitor considera que el registro de los datos le ha permitido contar con argumentos sólidos para actuar en determinados momentos. Dentro de sus experiencias, contó la siguiente: «Ojalá todo campesino tuviera ese servicio de monitoreo porque uno ya puede saber y argumentar. Por lo menos, yo saqué un crédito al banco; en esa época estaba lloviendo en la cabecera municipal, pero en la vereda no estaba lloviendo, por ello no iba a poder sembrar debido a que el suelo no iba a presentar las condiciones adecuadas e iba a perder. Yo tuve que sacar otro crédito para poder sembrar, así que llevé el registro de mis datos. Ellos se sorprendieron y me dieron el otro crédito».

Luis Torres es un hombre resiliente, que se define a sí mismo como un constante aprendiz del campo. Siempre ha trabajado por su hogar y su comunidad, vinculándose a todos los proyectos que llegan a la zona, con el fin de favorecer la presencia de instituciones en la vereda y permitir la participación activa de la comunidad.

## CHOCOLATE ORTIZ, UN EMPRENDIMIENTO FAMILIAR

«Somos personas perseverantes,  
nos apoyamos el uno al otro  
y compartimos lo que aprendemos»

Natanael Ramírez es un agricultor y productor de cacao de 81 años, familiarizado con la vida del campo desde muy pequeño. Nació en el municipio de San Joaquín, Santander, y vivió allí hasta los 16 años. Posteriormente, se mudó a Zapatoca, Santander. Desde hace más de 40 años vive en su finca «Siempre Viva», ubicada en la vereda La Plazuela de ese municipio. Este lugar le evoca los mejores recuerdos de su vida, el arduo trabajo y el amor con su compañera, la señora Carmen Ortiz.

Desde muy corta edad tuvo que enfrentar la vida. Su amor por la ruralidad siempre lo motivó a trabajar la tierra y a desempeñarse como agricultor. «Para mí, el campo es la mejor vida que uno puede tener. La tranquilidad del ambiente, tomar el aire fresco, estar con las plantas es una felicidad para uno. Cultivar y disfrutar de eso, es muy hermoso».

NATANAEL RAMÍREZ ORTIZ

En Zapatoca no solo conoció a su esposa, sino también un nuevo sistema productivo: el cacao. «Yo no sabía nada de cacao hasta que me vine a vivir acá. Mis suegros tenían la finca con cacao, entonces, inicié a trabajar con ellos, gané experiencia, me casé y quedé a cargo de la finca». Desde entonces, Natanael ha sido un trabajador incansable con el fin de brindarle bienestar a su esposa y a su única hija, Ana Ruth.

En el 2011, Natanael y su familia tuvieron que enfrentar la fuerte ola invernal asociada al Fenómeno de La Niña, la cual destruyó sus cultivos y su casa. Este suceso los invadió de una profunda tristeza y los obligó a construir de nuevo su finca e iniciar desde cero.

En la búsqueda de nuevas oportunidades, esta familia decidió articular sus conocimientos y la experiencia en el manejo del cultivo de cacao para crear un nuevo emprendimiento, que actualmente se encuentra consolidado como una línea de chocolate de mesa llamado Chocolate Ortiz, un producto 100 % natural de sabor amargo e intenso, con diferentes presentaciones, según el gusto del consumidor.

Con el fin de seguir manteniendo su calidad y teniendo en cuenta la productividad del cacao, Natanael y su familia se han capacitado en buenas prácticas para su manejo, transformación y la adecuada presentación de productos derivados por medio de algunos programas de formación que han llegado a la comunidad. No obstante, ellos consideran que el clima tiene una incidencia en la calidad de su cultivo, por lo que desde junio de 2019 se vincularon como monitores a la estrategia MCP desarrollada por la Fundación Natura e ISAGEN.

Natanael y Carmen relatan que «Los técnicos de la Fundación Natura vinieron a nuestra finca y nos invitaron hacer parte del Monitoreo Climático Participativo. Asistimos a los talleres de socialización que realizan en la escuela de la vereda y me pareció interesante todo lo que nos explicaron, en especial, lo de los fenómenos climáticos y la importancia de llevar el registro de la cantidad de agua que cae, para así tomar medidas preventivas en tiempo de lluvias».

«Con estos registros uno sabe cómo está el clima, uno antes decía: “llovió”, pero no se sabía cuánto. Al igual que con el sol, uno decía que estaba haciendo calor, pero no se sabía a cuantos grados estábamos. Ahora, yo llevo mi control con ayuda de mi esposa. Acá lo hacemos juntos, cuando tenemos dudas, ella mira en la cartilla y me va explicando hasta que venga el técnico».



