



Recibido: 18/11/2021  
Aceptado: 29/06/2022



# ESTRATEGIAS PARA LA ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE PRECIPITACIONES EN LA VEREDA LAS PALMAS DEL MUNICIPIO DE TUNJA, BOYACÁ

## STRATEGIES FOR THE ADAPTATION OF A RAINFALL CAPTURE SYSTEM IN THE VILLAGE OF LAS PALMAS IN THE MUNICIPALITY OF TUNJA, BOYACÁ

Manuel Torres Torres

Ingeniero Agrónomo, Especialista en Ingeniería Ambiental,  
Magister en Administración de Negocios, Doctor Ingeniería Ambiental.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.

manuel.torres@unad.edu.co, Semillero Sembrando Nuevas Ideas Agroecológicas;  
Grupo de investigación GIGASS, <https://orcid.org/0000-0001-6033-4799>

Luis Fernando Escarraga Pachón

Médico Veterinario Zootecnista. Especialista en Producción Animal.  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. [luis.escarraga@unad.edu.co](mailto:luis.escarraga@unad.edu.co)

Semillero de investigación en tecnología y producción animal SITPA;  
Grupo de investigación GIGASS, <https://orcid.org/0000-0002-0494-3263>

Mónica Jovanna Patiño Pacheco

Ingeniero Agrónomo, Especialista en Biotecnología Agraria,  
Magister en Ciencias Agrarias-Fitopatología.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.

[monica.patiño@unad.edu.co](mailto:monica.patiño@unad.edu.co), Grupo de investigación GIGASS  
<https://orcid.org/0000-0001-9645-1145?lang=en>

**Citación:** Torres-Torres, M., Escarraga-Pachón, L.F., Patiño-Pacheco, M.J. (2022). Estrategias para la adaptación de un sistema de captación de precipitaciones en la vereda de Las Palmas del municipio de Tunja (Boyacá). *Agricolae & Habitat*, 5 (1), 39 - 57. <https://doi.org/10.22490/26653176.5460>

## RESUMEN

**Contextualización:** En la actualidad, el reto de la agricultura es alimentar a una población cada día en ascenso. Por ello, se debe tener una demanda constante del recurso hídrico para los sistemas productivos. Actualmente, en el departamento de Boyacá, se ha evidenciado un detrimento en la productividad agrícola debido al efecto del cambio climático. Esto en relación a la variación del gradiente de temperatura, alta durante el día y baja en horas de la noche. Con el fenómeno del niño, se ha evidenciado un incremento en la intensidad y frecuencia de las lluvias y a su vez, el fenómeno de la niña, ha ocasionado numerosas pérdidas en la calidad y rendimiento de los cultivos. Con base a lo expuesto aquí, una medida de mitigación consiste en coleccionar el agua lluvia de los techos de viviendas rurales, la cual puede ser aprovechada y utilizada para sistemas de riego, sistemas pecuarios, sistemas agrícolas e hidropónicos o para la vivienda rural.

**Vacío de conocimiento:** La falta de medidas y cálculos relacionados con la recolección de aguas lluvia para beneficio de hogares y/o para sistemas productivos; además de la implementación de estrategias encaminadas a mejorar la disponibilidad del recurso hídrico en épocas de sequía y finalmente, no existen estudios

sobre la captación de aguas lluvia en zonas rurales del departamento de Boyacá.

**Propósito:** Obtener información a partir de datos climatológicos en un periodo de medición de dos años para determinar las estrategias encaminadas a la adaptación de un sistema de captación de precipitaciones y de esta manera, determinar la cantidad de agua captada en una cubierta de una vivienda rural.

**Metodología:** Se coleccionaron datos de pluviosidad durante un periodo de dos años, con el fin de obtener un volumen aproximado en los episodios invernales. Posteriormente, se analizaron datos de factores climáticos, se determinaron los datos pluviométricos, el área de captación y el volumen de aguas lluvia recolectado en fincas.

**Resultados y conclusiones:** Se obtuvieron los siguientes datos totales por año: para el 2020, se captaron 442 mm de agua y para el 2021, se obtuvieron 357 mm por precipitación, además se recogieron 64.09 litros lo que equivale a 64.0 m<sup>3</sup> para el año 2020 y 51.16 litros, lo que equivale a 51.1 m<sup>3</sup> por año.

**Palabras clave:** Cálculos de áreas; pluviosidad; sistemas productivos; valor pluviométrico; volumen de agua.

# ABSTRACT

**Contextualization:** Currently, the agriculture challenge is to feed a growing population every day. Therefore, there must be a constant demand of water resources for production systems. Currently, in the Boyacá department, a decreasing in agricultural productivity has been evidenced due to the effect of climate change. This in relation to the variation of the temperature gradient, high during the day and low at night. With El Niño phenomenon, an increasing in the rain intensity and frequency has been evidenced and, in turn, La Niña phenomenon has caused numerous losses in the crop quality and yield. Based on the above mentioned, a mitigation measure consists of collecting rainwater from the roofs of rural houses, which can be harnessed and used for irrigation systems, livestock systems, agricultural and hydroponic systems, or for rural housing.

