

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE POSGRADO**

**Cosecha de agua, una innovación para la adaptación de la agricultura ante el cambio climático en el corredor seco nicaragüense: análisis de su aptitud para el escalamiento.**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de**

***MAGISTER SCIENTIAE***

**En ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

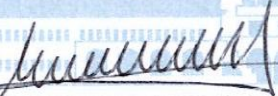
**Lipsa Yunieth González Aguirre**

**Turrialba, Costa Rica  
2023**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO Y  
CAMBIO CLIMÁTICO**

**FIRMANTES:**



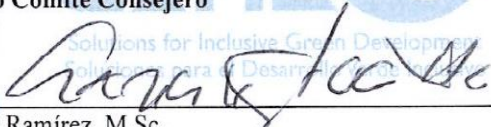
---

Leida Mercado De Guanche  
**Directora de tesis**



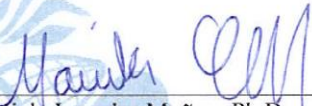
---

Alejandro C. Imbach Hermida, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**




---

Ney Ríos Ramírez, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



---

Mariela Leandro Muñoz, Ph.D.  
**Decana, a.i., Escuela de Posgrado**



---

Lipsa Yunieth González Aguirre  
**Candidata**

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Edú Alejandro, por ser mi motor y maestro de vida.

A mis padres Ariel González y Antonia Aguirre, porque su filosofía de vida ha sido “que la mejor herencia que nos pueden dejar, son los estudios profesionales”, y este es un reflejo de ese esfuerzo familiar.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por ser mi guía en cada paso de esta etapa profesional.

Agradezco a las personas que extendieron las cartas de recomendación, para postularme al CATIE, ha sido un honor tenerles como mentores en diferentes momentos de mi vida profesional. Gracias: Ph.D. David Tarrasón, Ph.D. Christopher M. Bacon, Ph.D. Pablo Siles y MSc. Raúl Díaz.

A la Cooperación Suiza en América Central (COSUDE) a través del proyecto “Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la Cosecha de Agua en Nicaragua” por depositar su confianza y cubrir mis gastos académicos, manutención y trabajo de campo.

A los miembros del proyecto Cosecha de Agua, en especial a dña. Maritza Rivera y don Amilcar Aguilar por ser los primeros en confiar en mis capacidades y motivarme a continuar con mi crecimiento académico.

Y mi agradecimiento total, a todo el equipo del PCA, por su incondicional apoyo y apertura ante cada consulta, gracias por sus conversaciones, enseñanzas y compartir en este maravilloso mundo de la “cosecha de agua”, cada uno tiene mi admiración y respeto por la calidad de personas que son y su dedicación al desarrollo de las familias comunitarias. Gracias: Alba Roque, Albenis González, Ariel Moreno, Byron Morán, Ena Ibarra, Felix Chavarría, Felipe Romero, Henry Castillo, Maynard Soza, Mariann, Noé Midence, Noel Martinez, Pedro Maradiaga, Ramón Joya, Raúl Obando, Rigorberto, Sebastián Castellón, Sayda Castillo.

Gracias don Bayardo Quintero y Regina López por permitir que la última beca quedara en Nicaragua y esta fue mi oportunidad; gracias don Pedro Pablo Orozco por sus conversaciones cargadas de experiencias y voluntad de enseñar, a Luisa Gámez por su disponibilidad en facilitar información y confianza, a don Francisco Rivera por toda la facilitación logística y carisma, y Néstor Castellón por su recomendación de volverme una estudiante nocturna.

También agradezco al equipo del proyecto ESCALAR en Guatemala, por acogerme en la segunda etapa de mi trabajo de campo, fue un gusto compartir y aprender juntos, gracias: José Gabriel Suchini, Angel Espina, Sandra Espino, Donají García, Laura Rodríguez y Favio Duarte.

A mis profesores consejeros de tesis, Profesora Leida Mercado, Profesor Ney Ríos y al maestro Imbach, por acompañarme en este largo y sinuoso camino, sin duda alguna esta etapa estuvo llena de retos y aprendizajes personales, hoy me quedo con la vivencia del campo, los ejemplos y consejos de cada uno de ustedes, para ser cada día mejor.