**Mediante este proceso, los productores como Natanael aprenden a reconocer el funcionamiento de las variables en el transcurso del día, identificando en qué momento se dan los valores de temperatura y humedad más altos. Del mismo modo, este trabajo les permite a los agricultores corroborar sus percepciones, basadas en años de experiencia, respecto a los meses con mayores temperaturas, así como con los meses de más lluvias.**

A Natanael, este proceso le ha traído beneficios, como el obtener nuevos saberes, el reconocimiento como monitor y el conocer el comportamiento del clima de su zona. Este ejercicio de Ciencia Ciudadana le ha posibilitado un mejor manejo de su cultivo de cacao, el cual es importante para seguir desarrollando su emprendimiento. El éxito de su chocolate radica en la alta calidad de la materia prima (el cacao) y en la implementación de prácticas adecuadas (como las podas, las limpias y la fertilización en el tiempo preciso) que también favorecen el mejoramiento de la productividad.

Finalmente, Natanael se ha destacado por ser una persona responsable que vela por el bienestar de su núcleo familiar. Ha sido perseverante dentro de la estrategia del MCP, la cual percibe como un instrumento que le permite desarrollarse y mejorar su empresa desde el manejo del cultivo del cacao. Su edad no ha sido un impedimento para participar en el proceso, pues cuenta con el apoyo de su familia y con el constante acompañamiento de la Fundación Natura y de ISAGEN.

**Con el objetivo de validar el ejercicio realizado por los monitores, se compara la tendencia entre la información registrada en sus instrumentos de medición con la información arrojada por la estación satelital más cercana a sus fincas. Los resultados son socializados con la comunidad en general; algunos agricultores, por iniciativa propia, grafican mensualmente los resultados obtenidos del monitoreo con el fin de profundizar en los análisis del comportamiento de las variables climáticas a lo largo del año.**

## PEQUEÑOS MONITORES MICROCLIMÁTICOS

«Vale la pena aprender,  
para no quedar con la duda».

Andrea Sandoval Garavito vive con su familia en la vereda Mérida del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander. Tiene 10 años y cursa su último año de primaria en la escuela Mérida Carpinteros, donde se destaca por participar de manera activa en los diferentes eventos y proyectos que allí se realizan.

Andrea disfruta de las virtudes de vivir en el campo; enfatiza en la tranquilidad que se respira, así como su gusto por las actividades agrícolas que se desarrollan en su finca. Le encanta compartir tiempo con la familia y apoyar las diferentes labores que allí hacen. Una de sus actividades favoritas consiste en desgranar el cacao, sistema productivo predominante en la finca.

Siempre motivada por adquirir nuevos conocimientos, Andrea decidió hacer parte de la estrategia del MCP. Actualmente, es monitora gracias a la posibilidad que le brindó la dueña de la finca en la cual habita. «La patrona de la casa me dijo que le dijera al señor (investigador de la Fundación Natura) que me



ANDREA SANDOVAL GARAVITO

explicara; entonces ella me dio los equipos, el cuadernillo, el calendario y me dijo que yo me haría cargo de tomar los datos. Él me explicó. Me gustó tanto desde el principio, lo seguí haciendo y ahora todo es excelente».

Ella relata que «Al final de mes, con ayuda del esposo de mi mamá, se puede mirar el calendario y señalar lo que se presenta, como el floreo, las cosechas, etc. para saber qué hacer».

Ella comenta: «En el colegio me resalto por saber lo de Natura y cuando preguntan cosas, yo ya sé. Me parece importante, porque cuando pase a bachillerato yo ya sé cosas de estos proyectos y se los puedo explicar a quien quiera saber y en un futuro yo lo podría implementar en otros proyectos».

Andrea es un gran ejemplo de que los niños son sujetos transformadores de sus territorios, puesto que su vitalidad y desborde de energía la han llevado, a pesar de su corta edad, a poder sostener argumentos sobre la importancia de monitorear el clima. En la escuela ha comentado varias veces que hace parte del proyecto y le han preguntado sobre ello: «El profesor sabe y me preguntó que de qué se trataba, qué tenía que hacer y cómo se manejaba. Yo le expliqué que el termohigrómetro era para medir la temperatura y la humedad relativa, y que el pluviómetro para medir el agua. Me felicitó, me dijo que lo expliqué muy bien, ya que él ya sabía sobre el proyecto de Natura».

**Una de las grandes apuestas de la estrategia MCP desde el enfoque de Ciencia Ciudadana es que las personas vivan un proceso experiencial en donde adquieran información y por medio de las fases que lo componen logren tener una mayor capacidad de análisis de los datos que registran, así como el beneficio que tiene esta acción para sus cultivos.**



**La estrategia MCP busca involucrar a la comunidad sin distinción alguna; por lo tanto, los monitores son un grupo heterogéneo de personas de diferentes municipios, edades y sexo. En este sentido, la participación y aportes que pueden hacer los monitores, como Andrea, son significativos no solo para el proceso, sino que implican una apropiación de los conocimientos adquiridos y comentados en otros escenarios, en este caso, el académico.**

Esta pequeña monitora sueña con ser profesora de matemáticas, una de sus materias favoritas. Manifiesta que las matemáticas le proporcionaron las herramientas para que no se le dificultara el registro de los datos. Ella ha establecido una rutina: todas las mañanas, antes de irse al colegio, realiza el registro de la información, y en la tarde pone la alarma para hacerlo de nuevo. Así mismo, está pendiente del pluviómetro cuando se presentan lluvias. Considera que es una tarea sencilla que le ha permitido aprender un poco más sobre el comportamiento del clima.