**Knowledge gap:** The lack of measures and calculations related to the rainwater collection for the benefit of households and/or for productive systems; in addition to the implementation of strategies

aimed at improving the availability of water resources in times of drought and finally, there are no studies on rainwater harvesting in rural areas of the Boyacá department.

**Methodology:** Rainfall data were collected over a period of two years, in order to obtain an approximate volume in winter episodes. Subsequently, data on climatic factors were analyzed, rainfall data, the catchment area and the volume of rainwater collected on farms, were determined.

**Results and conclusions:** The following total data per year, were obtained as follows: for 2020, 442 mm of water, were captured and for 2021, 357 mm were obtained by rainfall. In addition, 64.09 liters of rainfall were collected, which is equivalent to 64.0 m<sup>3</sup> for the year 2020 and 51.16 liters of rainfall, which is equivalent to 51.1 m<sup>3</sup> per year.

**Keywords:** Area calculations; productive systems; rainfall; rainfall value; volume of water.

# 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2012, el arquitecto Alan Fewkes, publicó un artículo sobre los sistemas de recolección de aguas lluvia titulado: *A review of rainwater harvesting in the UK*, el cual fue llevado a cabo en la escuela de arquitectura de la Universidad de Nottingham Trent, Reino Unido. Este artículo expone los beneficios potenciales de los sistemas de recolección de aguas lluvia, los diferentes tipos de sistemas y componentes utilizados para suministrar agua no potable. El estudio concluye con que este sistema puede mejorar la viabilidad financiera de muchos hogares y mejorar la sostenibilidad ambiental, aunque afirma que se requieren más investigaciones aplicadas a este campo.

El captar y utilizar agua lluvia, es un medio fácil para el consumo humano y de los diferentes sistemas productivos tanto agrícolas como pecuarios. En Colombia, existen varias universidades que han realizado diversas investigaciones dentro de las cuales, se encuentra la Universidad Católica, donde se llevó a cabo un estudio que consistía en realizar un análisis de la respectiva distribución del agua lluvia (Reyes y Rubio, 2014). La Universidad de Antioquia toma su lugar a través de la Especialización en Ingeniería Ambiental con un estudio materializado alrededor de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, el cual se presentó como una poderosa alternativa para el ahorro de agua potable. Este estudio fue llevado a cabo en la institución educativa

María Auxiliadora del departamento de Caldas, Antioquia (Palacio, 2010). En la Universidad ICESI-Cali, Valle del Cauca, Facultad de Ingeniería, Departamento de Diseño; se estructuró un proyecto de grado denominado: Sistema de recolección, almacenamiento y conservación de aguas lluvias para el abastecimiento de agua potable a los habitantes del Pacífico Colombiano en zonas rurales de difícil acceso con ausencia o deficiencia del recurso y es un producto de investigación que aborda contundentemente esta temática de recolección de aguas lluvia (Arango y Flores, 2012).

Por su parte, la Universidad la Gran Colombia de las Américas, a través de su programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas, Facultad de Arquitectura, realiza una cartilla guía orientada a los sistemas de captación de agua lluvia y su posterior uso de beneficio y aprovechamiento en viviendas multifamiliares del barrio Pastranita de la localidad de Kennedy, Bogotá D.C. (De la Cruz y Castellanos, 2020). La Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, a través de la Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios y la Especialización en Gestión de proyectos, consolidaron dos trabajos de grado en los cuales se trabajó específicamente en el desarrollo de esta alternativa, el primero llevó como título: Sistema de captación, abastecimiento y aprovechamiento de aguas lluvias para viviendas urbanas y el segundo, se denominó: Diseño de

un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable en vivienda unifamiliar, vereda la Sabana del municipio de Villa de Leyva-Boyacá; donde se logró analizar cuidadosamente la relación costo-beneficio de las unidades multifamiliares (Ruiz, 2018).

Los sistemas de recolección de agua lluvia son muy poco usados en Colombia por falta de reglamentación, socialización, comercialización y por ser un país con gran abundancia de este recurso. No obstante, con el transcurso de los años, se ha evidenciado un incremento en la demanda de este tipo de sistemas; por factores como la sequía y la contaminación de fuentes superficiales, lo cual genera altos costos e imposibilita contar adecuadamente con este valioso recurso hídrico vital para la supervivencia del ser humano (Olaiz Fernández, 1994).

En el departamento de Boyacá, se tiene conocimiento de que en municipios como Villa de Leyva, Tinjacá, Sáchica, Ráquira y Sutamarchán, se presenta escasez de precipitaciones y este escenario, conlleva a que el elemento agua sea muy escaso, por ello, se deben establecer medidas que permitan su disponibilidad en épocas críticas.