Gracias a mi familia, al papito, mami Toña y herman@s por cuidar de mi hijo y forjar un niño feliz durante mi ausencia, a Walky mi segunda madre por estar pendiente todas las madrugadas de mis estudios y bienestar. a Eharly por impulsarme a cumplir este sueño profesional.

Compañer@s de la generación 2022-2023, gracias por compartir su cultura, les recordaré con Alegría y esa buena vibra que disfrutamos en los viajes, el futbol y en clase. Que tengan una Radiante vida y cuando estén agobiad@s usen el “pico rojo” y salgan a brillar y recuerden lo Inigualables que son. Gracias, Will, Aleja, Adita, Carmen, Joma, Jafra, Luana, Edwin, Carlos y Angie. Gracias a Karol Araya, Alfonso, Mictchell, Lindsey, Aranjid, Ariadne, Martita y Braulio.

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS</b> .....	VIII
<b>RESUMEN</b> .....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	3
2.1. Localización y descripción del área de estudio.....	3
2.2. Caracterización biofísica.....	3
2.3. Condiciones climáticas de la zona de estudio.....	7
2.3.1. Patrón climático del departamento de Estelí.....	7
2.3.2. Patrón climático del departamento de Madriz. ....	9
2.4. Amenaza de sequía. ....	11
2.5. Proceso metodológico.....	12
2.5.1. <i>Scaling Readinnes</i> un enfoque para el escalamiento de innovaciones.....	12
2.5.2. Etapas del enfoque metodológico de <i>Scaling Readiness</i> .....	12
2.5.3. Paso 1: Caracterización de las innovaciones de cosecha de agua .....	13
2.5.4. Paso 2: Diagnóstico .....	16
2.5.4.1. Análisis de los niveles de madurez/aptitud de los paquetes de innovaciones en cosecha de agua.....	16
2.5.4.2. Identificación de los cuellos de botellas y posibles alternativas para ser abordados. ....	17
2.6. Análisis de la información .....	17
<b>3. RESULTADOS</b> .....	19
3.1. Caracterización de las innovaciones de cosecha de agua .....	19
3.1.1. Categorización de las innovaciones principales de cosecha de agua promovidas por el Proyecto Cosecha de Agua en Nicaragua. ....	19
3.1.2. Identificación y descripción de las innovaciones complementarias y condiciones habilitantes. ....	19
3.1.2.1. Descripción de los paquetes de innovación de cosecha de agua. ....	19
3.2. Análisis del nivel de madurez/aptitud para el escalamiento de las innovaciones de cosecha de agua en el Corredor Seco de Nicaragua. ....	23
3.2.1. Nivel de madurez/aptitud de los paquetes de las innovaciones de cosecha de agua. ....	24
3.2.1.1. Cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado (TTZ-patio).....	24