Finalmente, Andrea concluye que la estrategia MCP es importante «para que los trabajadores sepan en qué momentos hacer las actividades de la finca» así como «para saber el tiempo en el que estamos y siempre ir aprendiendo cosas nuevas». Ella conoce el proceso de recolección de información y quiere enseñarle a todos los que estén dispuestos a participar.

**Los grandes retos a los que se ven enfrentadas las comunidades actualmente requieren reconocer la ciencia como un bien común de la ciudadanía, siendo este uno de los principales puntos de la Ciencia Ciudadana y pilar de la estrategia MCP.**





DORA INÉS PRADA

## FORTALECIENDO ESPACIOS DE CONOCIMIENTO COLECTIVO

«Los niños están aprendiendo de la estrategia y de verdad están ávidos de conocimiento»

En la vereda Sogamoso del municipio de Betulia, Santander, se encuentra la Escuela Corintios, donde la profesora Dora Inés Prada se encarga de la educación básica primaria de 5 niños y 2 niñas que viven en el sector. Nació hace 46 años en Bucaramanga, ciudad en la que reside su familia, conformada por sus padres, hermanas y sobrina, a quienes visita con regularidad.

Su vida siempre ha estado ligada al campo; sus padres son campesinos que migraron a la ciudad después de terminar los estudios. Como ella relata: «Siempre hemos vivido en la zona rural de Bucaramanga, en una parcela que queda dentro de una reserva forestal. Estar dentro de la naturaleza no es lejano para nosotros». Rememora momentos en familia entre animales y plantas. Destaca también la influencia que ha tenido el ciclismo en su vida, en virtud de que es juez de ciclismo, su hermana es comisaria nacional de ciclismo y su padre un gran practicante de este deporte.

La profesora Dora, como es conocida en la zona, cuenta con una amplia experiencia laboral y académica; no solo es licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades y Lengua Castellana, sino que también es decoradora de espacios arquitectónicos. A lo largo de su vida y con el propósito de cumplir con sus expectativas personales, descubrió en la docencia el medio para construir y aportar a su entorno. Es en ella donde articula todos los conocimientos que ha adquirido por medio de sus carreras profesionales, cursos y capacitaciones para fortalecer espacios de conocimientos colectivos con sus estudiantes, en la escuela Corintios.



Actualmente, desarrolla y lidera dos grandes proyectos en la institución educativa, uno de ellos es PICNIC, con las instituciones ISAGEN y CIDEMOS. «Es un proyecto de investigación, de interacción entre la comunidad de Corintios con la investigación y la lectura (...) es transformar el área donde los niños trabajan, todo lo que es el entorno». En compañía de los padres de familia y de los estudiantes –junto con el apoyo de las instituciones– ha logrado mejoras en la infraestructura de la escuela (se pintó el kiosco y se reconstruyeron los jardines, incluyendo la siembra de hierbas aromáticas y suculentas); además, se han realizado manualidades con una variedad de materiales y se han implementado espacios de trabajo en donde la comunidad y los estudiantes se interesan por temáticas que involucran las interacciones que se generan entre la naturaleza y los productores.

El segundo proyecto es su vinculación como monitora a la estrategia de MCP, producto de una reunión realizada por la Fundación Natura en la escuela. Fue entonces cuando Dora, al escuchar del proceso, decidió hacer parte con sus estudiantes. «Yo considero que es una actividad importante para los niños (...) Les ayuda a entender los valores de humedad y temperatura y que ellos también aprendan a visualizar todos los cambios del clima que se dan aquí en el sector», comenta Dora.

La estrategia de MCP colabora en un proceso de enseñanza-aprendizaje que desarrollan los estudiantes de grados superiores. Este proceso se basa en la relación teórico-práctica por medio del registro de los datos, ya que, como lo menciona la profesora Dora, los niños mayores son quienes realizan esa actividad bajo su supervisión. De esta forma, los conocimientos que los estudiantes han adquirido al participar en la estrategia son reforzados por medio de la

práctica continua. Ella considera que la estrategia MCP ayuda a que los niños entiendan las dinámicas que se generan en sus fincas, entre los factores climáticos y los sistemas productivos que manejan sus padres. Adicional a esto, los estudiantes disfrutaron del proceso; según Dora: «A los niños les gusta y, como arreglamos la zona de experiencias, ubicamos el pluviómetro en un lugar más privilegiado, más central. Entonces, apenas entran, lo que dicen es “profesora llovió tanto”».

La profesora Dora concluye que desea enseñarles a otros a monitorear el clima por medio de capacitaciones y cree que es una estrategia que debe ser adoptada por la comunidad. Al respecto, comenta lo siguiente: «Todos podemos hacer parte del monitoreo, todos debemos ser responsables con el clima. Esto no es una experiencia solamente educativa, sino que debe estar toda la comunidad integrada para tratar de mejorar o prevenir los problemas climáticos que podamos llegar a tener más adelante o, bueno, los que ya tenemos en todo el planeta».