Otro inconveniente que se presenta en el departamento de Boyacá, es la falta de asistencia técnica y de capacitación a

los productores sobre captación de aguas lluvia y los beneficios que conlleva esta alternativa en los aspectos económico, ambiental y social; capacitaciones que deberían ser ejecutadas por parte de los entes gubernamentales. La disminución del recurso hídrico y su constante demanda para una población en ascenso, se convierte en una amenaza para todo sistema productivo. Los productores se han visto perjudicados por el efecto del cambio climático, a medida que pasa el tiempo, están afectando los recursos hídricos.

Desde el punto de vista de la normatividad legal, se dispone para tales fines, la Ley 373 de 1997 que hace referencia al uso eficiente del agua. En el año 2017, se presentó ante el Congreso de la República de Colombia, el Proyecto de Ley 48, el cual buscaba implementar e incentivar, los sistemas de recolección, tratamiento y aprovechamiento de aguas lluvia, además de la captación de energía solar. Hasta ahora, no se ha dispuesto ninguna Ley que incentive y promueva la captación de aguas lluvia mediante la recolección de infraestructuras rurales.

El objetivo de esta investigación fue determinar las estrategias para la adaptación de un sistema de captación de precipitaciones y determinar la cantidad de agua captada en una cubierta de una vivienda rural durante un periodo de dos años utilizando cálculos pertinentes.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se estableció en la Finca la Palma, la cual consta de 8 has ubicada en la vereda Tras del Alto, municipio de Tunja-Boyacá con una producción pecuaria de ovinos (60 animales); una producción agrícola basada en el cultivo de avena (*Avena sativa* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.) (3.2 ha), para el balance nutricional de la ganadería ovina.

### Área de captación

Se compone de una cubierta a dos aguas con un área de 145m<sup>2</sup>; el material de la cubierta está compuesto de teja de asbesto pintada en su cara exterior.

### Canalización de la cubierta

La canalización de la cubierta se compone de dos canaletas de acero galvanizado de 12 metros de longitud, de base 25 cm, cara frontal 20 cm y con una cara interna de 15 cm. Su instalación tiene una pendiente estándar del 2% de inclinación.

### Método de desagüe

El desagüe se compone de un tubo bajante de PVC de 3" de diámetro, el cual, al final de la línea consta de una válvula de alivio de 3" en material PVC para el control del caudal, dado el caso que se llegara a superar el volumen del embalse; la descarga se hacía de forma directa sobre el tanque de recolección.

### Tanque de recolección o embalse

El tanque de recolección se construyó a una distancia de 4 metros de la casa de donde se realiza la captación; se diseñó de forma rectangular con base en elementos

estructurales de cemento, gravilla, ladrillo y hierro; con las siguientes medidas internas específicas: i) altura=1.2m; ii) ancho=2.5m y iii) largo= 6m. El tanque está provisto por una superficie de una lona de poli sombra con el objetivo de contrarrestar el efecto de la radiación en términos de evaporación del agua.

### Pluviómetro

Este instrumento se instaló a 15 metros de la estructura de captación de agua en un área abierta desprovista de obstáculos como arboles u otras construcciones simulando las mismas condiciones del área de captación y canalización.

### Metodología

Durante cada evento invernal, se procedió a tomar lecturas del pluviómetro en milímetros de agua; el tiempo de cada episodio de lluvia, se calculó en minutos y horas, y posteriormente al evento invernal, se realizaron los respectivos cálculos para determinar la cantidad de agua captada en la infraestructura del techo de la finca, aplicando la fórmula de captación expuesta en la ecuación 1.

$$\text{Área} = L (m \times a)$$

Ecuación 1

Donde: L = litro m (precipitación);  
a = área de la infraestructura.

Se debe explicar que el estudio que se realizó es para calcular la cantidad de agua que se puede captar desde una infraestructura rural.

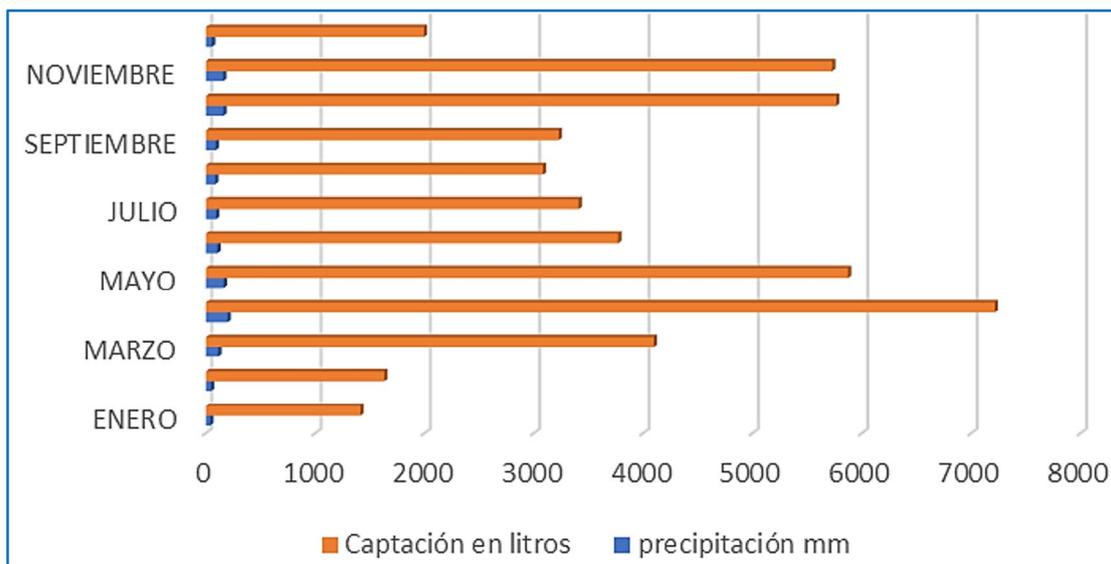
# 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se obtuvieron a partir de los análisis realizados a los datos de las precipitaciones y de otros factores meteorológicos, así