3.2.1.2.Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para uso Silvopastoril (escorrentía-SSP) .....	25
3.2.1.3.Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para el uso Agroforestal (escorrentía- SAF).....	26
3.2.1.4.Cosecha de Agua de manantial para uso Silvopastoril (manantial-SSP) .....	27
3.2.1.5.Cosecha de Agua de manantial para uso agroforestal (manantial-SAF) .....	28
3.2.2. Principales Cuellos de botella para el escalamiento.....	29
3.2.3. Elementos claves para una estrategia de escalamiento de innovaciones de Cosecha de agua y abordar cuellos de botella. ....	30
<b>4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Madurez/aptitud para el escalamiento de las innovaciones de cosecha de agua. ..	31
4.2. Cuellos de Botella.....	33
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>37</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>42</b>
Anexo 1. Escala para la evaluación del nivel de Preparación de la Innovación. ....	42
Anexo 2. Escala para la evaluación del nivel de Uso de la Innovación. ....	43
Anexo 3. Descripción de las cinco innovaciones principales de Cosecha de agua. ....	44
Anexo 4. Descripción de las innovaciones complementarias de los paquetes de cosecha de agua. ....	45
Anexo 5. Descripción de las condiciones habilitantes de los paquetes de cosecha de agua. ....	47
Anexo 6. Galería fotográfica. ....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Uso y cobertura del suelo de los municipios de Condega y Pueblo Nuevo, INETER (2020).....	5
<b>Cuadro 2.</b> Uso y cobertura del suelo de los municipios de Totogalpa y San Lucas, INETER (2020).....	6
<b>Cuadro 3.</b> Categorización de los sistemas de cosecha de agua, a partir de la relación del tipo de obra y sistema productivo. ....	13
<b>Cuadro 4.</b> Caracterización de expertos en función del nivel de intervención en la implementación de las innovaciones de cosecha de agua en el marco del PCA. ..	15
<b>Cuadro 5.</b> Estadístico F y p-valor asociado para los factores Expertos, Madurez y su interacción según paquetes de cosecha de agua. ....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del área de estudio. ....	3
<b>Figura 2.</b> Distribución de uso de suelo del municipio de Condega (a) y Pueblo Nuevo (b) - Estelí (área en hectáreas). ....	5
<b>Figura 3.</b> Distribución de uso de suelo del municipio de Totogalpa (c) y San Lucas (d)-Madriz (área en hectáreas).....	6
<b>Figura 4.</b> Climograma que representa el promedio histórico mensual de temperatura y precipitación 1991-2020, Estelí-Nicaragua. ....	7
<b>Figura 5.</b> Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Condega-Estelí. ....	8
<b>Figura 6.</b> Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Pueblo Nuevo-Estelí.....	8
<b>Figura 7.</b> Climograma que representa el. promedio histórico mensual de temperatura y precipitación 1991-2020, Madriz-Nicaragua. ....	9
<b>Figura 8.</b> Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Totogalpa – Madriz. ....	10
<b>Figura 9.</b> Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, San Lucas-Madriz.....	10
<b>Figura 10.</b> Amenaza de sequía en los cuatro municipios de estudio. ....	11
<b>Figura 11.</b> Pasos del enfoque metodológico de Scaling Readiness. Sartas et al. (2020). ....	12
<b>Figura 12.</b> Innovaciones del paquete de cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado. ....	20
<b>Figura 13.</b> Innovaciones del paquete de cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso silvopastoril. ....	20
<b>Figura 14.</b> Innovaciones del paquete de cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso agroforestal. ....	21
<b>Figura 15.</b> Innovaciones del paquete de cosecha de agua de manantial para uso silvopastoril. ....	21
<b>Figura 16.</b> Innovaciones de cosecha de agua de manantial para uso agroforestal. ....	22
<b>Figura 17.</b> Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua TTZ-Patio. ....	24
<b>Figura 18.</b> Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Escorrentía-SSP. ....	25
<b>Figura 19.</b> Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Escorrentía-SAF. ....	26
<b>Figura 20.</b> Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Manantial-SSP. ....	27
<b>Figura 21.</b> Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Manantial-SAF. ....	28
<b>Figura 22.</b> Cuellos de botella por paquete de Innovaciones de cosecha de agua. ....	29

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CdA	Cosecha de Agua
CSC	Corredor Seco Centroamericano
DBCA	Diseño Bloques Completamente al Azar
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
PIB	Producto Interno Bruto
PCA	Proyecto Cosecha de Agua
SAF	Sistemas Agroforestales Diversificados
SSP	Sistemas Silvopastoriles
TTZ	Tanque Tipo Zamorano



## RESUMEN

### **Cosecha de agua, una innovación para la adaptación de la agricultura ante el cambio climático en el corredor seco nicaragüense: análisis de su aptitud para el escalamiento**

**Lipsa Yunieth González Aguirre**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

[Lipsa.gonzalez@catie.ac.cr](mailto:Lipsa.gonzalez@catie.ac.cr)