**Bajo el enfoque de la Ciencia Ciudadana se busca impulsar la curiosidad como un motor del conocimiento, lo cual se ve reflejado en las dinámicas que, en alianza con la Institución Educativa, se hacen visibles en los estudiantes por medio de su participación, apropiación y articulación con el entorno.**



## LA AVICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

«Por medio de mis registros de monitoreo, me voy guiando para tomar decisiones frente a la cantidad de pollos que puedo incluir sin que se me ahoguen de calor»

Graciela León Orejarena, conocida en su comunidad como Chela, es la única hija de Orlando León y María Edilma Orejarena, familia chucureña dedicada a la agricultura y a la avicultura en la finca Los Cocos, de la vereda Santa Inés. Allí se formó y disfrutó de su niñez en un entorno tranquilo, bajo la protección de sus abuelos maternos y sus padres. Actualmente, reside en su casa de crianza en compañía de sus padres, de su esposo Cristian Rodríguez y de sus cuatro hijos, Cindy Johana, Claudia Patricia, Andrea del Pilar y Julián David.

Chela León, como habitualmente la conocen sus amigos, desde muy niña mostró su carácter y espíritu emprendedor; tanto es así que a sus 12 años ya había comenzado a ser una joven emprendedora. «Mi proyecto avícola lo inicié con una pollita que mi abuela me había regalado; la vendí y me compré unos



GRACIELA LEÓN OREJARENA

pollitos incubados. Los críe, los vendí y luego fui comprando más, de manera que cada vez aumentaba la cantidad de pollitos. Al día de hoy, comercializo mil doscientos pollos».

Para Graciela es un gran honor contar su experiencia de emprendimiento, puesto que se considera una mujer independiente en sus finanzas, aun contando con el apoyo incondicional de su esposo. Ella manifiesta que su proyecto le ha brindado seguridad y tiempo para poder estar con su familia y, al mismo tiempo, le ha enseñado a sus hijos a trabajar en pro del cumplimiento de sus objetivos. «La avicultura es rentable y me queda tiempo para dedicarle a mis hijos que es lo más importante, ya que les voy enseñando a trabajar y los motivo a que se ganen la vida honradamente», explica Graciela.

Ella considera fundamental acompañar a sus hijos en los procesos de aprendizaje, motivo por el cual se mantiene al tanto para que cumplan con sus responsabilidades académicas y, desde su conocimiento, los asesora y guía para que sean muy rigurosos con los proyectos que emprenden. «Un día tuve que llevar a mi hija Cindy hasta la escuela para que realizara una tarea. Mientras esperaba, conversé con la profesora y me comentó de un proyecto de monitoreo climático que estaban realizando los estudiantes y en el que participaban otras personas de la comunidad». Esto despertó un gran interés en ella, dado que consideraba que podría traerle beneficios a su producción avícola. Por ello, el 15 de junio del 2018, los técnicos del proyecto la visitaron para hacer entrega de los instrumentos de medición climática y la capacitaron en el manejo adecuado de los sensores, así como en el correcto registro de la información.

Desde el 2017, la estrategia MCP vinculó a algunas instituciones educativas rurales de la zona de influencia del embalse Topocoro. A lo largo de este proceso, los estudiantes aprenden a monitorear, conocer y evidenciar la importancia de entender el comportamiento del clima en su región. Actualmente, Cindy, una de las hijas de la señora Graciela, hace parte de esta iniciativa desarrollada en la Institución Educativa El Rubí, circunstancia que le ha facilitado a esta familia adoptar la estrategia en su cotidianidad.





Graciela lleva monitoreando el clima año y medio, tiempo en el cual ha podido observar y registrar información acerca de la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones con ayuda del termohigrómetro y el pluviómetro. Este proceso de Ciencia Ciudadana tiene una función importante para su emprendimiento, ya que le garantiza el éxito total en la producción de sus pollos, como ella lo relata: «Para la crianza de los pollos, desde muy pequeños debemos tener cuidado con el clima, ya que ellos sufren de frío y si no se les tiene el calor necesario podrían morir; al igual que con las altas temperaturas, ya que el aumento de calor los podría asfixiar, lo que generaría pérdidas en mi producción».

Graciela León es la única monitora que realiza un manejo de producción avícola de acuerdo con los datos climáticos que ella registra, siendo un referente para las personas que cuentan con este tipo sistema productivo.

**El enfoque de Ciencia Ciudadana busca generar sinergia entre las iniciativas de la comunidad y la construcción de conocimientos.**

## MUJERES LIDERANDO ESCENARIOS RURALES

«Todos podemos llevar el monitoreo  
en nuestras fincas, así estaríamos  
preparados para un presente  
y un futuro»

Orfidia Díaz Solano es oriunda de la vereda Miradores de la Plazuela, del municipio de Zapatoca, Santander. Nacida en una familia campesina, fue la quinta de nueve hijos. Vivió con sus abuelos paternos hasta los 17 años. Cursó su primaria en la escuela La Primavera, de la cual conserva gratos recuerdos. Posteriormente, continuó sus estudios en el Colegio Nuestra Señora del Socorro del municipio de San Vicente de Chucurí; sin embargo, allí no logró terminar su educación, pues de acuerdo con ella, llegó el hombre que conquistó su corazón y con él formó un hogar. Veintinueve años después, goza de la compañía y aprecio de su esposo, Leonardo González Díaz, y de sus tres hijos, Fabio Leonardo, Cristian Fernando y Karen Lorena.