como también de la captación de aguas lluvia obtenida en la Finca las Palmas de la vereda Tras del Alto, municipio de Tunja-Boyacá, con un área de 145m<sup>2</sup>.

## ● Figura 1

*Datos climatológicos generales del área de estudio correspondiente al periodo 2020-2021*



Fuente: Autores

De acuerdo con los datos climatológicos recolectados para el año 2020, se evidencia en la figura 1, que para los meses de abril (7100 mm), mayo, octubre y noviembre (5900 mm), se colectó la mayor cantidad de agua lluvia, que se utilizó para los sistemas productivos. En cambio para los meses de Enero y febrero

solo se recolecto un promedio de 1500 mm. Estos datos estaban sujetos a la frecuencia de las lluvias y duración de cada episodio. La mayor captación de lluvias en todo el año 2021, se presentó para el mes de abril con 7213 mm y una precipitación promedio de 199 mm (ver tabla 1).

## ■ Tabla 1

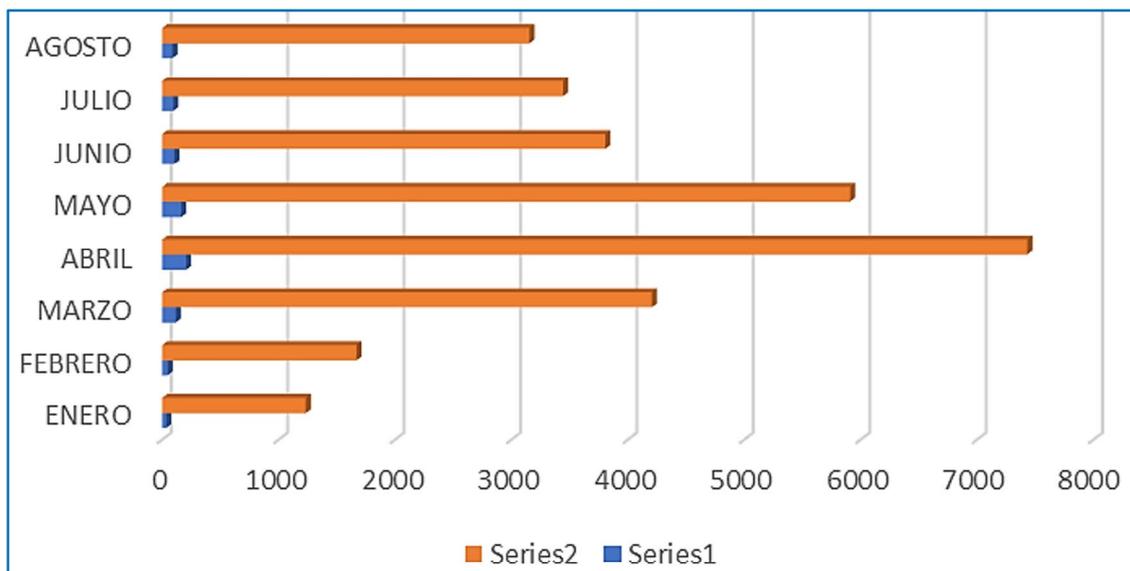
*Datos generales de la zona año 2021*

Mes	Precipitación (mm)	Captación (L)
Enero	39	1413.70
Febrero	45	1631.20
Marzo	113	4095.20
Abril	199	7213.70
Mayo	162	5872.50
Junio	104	3770
Julio	94	3407.50
Agosto	85	3081.20
Septiembre	89	3226.20
Octubre	159	5763.50
Noviembre	158	5727.30
Diciembre	55	1993.70

**Fuente:** Adaptado de los datos suministrados por el portal oficial Weather Spark. Weather Spark (s.f.). <https://es.weatherspark.com>

## ● Figura 2

*Datos climatológicos generales del área de estudio, año 2020*



**Fuente:** Autores

## ■ Tabla 2

Datos climatológicos generales de la zona, año 2020

Mes	Precipitación (mm)	Captación (L)
Enero	34	1232.50
Febrero	46	1667.50
Marzo	116	4205
Abril	205	7431.25
Mayo	163	5908.70
Junio	105	3806.25
Julio	95	3443.75
Agosto	87	3153.75
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		