La agricultura es la actividad más demandante de agua en el mundo y su adecuada utilización tiene un impacto significativo en la Seguridad Alimentaria Nutricional y los medios de vida de las familias del corredor seco centroamericano (CSC). Por esta razón, el proyecto “Adaptación de la agricultura al cambio climático a través de la cosecha de agua en Nicaragua” implementó innovaciones de cosecha de agua en el CSC. A través de este estudio, se analizó la madurez/aptitud de estas innovaciones de cosecha de agua, en cuatro de los municipios de incidencia del proyecto, utilizando el enfoque de la metodología *Scaling Readiness* para el análisis de la “preparación y uso” de 14 innovaciones complementarias, que implican prácticas y tecnologías agropecuarias, así como 4 condiciones habilitantes. Los resultados arrojaron la madurez/aptitud para el escalamiento de los paquetes de cosecha de agua implementados por el proyecto y se determinaron los siguientes puntajes de madurez/aptitud: TTZ-Patio=22.04, Escorrentía-SSP=33.08, Escorrentía-SAF=25.88, Mantantial-SSP=22.30 y Manantial-SAF=24.60, lo que indica que los cinco paquetes de innovaciones de cosecha de agua analizados son aptos para el escalamiento, destacando mayor madurez/aptitud para escalar el paquete de “Cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso silvopastoril”. Así mismo, se identificaron que los principales cuellos de botellas para todos los paquetes, estuvieron relacionados con la disponibilidad y acceso a programas crediticios, a la implementación de modelos de cofinanciamiento y el acceso a mercados justos y competitivos; por lo que superar dichos cuellos de botella son un reto de importancia para la ejecución de futuros proyectos sobre todo en el CSC, que buscan la masificación de estas innovaciones, para incrementar la productividad de las unidades agropecuarias, aportar a la seguridad alimentaria y nutricional y así lograr un impacto a escala.

**Palabras clave:** *Scaling readiness, madurez, innovaciones, cuellos de botella, escorrentía, manantial, agroforestal, silvopastoril, patios.*

## ABSTRAC

### **Water harvesting, an innovation for agricultural adaptation to climate change in the Nicaraguan Dry Corridor: suitability analysis for scaling up.**

Agriculture is the most water-demanding activity globally, and its proper use significantly impacts Nutritional Food Security and families' livelihoods in the Central American Dry Corridor (CADC). For this reason, the "Adaptation of agriculture to climate change through water harvesting in Nicaragua" project implemented water harvesting innovations at the CSC. Through this study, the maturity/apptitude of these water harvesting innovations was analyzed in four of the municipalities of incidence of the project, using the approach of the Scaling Readiness methodology for the analysis of the "preparation and use" of 14 complementary innovations, which involve agricultural practices and technologies, as well as four enabling conditions. The results showed the maturity/apptitude for scaling the water harvesting packages implemented by the project, and the following maturity/apptitude scores were determined: TTZ-Patio=22.04, Runoff-SSP=33.08, Runoff-SAF=25.88, Mantantial-SSP=22.30 and Manantial-SAF=24.60, which indicates that the five water harvesting innovation packages analyzed are suitable for scaling, highlighting greater maturity/apptitude for scaling the "Rainwater harvesting with reservoir package, for silvopastoral use." Likewise, it was identified that the main bottlenecks for all packages were related to the availability and access to credit programs, the implementation of co-financing models, and access to fair and competitive markets. Therefore, overcoming these bottlenecks is an essential challenge for the execution of future projects, especially in the CADC which seeks to massify these innovations to increase the productivity of agricultural units, contribute to food and nutritional security, and thus achieve an impact at scale.

**Keywords:** *Scaling readinness, maturity, innovations, bottlenecks, runoff, spring, agroforestry, silvopastoral, patio.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 40 años, la demanda mundial de agua se ha incrementado a un ritmo constante de un 1% anual como efecto del crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico y el cambio en los patrones de consumo (UNESCO 2023). Esto deriva en una disponibilidad cada vez más escasa de este recurso, que puede verse exacerbada por el cambio climático. Tanto así que el Banco Mundial (2016) prevé, para el año 2050, una reducción del 6% del Producto Interno Bruto (PIB) de algunas regiones del mundo, ocasionada por pérdidas en sectores claves como agricultura, lo que podría impulsar el crecimiento de la migración e incluso la generación de conflictos civiles.