Orfidia se dedicó a ser una madre ejemplar; no obstante, uno de sus anhelos era culminar sus estudios de bachillerato. En el 2012 llegó la oportunidad de



ORFIDIA DÍAZ SOLANO

hacerlo gracias a un programa de la Fundación ICPROC, el cual posibilitó que la población rural terminara el bachillerato. «Mi vida era graduarme (...) Nunca es tarde para aprender más», relata Orfidia. En ese mismo año fue la tesorera de la junta de acción comunal y tiempo después fue la presidenta de la junta. «Bonito trabajar con la comunidad porque uno conoce más la gente, se integra más, sabe más de los problemas que tienen. Uno debe trabajar por un bien común, no por uno personal, porque ese es el trabajo de uno como presidenta».

Orfidia Díaz tiene el temple característico de la mujer santandereana, siendo un ejemplo de determinación y compromiso. En los años que lleva siendo presidenta de la junta de acción comunal ha liderado proyectos de los cuales habla con orgullo, entre ellos, la cancha de fútbol de la escuela. Así mismo, bajo su liderazgo, lograron ser los ganadores del programa Huellas Comunales realizado por la Financiera Comultrasan. Actualmente, trabaja en la gestión de proyectos educativos y de mejora de la calidad de vida de su comunidad.

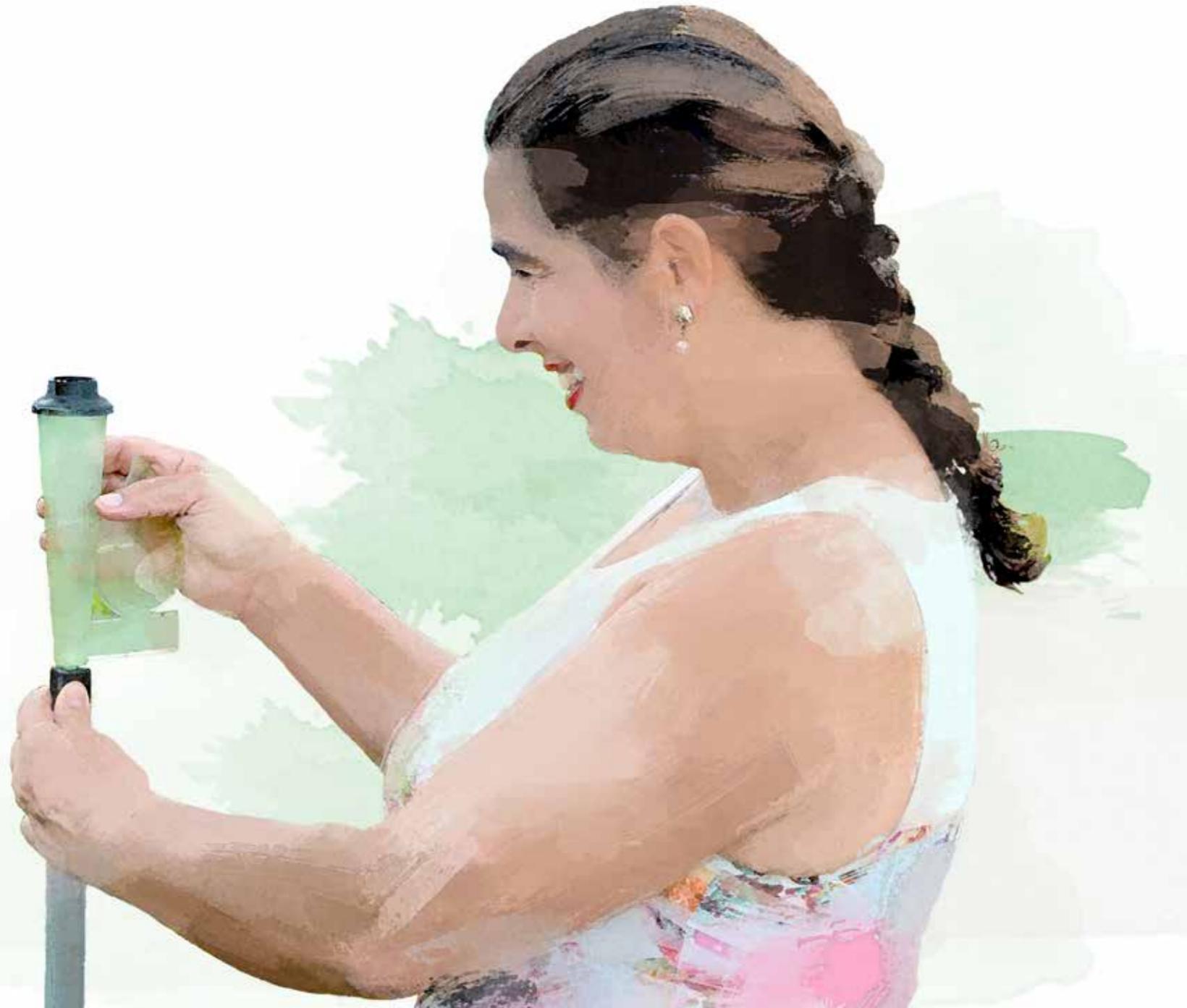
Esta líder ha resaltado la capacidad de gobernanza de la mujer rural. «En este sector las mujeres nos hacemos sentir, participamos en todo, hemos tenido muchas líderes (...) casi toda la junta somos mujeres». La organización y el constante aprendizaje han brindado elementos esenciales para que las mujeres rurales se posicionen en escenarios de toma de decisiones, liderando espacios de conocimiento.