Fuente: Adaptado de los datos suministrados por el portal oficial Weather Spark.  
Weather Spark (s.f.). <https://es.weatherspark.com>

Por el contrario, para el primer periodo del año 2020, específicamente los meses de enero a febrero, el promedio de lluvias osciló entre 34-46 mm; la captación de litros fue de apenas 1390 mm. Al contrario, para el mes de abril del mismo año, se registró un mayor volumen de aguas lluvia

en todo el año 2020, que fue de 205 mm, lo que se tradujo en una captura de 7431 mm, al igual que para el mes de mayo de 5908 mm. En estos meses, se puede observar un incremento en la frecuencia de lluvias con una mayor duración en cada episodio (ver tabla 3).

## ■ Tabla 3

Temperatura promedio, año 2020

T°C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máxima	17°C	17°C	17°C	17°C	17°C	16°C	15°C	15°C	16°C	16°C	17°C	17°C
Temp.	11°C	11°C	12°C	12°C	12°C	12°C	11°C	11°C	11°C	11°C	12°C	11°C
Mínima	5°C	6°C	7°C	8°C	8°C	8°C	7°C	7°C	6°C	7°C	7°C	6°C

Fuente: Weather Spark (s.f.). <https://es.weatherspark.com>

En cuanto a las temperaturas para el año 2020, se puede observar que se mantuvieron constantes; la temperatura máxima estuvo entre 15-17°C; la temperatura

mínima fue de 5-8°C; las más bajas temperaturas se presentaron debido a que se registraron heladas en el mes de enero (ver tablas 4,5,6).

## ■ Tabla 4

*Velocidad del viento, año 2020*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Velocidad viento (kph)	5.9	6.5	6.5	6.5	7.0	8.3	8.8	8.4	7.4	5.6	4.8	5.2

Fuente: Weather Spark (s.f.). <https://es.weatherspark.com>

## ■ Tabla 5

*Temperatura promedio, año 2021*

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Máxima	22 °C	22 °C	18°C	18°C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C
Temp.	11 °C	11 °C	12 °C	12 °C	12 °C	12 °C	11 °C	11 °C
Mínima	3 °C	2 °C	5 °C	9 °C	9 °C	8 °C	9 °C	8 °C

Fuente: Weather Spark (s.f.). <https://es.weatherspark.com>

## ■ Tabla 6

**Datos meteorológicos obtenidos de la Finca, año 2021**

Mes	Semana	Fecha	Toma de la lectura AM/PM	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Enero					0	sin lluvias, verano total, heladas
Febrero					0	
Marzo					0	
Abril					0	
Mayo	1	1-may-21	am	30	8	lloviznas leves cielo nublado
		2-may-21	am	30	5	
		3/05/2021	am	30	2	
		4/05/2021	am	30	12	
		5/05/2021	am	30	5	
		6/05/2021	am	30	3	
		7/05/2021	am	30	5	
	2	8/05/2021	am	30	3	
13/05/2021	am	60	4			

**■ Tabla 6**  
Continuación

Mes	Semana	Fecha	Toma de la lectura AM/PM	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Mayo	3	17/05/2021	am	30	2	lluvias leves y constantes
		24/05/2021	am	15	2	
		25/05/2021	am	15	3	
		28/05/2021	am	60	15	
		29/05/2021	am	30	4	
		30/05/2021	am	15	3	
Junio	3	15/06/2021	am	60	15	mayor parte del mes cielo nublado
Julio	1	4/07/2021	am	60	14	nublado
		6/07/2021	am	15	2	
		7/07/2021	am	15	3	
		11/07/2021	am	15	3	
		13/07/2021	am	15	2	
	3	21/07/2021	am	90	19	
Agosto	1	1/08/2021	am	15	3	lluvias constantes
		3/08/2021	am	60	4	
		4/08/2021	am	15	3	
	2	8/08/2021	am	5	25	
		13/08/2021	am	15	2	
	3	22/08/2021	am	15	3	
	4	27/08/2021	am	30	8	
		28/08/2021	am	1	8	
Septiembre	1	3/09/2021	am	n/a	1	nublado lluvias leves y constantes
		5/09/2021	am	n/a	1	
	2	8/09/2021	am	n/a	1	
		9/09/2021	am	n/a	1	
		12/09/2021	am	n/a	3	
		14/09/2021	am	n/a	2	
		15/09/2021	am	n/a	3	
	3	17/09/2021	am	n/a	5	
		20/09/2021	am	n/a	2	
		21/09/2021	am	n/a	1	