De hecho, la agricultura es la actividad productiva más demandante de agua en el mundo, pues más del 70% de las extracciones de agua dulce son utilizadas en actividades agrícolas (Ringler *et al.* 2023), que impactan de forma relevante en la producción de cultivos, y, por tanto, en los medios de vida y la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) de las familias que habitan las zonas rurales (D’Odorico *et al.* 2020). Cabe destacar que más del 40% de la producción mundial de alimentos proviene del 20% de tierras cultivadas bajo riego (WWAP 2012). De manera que, la disponibilidad y el acceso a recursos hídricos suficientes para uso productivo en todo momento, se encuentra estrechamente relacionados con la SAN (Ringer *et al.* 2016).

Así mismo, la agricultura es el sector más vulnerable al cambio climático debido a su sensibilidad a los parámetros climáticos, pues el rendimiento de los cultivos es afectado significativamente por los cambios en la temperatura y las precipitaciones pluviales (Malhi *et al.* 2021). Diversos estudios realizados para distintas partes del planeta, estiman reducciones del 2 al 24% en el rendimiento de los principales cereales que alimentan al mundo (arroz, maíz, trigo e incluso sorgo), debido a las consecuencias que trae el incremento de la temperatura global (Zhao *et al.* 2017; Kukul e Irmak, 2018; Ray *et al.* 2019; Liu y Baso 2020;). Sin embargo, la agricultura tropical y subtropical de los países en desarrollo es la más susceptible a estos efectos (Mendelsohn 2009).

Centro y Sudamérica ya resienten las alteraciones provocadas por el cambio climático al estar siendo afectados por el incremento en la frecuencia y la severidad de las sequías extremas, la escasez de agua e incluso la aridificación de algunos lugares (Hagen *et al.* 2022). Estos fenómenos afectan a los pequeños agricultores de secano al reducir sus cosechas o causar la pérdida total de las mismas, lo que deriva en un impacto negativo en sus ingresos, su seguridad alimentaria, el incremento de las tasas de desnutrición y en la probabilidad de emigración (Castellanos *et al.* 2013).

Por estas razones, en América Latina y el Caribe, una región netamente productora de alimentos a expensas de la disponibilidad de agua, es fundamental prestar atención al uso del agua y a la seguridad alimentaria, fomentando prácticas agrícolas novedosas y sistemas alimentarios sostenibles (Mahlknecht *et al.* 2020). En este sentido, FAO (2016) afirma que el fortalecimiento de la capacidad tecnológica para enfrentar la escasez de agua es fundamental en el logro de una productividad sostenible. Entre otras cosas, esto implica el desarrollo e implementación de técnicas de captación de agua de lluvia y de sistemas de riego, que hagan uso eficiente de los recursos hídricos.

En función de lo previamente mencionado, el proyecto “Adaptación de la agricultura al cambio climático a través de la cosecha de agua en Nicaragua” (PCA-2019-2023), cuyo objetivo de

impacto fue “contribuir a que familias de pequeños y medianos productores de la zona seca del norte centro de Nicaragua, mejoraran su seguridad alimentaria y nutricional mediante el establecimiento de sistemas productivos resilientes al cambio climático” (Proyecto Cosecha de Agua 2022), implementó en el Corredor Seco Centroamericano (CSC) varias tecnologías de cosecha de agua de lluvia.

Estas tecnologías, consideradas como elemento central en el sistema de cosecha de agua, consistieron en el diseño y construcción de tres tipos de obras de captación y almacenamiento de agua de lluvia: 1) reservorios en tierra mecanizados para el almacenamiento de escorrentías superficiales, 2) captación de agua de manantiales y 3) captación de agua de techo con tanque tipo zamorano. Dichas infraestructuras tuvieron como objetivo acopiar agua para complementar las necesidades de riego de cultivos y el consumo de los animales, incorporados en tres tipos de esquemas productivos agropecuarios: 1) sistemas agroforestales diversificados (SAF), 2) sistemas silvopastoriles (SSP) y 3) huertos de patio. La producción obtenida de estos sistemas de cosecha de agua tuvo fines de autoconsumo y comercial.

Estos sistemas de cosecha de agua ya han sido estudiados, y de acuerdo con Madrigal y Pacay (2022), las inversiones hechas por el PCA, al construir estas obras de cosecha de agua, han tenido éxito financiero por alcanzar la rentabilidad desde el sector privado, y más aún cuando se plantean escenarios con mayores impactos climáticos sobre la disponibilidad de agua, pues éstas le confieren al productor la capacidad de evitar pérdidas o daños a su actividad económica. Además, afirman que estas obras tienen el potencial de ser replicadas (*scaling-up*) en aquellas zonas donde se esperan condiciones de sequía severa.