Gracias a su participación activa con la comunidad, su interés por buscar el desarrollo y beneficios para su entorno, en el 2016, Orfidia decidió hacer parte de la estrategia de MCP. Adquirió los sensores para desarrollar el monitoreo, un termohigrómetro y un pluviómetro, con los cuales mide a diario la temperatura,

la humedad relativa y las lluvias. De igual forma, recibió un cuadernillo en el que registra cada día los datos obtenidos.

Esta excelente monitorea considera que el MCP es de fácil adopción y trae consigo beneficios para el manejo de los cultivos. Además, está dispuesta a instruir a otros agricultores de la zona en la metodología. «A mí me gusta porque con los datos que uno toma, se da cuenta que es importante saber cómo estamos de temperatura, cómo estamos de humedad relativa. Lo mismo con el agua, saber qué tanta agua nos cae día a día (...) Ya con esto, uno se puede defender más con los cultivos».





La estrategia de MCP se ha convertido en una herramienta de interacción familiar. Por una parte, su hija le ayuda en el registro de la información, mientras que su esposo siempre le consulta cuando se dispone a tomar decisiones en torno al manejo de los cultivos. Ella comenta que: «Él llega y mira en el cuadernillo, ve que si la humedad relativa está alta, entonces toca ir a limpiar y quitarle todas esas enfermedades antes que sigan aumentando».

En este proceso, ha desarrollado un fuerte interés por el comportamiento del clima y su relación con los cultivos. Actualmente, participa de manera activa en el grupo de WhatsApp donde los productores de la estrategia de MCP comparten su información. «A Fabio le gusta ver lo interesante que es, a él le gusta tomar el celular y mirar todo lo que explican sobre la cantidad de lluvia y sobre la temperatura. A él le parece muy importante conocer las temperaturas que hay en otras veredas para poder comparar», manifiesta Orfidia.

Orfidia se define a sí misma como una mujer alegre, luchadora, que apoya a otros a cumplir sus sueños y está dispuesta a seguir aprendiendo, motivando y compartiendo su conocimiento con quienes la rodean. Se encuentra agradecida por la oportunidad de participar en esta experiencia de Ciencia Ciudadana y quisiera poder enseñar a otros sobre la estrategia: «Yo les enseñaría si les veo el interés, y les comentaría por qué es importante para nosotros. Les diría que es por el bien de nosotros y de pronto algunos se interesan».

Finalmente, la estrategia MCP ha posibilitado que Orfidia y su núcleo familiar contribuyan a fortalecer escenarios de participación y de colaboración conjunta dentro de su territorio y a reconocer el valor que tiene el ampliar conceptos científicos en la ruralidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen de manera generosa a los 91 parceleros que pertenecen a la red de monitores participativos; sin ellos, esta estrategia simplemente no tendría cabida. Para el equipo de profesionales de la Fundación Natura fue de agrado cada una de las visitas y momentos compartidos a través de estos siete años de arduo trabajo. Los debates y el intercambio de experiencias sirvieron para que día a día pudiéramos mejorar y consolidar el MCP que, como imaginamos, tendrá nuevos capítulos en el futuro.

De igual manera, queremos reconocer el trabajo realizado por el equipo de investigadores de la Fundación Natura, no solo a quienes están vinculados con la institución en la actualidad, sino a cada profesional que en algún momento hizo parte de esta familia.

Por último, queremos brindar un reconocimiento especial a ISAGEN; les agradecemos por confiar en el proceso, por creer en cada iniciativa que propusimos y, sobre todo, por visualizar que es posible construir un territorio donde todos quepamos y participemos activamente.

Solo nos queda decir gracias a cada profesional del departamento ambiental de la Central Sogamoso por su fraternidad y apoyo profesional; ustedes fueron una parte esencial en este proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

Arcila, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. En J. Arcila Pulgarín, F. Farfán, A. Moreno, L. Salazar y E. Hincapie (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 22-60). Chinchina, Colombia: Cenicafé.