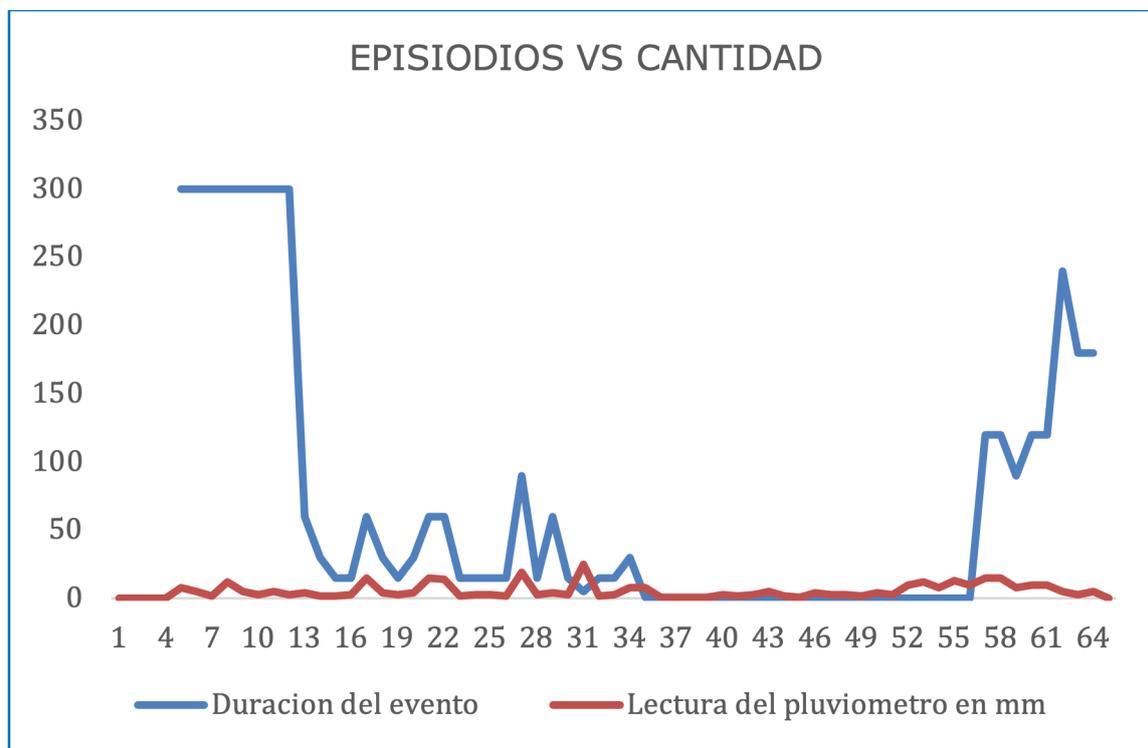
**Tabla 6**  
*Continuación*

Mes	Semana	Fecha	Toma de la lectura AM/PM	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Septiembre	4	23/09/2021	am	n/a	4	nublado lluvias leves y constantes
		25/09/2021	am	n/a	3	
		30/09/2021	am	n/a	3	
Octubre	1	6-oct-21	am	n/a	2	
		7-oct-21	am	n/a	4	
	2	8-oct-21	am	n/a	3	
		10-oct-21	am	n/a	10	
		11-oct-21	am	n/a	12	
Octubre	3	15-oct-21	am	n/a	8	
		16-oct-21	am	n/a	13	
		17-oct-21	am	n/a	10	
	4	25-oct-21	am	120	15	
		26-oct-21	am	120	15	
		27-oct-21	am	90	8	
		28-oct-21	am	120	10	
Noviembre	1	3-nov-21	am	24	5	
		6-nov-21	am	18	3	
		8-nov-21	am	18	5	
Diciembre					0	
Total					357	

Fuente: Autores

● **Figura 3**

Datos correlacionados con el número de episodios vs cantidad de lluvia, año 2021



Fuente: Autores

La tabla 7, expone los datos meteorológicos obtenidos en el área de estudio, año 2020.

■ **Tabla 7**

**Datos meteorológicos obtenidos en el área de estudio, año 2020**

Mes	Semana	Fecha	Toma de lectura am/pm	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Enero	4	27-ene-20	am	15	2	predominan tiempo seco y cielo despejado
Febrero	2	20-feb-20	am	15	3	esporádicas lloviznas, heladas
	3	21-feb-20	am	60	8	
Marzo	2	22-feb-20	am	15	1	resto del tiempo seco, soleado, heladas.
		12-mar-20	pm	5	-1	
	14-mar-20	am	4	-1		
Abril	3	19-mar-20	pm	4	-1	lloviznas con granizo
		16/04/2020	am	15	6	
		19/04/2020	am	15	4	
		20/04/2020	pm	10	3	