El término “escalamiento” generalmente hace referencia a la adaptación, adopción y uso de innovaciones, como prácticas de tecnologías y acuerdos de mercado, o de políticas entre comunidades más amplias de actores y geografías (Eastwood *et al.* 2017; Glover *et al.* 2017). WHO (2010:2) define el “escalamiento” como los “esfuerzos deliberados para aumentar el impacto de innovaciones probadas como exitosas, a fin de beneficiar a más personas y fomentar el desarrollo de políticas y programas de forma duradera”.

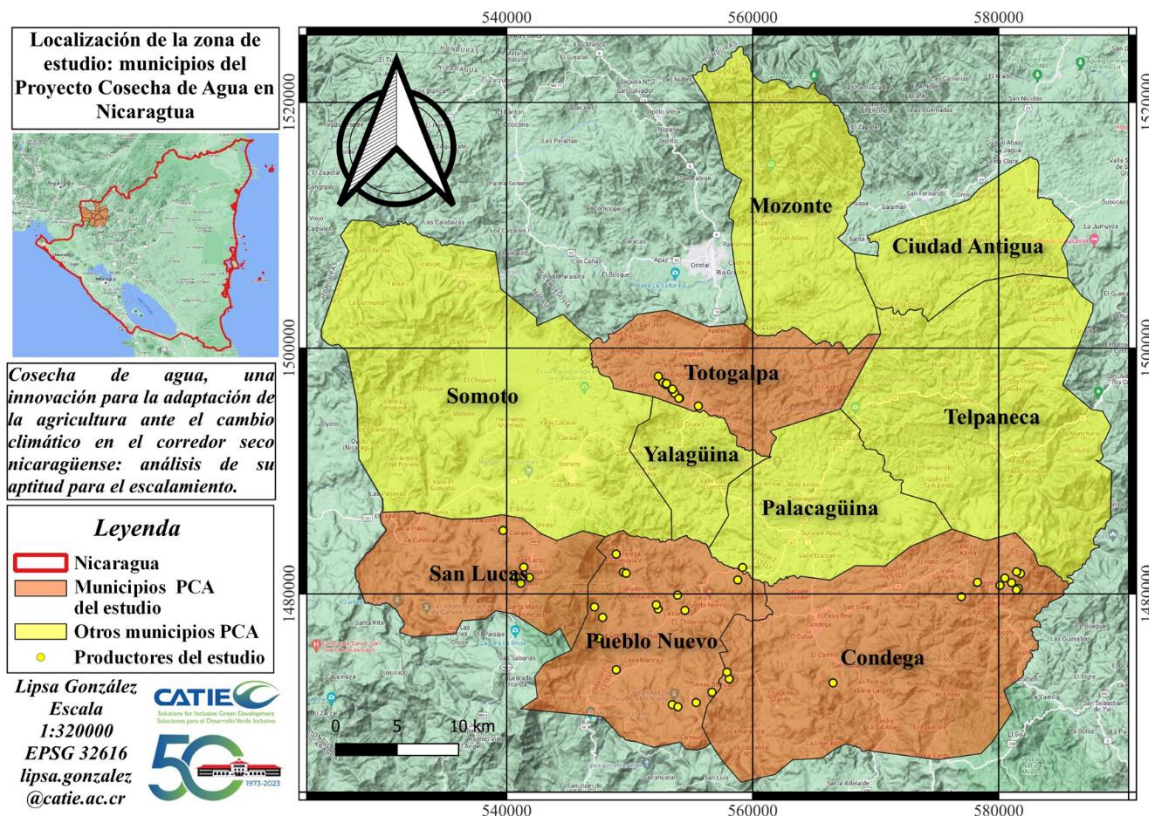
El escalamiento también es posible en prácticas orientadas a los diferentes sistemas productivos. En este sentido, la aptitud de “escalar” las obras de cosecha de agua, para aportar más beneficios de calidad a más personas en un área geográfica más amplia, de manera más rápida, más equitativa y más duradera (Franzel *et al.* 2001), es fundamental en el contexto climático actual y futuro, donde la agricultura se enfrenta a múltiples desafíos, como: la producción de suficientes alimentos nutritivos e inocuos, la generación de empleos e ingresos, la gestión sostenible de los recursos naturales, y la adaptación y mitigación al cambio climático (FAO 2017).