Ban-Weiss, G., Bala, G., Cao, L., Pongratz, L. y Caldeira, K. (2011). Climate forcing and response to idealized changes in surface latent and sensible heat. *Environmental Research Letters*, 6, 34032-34051.

Blaney, R., Philippe, A., Pocock, M. y Glyn, J. (2016). *Citizen Science and Environmental Monitoring: Towards a Methodology for Evaluating Opportunities, Costs and Benefits*. Swindon, UK: WRc, Centre for Ecology & Hydrology, Fera. Recuperado de <http://www.ukeof.org.uk/resources/citizen-science-resources/Costbenefit-citizenscience.pdf>

Bonney, R., Cooper, C., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. y Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.

Bounoua, L., Zhang, P., Mostovoy, G., Thome, K., Masek, J., Imhoff, M., . . . Mou-nirou, A. (2015). Impact of urbanization on US surface climate. *Environmental Research Letters*, 10, 84010-84025.

Bustillo, A. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 101 - 116.

Cooper, C. (2019). *Ciencia Ciudadana. Cómo podemos todos contribuir al conocimiento científico*. México D.F., México: Secretaría de Cultura, Grano de Sal.

Cooper, C., Shirk, J. y Zuckerberg, B. (2014). The Invisible Prevalence of Citizen Science in Global Research: Migratory Birds and Climate Change. *PLoS ONE*, 9(9), e106508. doi:10.1371/journal.pone.0106508. Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0106508>

Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P., . . . Yonten, D. (2009). Local Participation in Natural Resource Monitoring: a Characterization of Approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31–42. doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x.

ECSA (2017). *Diez Principios de la Ciencia Ciudadana*. Barcelona, España. Recuperado de [https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa\\_ten\\_principles\\_of\\_cs\\_spanish\\_0.pdf](https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_cs_spanish_0.pdf)

Ellison, C., Morris, C., Locatelli, B., Sheilg, D., Cohen, J., Murdiyarso, D., . . . Sullivan, C. (2017). Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 43, 51–61.

Escobar, S., Pérez, M., Rojas, M. y Leighton, P. (2018). *Ciencia Ciudadana Principios Herramientas Proyectos de Medio Ambiente*. Santiago de Chile, Chile: Fundación Ciencia Ciudadana, Embajada de Canadá. Recuperado de <http://cienciaciudadana.cl/wp-content/uploads/2018/04/libro-CC-OK.pdf>

Federación Nacional de Cacaoteros. (2016). *Guía Técnica para el manejo tdel cultivo de cacao*. Bogotá, Colombia: FEDECACAO.

Finquelievich, S. y Fischnaller, C. (2014). Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9(27), 11 - 31.

Foster, P. (2001). The Potential negative impacts of global climate change of tropical montane cloud forest. *Earth Science, Reviews*. 55, 73 - 106. Recuperado de [https://www.portalces.org/sites/default/files/references/123\\_Foster%202001.pdf](https://www.portalces.org/sites/default/files/references/123_Foster%202001.pdf)

Guisande, C., Heine, J., González-DaCosta, J. y García-Roselló, E. (2014). *RWizard Software*. Vigo, España: Universidad de Vigo. Recuperado de <http://www.ipez.es/RWizard>

Guisande, C., Rueda, A., Rangel, F., Heine, J., García, E., González, J., ... Pelayo, P. (2019). SINENVAP: An algorithm that employs kriging to identify optimal spatial interpolation models in polygons. *Ecological Informatics*, 53(29). <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.100975>

Hesslerová, P., Pokorný, J., Brom, J. y Rejšková-Procházková, A. (2013). Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. *Ecology and engineering*, 54, 145-154.

Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development*. London, UK: Routledge.

Jordan, R., Crall, A., Gray, S., Phillips, T. y Mellor, D. (2015). Citizen Science as a Distinct Field of Inquiry. *BioScience*, 65(2), 208-211.

OECD. (2015). *Making Open Science*. OECD Science Technology and Industry Policy Papers, No. 25. París, Francia: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/23074957>

Overdeest, C., Huyck, C. y Stepenuck, K. (2004). Volunteer Stream Monitoring and Local Participation in Natural Resource Issues. *Human Ecology Review*, 11(2), 177-185.

Pettibone, L., Vohland, K., Bonn, A., Richter, A., Bauhus, W., Behrisch, B., ... Ziegler, D. (2017). *Citizen science for all – a guide for citizen science practitioners*. Berlin, Alemania: Bürger Schaffen Wissen (GEWISS).

Pinilla, M., Rueda, A. y Pinzón, C. (2018). *Métodos para el monitoreo agroclimático alrededor de embalses: Estudio de caso para la Central Hidroeléctrica Sogamoso*. Bogotá, Colombia: La Imprenta Editores.

Piña, J. (2017). Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta: el riesgo del espectáculo de la producción y el acceso al dato. Hacia otra ciencia ciudadana. *Liinc em Revista*, 13(1), 47 - 58.

Pocock, M., Chapman, D., Sheppard, L. y Roy, H. (2014). *Choosing and Using Citizen Science: a guide to when and how to use citizen science to monitor biodiversity and the environment*. Wallingford, UK: CEPA, CEH.