**■ Tabla 7**  
*Continuación*

Mes	Semana	Fecha	Toma de lectura am/pm	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Mayo	1	1/05/2020	am	10	2	mayor parte de tiempo seminublado sin lluvias
Junio	3	18/06/2020	am	20	6	cielo mayormente nublado
	4	25/06/2020	am	15	4	
		29/06/2020	am	15	5	
Julio	3	17/07/2020	am	30	10	lluvias cortas y moderadas
		18/07/2020	am	30	8	
	4	22/07/2020	am	30	9	
		27/07/2020	am	30	15	
		30/07/2020	am	45	22	
Agosto	1	7/08/2020	am	30	8	comienzo de temporada lluviosa, predomina lluvias de suaves a moderadas
	2	8/08/2020	am	30	10	
		9/08/2020	am	60	15	
		10/08/2020	am	90	18	
		11/08/2020	am	60	16	
		12/08/2020	am	30	10	
		13/08/2020	am	60	12	
		14/08/2020	am	6	24	lluvia torrencial toda la madrugada
	22/08/2020	am	30	8	lloviznas esporádicas durante el día	
Septiembre	1	1/09/2020	am	30	8	lloviznas esporádicas durante el día
		2/09/2020	am	30	9	
		5/09/2020	am	3	18	
	2	9/09/2020	am	210	22	lluvias fuertes
		13/09/2020	am	30	6	
	3	16/09/2020	pm	3	15	lluvias suaves de madrugada
	4	23/09/2020	am	3	14	

■ **Tabla 7**  
 Continuación

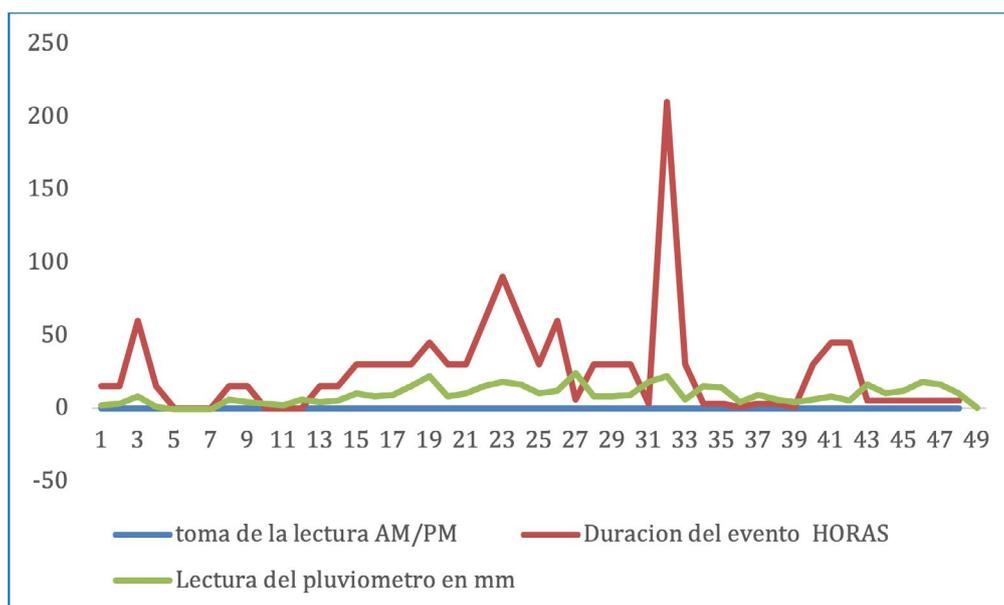
Mes	Semana	Fecha	Toma de lectura am/pm	Duración del evento	Lectura del pluviómetro en mm	Observaciones
Octubre	1	4/10/2020	am	1	4	lloviznas cortas y heladas en la madrugada
		6/10/2020	pm	3	9	
	2	7/10/2020	pm	3	6	lloviznas nocturnas
		8/10/2020	pm	1	4	
	4	29/10/2020	am	30	6	lluvias esporádicas
		30/10/2020	am	45	8	
31/10/2020		pm	45	5		
Noviembre	1	1/11/2020	am	5	16	lluvias continuas mayor a 5 horas
		2/11/2020	am	5	10	
		3/11/2020	am	5	12	
		4/11/2020	am	5	18	
	4	29/11/2020	am	5	16	
		30/11/2020	am	5	10	
Diciembre					0	Sin lluvias
<b>Total</b>					<b>442</b>	

Fuente: Autores

La figura 4 expone los datos de no ocurrencia de lluvias o episodios cero vs la cantidad de lluvia para el año 2021.

● **Figura 4**

Datos de no episodios vs cantidad de lluvia, año 2021



Fuente: Autores

La investigación que se realizó, busca estrategias orientadas al incremento en el nivel de aprovechamiento de las precipitaciones, con el fin de reducir la dependencia hídrica de cuencas externas y el consumo de agua de los acueductos veredales y de los municipios. El aprovechamiento de aguas lluvia, contribuye de forma significativa a satisfacer las necesidades de agua no potable, como el agua para riego y cisternas de inodoros. El sistema de captación de aguas lluvia, debe estar dotado de una superficie captadora, canales de conducción, un sistema de decantación o filtrado de impurezas y un tanque o depósito de almacenamiento.

La Promoción de capacitación a las comunidades rurales en el proceso de cap-

tación de aguas lluvia para utilizarlas en las actividades agropecuarias y de uso doméstico, es una alternativa para el desarrollo de la producción en el campo, además se debe propender por implementar capacitaciones en la implementación del sistema de captación de aguas lluvia para el aprovechamiento.