Por tales argumentos, el objetivo principal de la presente investigación fue analizar la aptitud/madurez para el escalamiento de los sistemas de cosecha de agua implementados por el PCA, identificando elementos claves para su masificación como los paquetes de innovaciones complementarias y los cuellos de botella que pudieran afectarla.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Localización y descripción del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el corredor seco del norte de Nicaragua, específicamente en cuatro de los diez municipios atendidos por el Proyecto Cosecha de Agua, los cuales se describen a continuación en la *Figura 1*:



*Figura 1. Localización del área de estudio.*

### 2.2. Caracterización biofísica

El INIDE-MAGFOR (2013) reportan que las condiciones biofísicas de los cuatro municipios seleccionados indican que los mismos tienen características particulares del corredor seco, pero que además presentan condiciones topográficas, de suelo y cobertura vegetal con potencial para la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo. Estos mismos autores afirman que dichas condiciones dan lugar a que los sistemas agroforestales y silvopastoriles sean los principales medios de vida de pequeños y medianos productores (área <10ha). A continuación, la descripción por municipio:

## **Municipio de Condega - Estelí**

Según el anuario estadístico del INIDE (2021), este municipio posee una extensión territorial de 370.84 km<sup>2</sup> y una altitud promedio de 560.91 msnm, se ubica entre las coordenadas 13.21° y 13.42° latitud norte y -86.45° y -86.23° longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Palacagüina, al sur con el municipio de Estelí, al este con el municipio de San Sebastián de Yalí y al oeste con el municipio de Pueblo Nuevo, y cuenta con una población total de 31,257 habitantes, entre la zona rural (19,184) y urbana (12,073).

Este municipio se caracteriza por presentar suelos con un relieve fuertemente ondulado a escarpado (15 a 30%), con textura franco arcilloso-arenosos, con bajos porcentajes en materia orgánica, moderadamente profundos (60 a 90cm), bien drenados y erosión hídrica moderada a fuerte, lo que conlleva a suelos altamente degradados (INETER 2021). En cuanto a la distribución espacial de la cobertura y uso del suelo, los pastos presentan al menos el 30.71% del total del territorio, seguido por la vegetación arbustiva con al menos 21.51% y otros usos como los cultivos representan al menos 5.85% del área total del municipio. Los datos fueron obtenidos a partir de la capa vectorial de uso y cobertura del suelo de INETER (2020). Ver *Cuadro 1* y *Figura 2*.

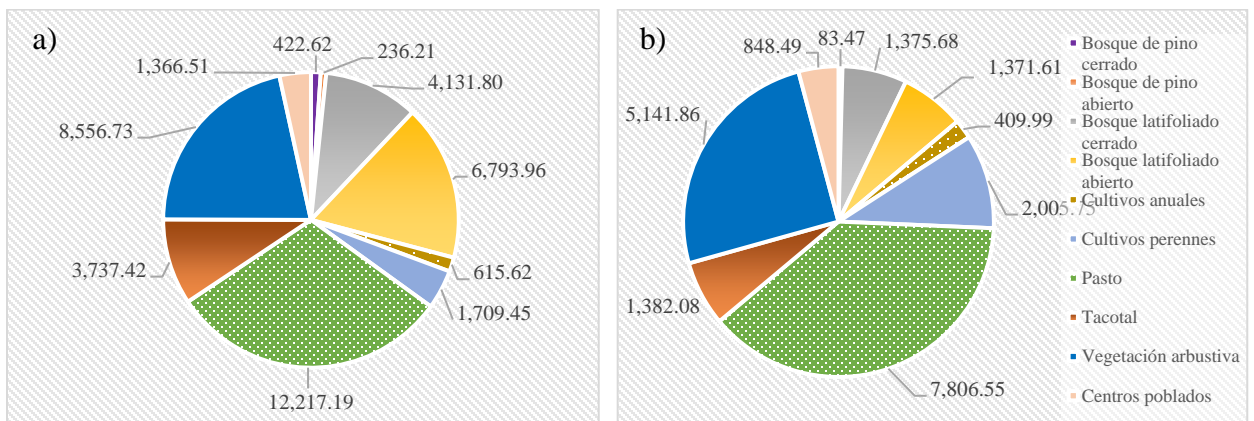
## **Municipio de Pueblo nuevo - Estelí**