Rodríguez, N., Pabón, J., Bernal, N. y Martínez, J. (2010). *Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Rueda, A. (12 de 2013). *Tipificación, Caracterización y Evaluación Socio-económica de los Sistemas de Producción existentes en las veredas de Cantaranas, Los Medios, La Esperanza y Santa Inés, del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Senabre, E., Ferran, N. y Perelló, J. (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. *Comunicar*, 26(54), 29-38. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-03>

Soacha, K. y Gómez, N. (Comp.) (2016). *Reconocer, conectar y actuar: porque la ciencia la hacemos todos. Memorias*. 1er Encuentro de Ciencia Participativa sobre Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Creative Commons.

# ANEXO TÉCNICO

## Resultados estadísticos para determinar la consistencia de los datos

Con el objetivo de validar la información adquirida a través del proceso de monitoreo se realizaron análisis de correlación simple y múltiple. Los análisis estadísticos se ejecutaron por medio del programa RWizard (Guisande *et al.*, 2014), que es una interfaz gráfica de usuario de código abierto fácil de usar para el entorno R.

Con el fin de comprobar la calidad de la toma de los datos por parte de cada monitor, se elaboraron ejercicios de correlación simple de cada una de las fincas con la estación meteorológica satelital más cercana; se usaron los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman y sus respectivos p-valores para las variables de precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%).

La validación permitió corroborar que los registros conseguidos por los monitores en un número relevante de los casos ( $p < 0,05$ ) poseen similitud estadística con los datos de la estación satelital de mayor cercanía. A manera de ejemplo, la Figura 1 muestra la comparación de los registros tomados en el año 2018 por el monitor de la finca El Diviso con los datos de la estación meteorológica satelital de Villa Mónica.

Como ejercicio complementario, por medio de matrices de correlación múltiple, se comparó la semejanza de los datos de los parceleros de una zona determinada con los arrojados por la estación satelital más cercana. Este ejercicio permite identificar si los datos de los monitores son sólidos y coherentes en relación con los tomados por la estación meteorológica automatizada. Con el propósito de ejemplificar los resultados, en la Figura 2 se presentan los valores de correlación de los datos del año 2018 de los participantes ubicados en el área cercana a la estación El Marqués (EM), municipio de Zapatoca. Se decidió mostrar los resultados de esta zona por ser la que agrupa la mayor cantidad de participantes en el MCP.

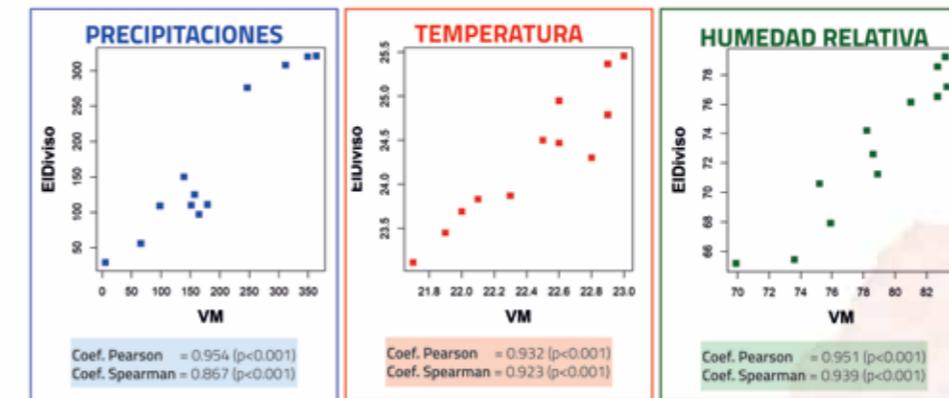


Figura 1. Correlaciones simples entre la finca El Diviso y la estación meteorológica Santa Mónica para las variables temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) en el año 2018  
Fuente: Elaboración propia

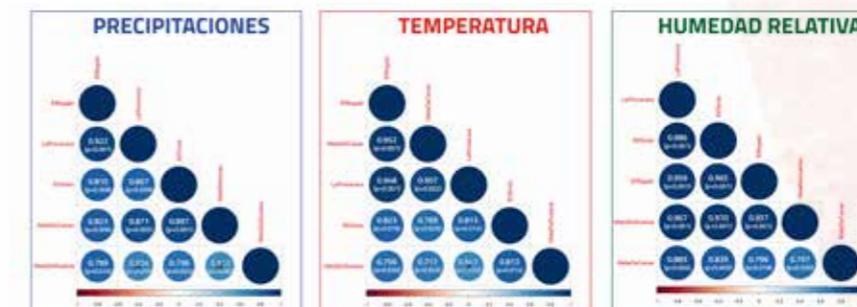


Figura 2. Correlaciones múltiples entre unidades de MCP con la estación satelital El Marqués para las variables temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) en el año 2018  
Fuente: Elaboración propia





ISBN: 978-958-0753-62-1



9 789588 175362 1



Fundación  
Natura  
COLOMBIA