Se calcula que si se implementa el sistema en todas las viviendas de la vereda Tras del Alto (185 unidades), la cantidad de agua de dotación estaría alrededor de  $32.54 \text{ m}^3 \cdot \text{año}^{-1}$  en un área de  $100 \text{ m}^2$  por vivienda, y arrojó un dato estimado de  $6020 \text{ m}^3$  en todas las viviendas de la vereda, lo cual es una cantidad de agua significativa para ser usada en épocas de sequía o verano.

## 4. CONCLUSIÓN

La investigación sobre las estrategias para la adaptación de un sistema de captación de precipitaciones en la vereda de las palmas del municipio de Tunja-Boyacá después de la toma de datos, concluye que existe una disminución potencial en los episodios de precipitación entre los años 2020-2021, por consiguiente; este año existe menos captación de lluvias que el año anterior. Sin embargo, otras condiciones climatológicas con mediciones de vientos y radiación solar, también evidenciaron un detrimento. Además, cualquier tipo de infraestructura rural puede servir como fuente de captación de aguas lluvia.

Los modelos productivos se pueden adaptar al ciclo de precipitaciones de acuerdo con la capacidad de captación y embalse bajo infraestructuras que impiden la evaporación de agua y permiten un suministro constante en periodos de sequía.

Se deben desarrollar estrategias encaminadas hacia una nueva dinámica de

producción basada en modelos ecológicos que no afecten el ecosistema, y que se ajusten a la oferta hídrica típica de la zona, permitiendo realizar una producción constante y sustentable bajo condiciones limitadas. A nivel social, se debe propender por impartir a las comunidades rurales, la posibilidad de utilizar una pequeña porción de espacio en sus parcelas para llevar a cabo la implementación de un sistema de captación de aguas lluvia y finalmente, se hace un llamado a los entes gubernamentales para impartir capacitación y asistencia técnica a los productores sobre captación eficiente de aguas lluvia.

### Contribución de autoría

Primer autor: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, borrador original; segundo autor: análisis de datos, escritura, revisión y edición; tercer autor: revisión y edición, supervisión, conceptualización y escritura.

## AGRADECIMIENTOS

Se le extiende los más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, por su apoyo en el desarrollo del artículo. Así mismo, a la propietaria de la finca Las

Palmas, la señora Flor María Pachón de Escárraga por su disponibilidad en la colaboración para obtener los datos de información requerida para el desarrollo del proyecto.

# REFERENCIAS

- Arango Escobar N. y Flórez Cardona J. (2012). Sistema de recolección, almacenamiento y conservación de aguas lluvias para el abastecimiento de agua potable a los habitantes del Pacífico Colombiano en zonas rurales de difícil acceso con ausencia o deficiencia del recurso. Trabajo de grado, Universidad Icesi, Facultad de Ingeniería, Departamento de Diseño (Eds.) Santiago de Cali. [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/68576/1/uma%C3%B1a\\_sistema\\_recoleccion\\_almacenamiento\\_2012.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68576/1/uma%C3%B1a_sistema_recoleccion_almacenamiento_2012.pdf).
- Allen, G., Pereira, S., Raes, D. y Smit, M. (2006) Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>.
- Critchely, W. y Siegert, K. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia opciones técnicas para la agricultura familiar en américa latina y el caribe. <http://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>.
- COSIGLOS. (2010). Introducción a la captación de agua. <http://www.ecosiglos.com/2010/10/una-introduccion-la-captacion-de-agua.html>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura tendencias y desafíos. <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>.
- Fewkes, A. (2012). A review of rainwater harvesting in the UK. Nottingham Trent University, Press.
- Grupo del Banco Mundial. (2017) El agua en la agricultura. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (1999). Cartas climatológicas medias mensuales. <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/tunja/temperatura.htm>.
- Castellanos, L. y García, C. (2015). Diseño e implementación de un prototipo de sistema de recolección y tratamiento de aguas lluvia en casa multifamiliar. Universidad Católica de Colombia (Eds.).
- IDEAM. (2000). Estudio Nacional del agua. Colombia: Instituto de hidrología meteorológica y estudios ambientales.
- Olaiz Fernández, G. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM127SSA11994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México, D.F.

- Palacio N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Trabajo de Monografía para optar al título de Especialista en Manejo y Gestión del Agua. Universidad de Antioquia (Eds.). <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/1325/1/PropuestaSistemaAprovechamientoAguaLluvia.pdf>
- Reyes C. y Rubio J. (2014) Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias. Trabajo de grado Especialización de Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil (Eds.). <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2089/1/Recoleccion-aguas.pdf>
- Ruiz, S. (2018). Diseño de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en vivienda Unifamiliar, Vereda la Sabana del municipio de Villa de Leyva- Boyacá. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD (Eds.). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25289>



**Licencia de Creative Commons**

Revista Agricolae & Habitat is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