Pueblo Nuevo se ubica entre las coordenadas 13.22° y 13.42° latitud norte y -86.29° y -86.55° longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Somoto, al sur con el municipio de San Juan de Limay, al este con el municipio de Condega y al oeste con los municipios de La Sabana y San Lucas. Posee una extensión territorial de 202.62 km<sup>2</sup> con una altitud promedio de 606.26 msnm, y una población total de 24,144 personas, siendo la mayor parte de esta rural (18,808 habitantes) (INIDE 2021).

Los suelos de este municipio se caracterizan por ser fuertemente ondulados a escarpados (15 a 30%), con textura franco arcilloso, bajos porcentajes de materia orgánica, moderadamente profundos (60 a 90cm), características que les permiten un buen drenaje (D2) e infiltrar con facilidad, pero no con rapidez. Sin embargo, son suelos altamente degradados y una erosión hídrica moderada a fuerte (INETER 2021). Así mismo, el uso y cobertura del suelo predominante en el municipio son pastos con al menos 38.22%, seguido por la vegetación arbustiva con al menos 25.17% y los cultivos abarcan al menos el 11.83% del área total del municipio. Ver *Cuadro 1* y *Figura 2*.

**Cuadro 1.** Uso y cobertura del suelo de los municipios de Condega y Pueblo Nuevo, INETER (2020).

Uso de Suelo	Condega (área)		Pueblo Nuevo (área)	
	Ha	%	Ha	%
Bosque de pino cerrado	422.62	1.06	83.47	0.41
Bosque de pino abierto	236.21	0.59	N/D	N/D
Bosque latifoliado cerrado	4131.80	10.38	1,375.68	6.74
Bosque latifoliado abierto	6,793.96	17.08	1,371.61	6.72
Cultivos anuales	615.62	1.55	409.99	2.01
Cultivos perennes	1,709.45	4.30	2,005.75	9.82
Pasto	12,217.19	<b>30.71</b>	7,806.55	<b>38.22</b>
Tacotal	3,737.42	9.39	1,382.08	6.77
Vegetación arbustiva	8,556.73	<b>21.51</b>	5,141.86	<b>25.17</b>
Centros poblados	1,366.51	3.43	848.49	4.15
<b>Total general</b>	<b>39,788.51</b>	<b>100</b>	<b>20,425.47</b>	<b>100</b>



**Figura 2.** Distribución de uso de suelo del municipio de Condega (a) y Pueblo Nuevo (b) - Estelí (área en hectáreas).

### Municipio de Totogalpa - Madriz

Según el anuario estadístico del INIDE (2021) este municipio se ubica entre las coordenadas 13.56° y 13.57° latitud norte y -86.56 y -86.35° longitud oeste. Posee una extensión territorial de 149.63 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el municipio de Ocotal, al sur con los municipios de Yalagüina y Palacagüina, al este con el municipio de Telpaneca y al oeste con el municipio de Somoto. Según datos de la misma fuente, Totogalpa al año 2021 presentaba una población total de 17,140 distribuidos en urbano (4,184 habitantes) y rural (12,956 habitantes).

INETER (2021) reporta que este municipio presenta suelos con un relieve fuertemente inclinado, con textura franco-arenoso con baja retención de humedad, bajo porcentaje de materia orgánica, muy superficiales (<de 25cm), bien drenados y con erosión hídrica y degradación física moderada. A la vez, el uso y cobertura del suelo predominante en el municipio son los pastos con 42.91%, seguido por el bosque latifoliado con 26.22%, los cultivos representan al menos un 2.94% del total del área del municipio (INETER 2020). Ver Cuadro 2 y Figura 3.



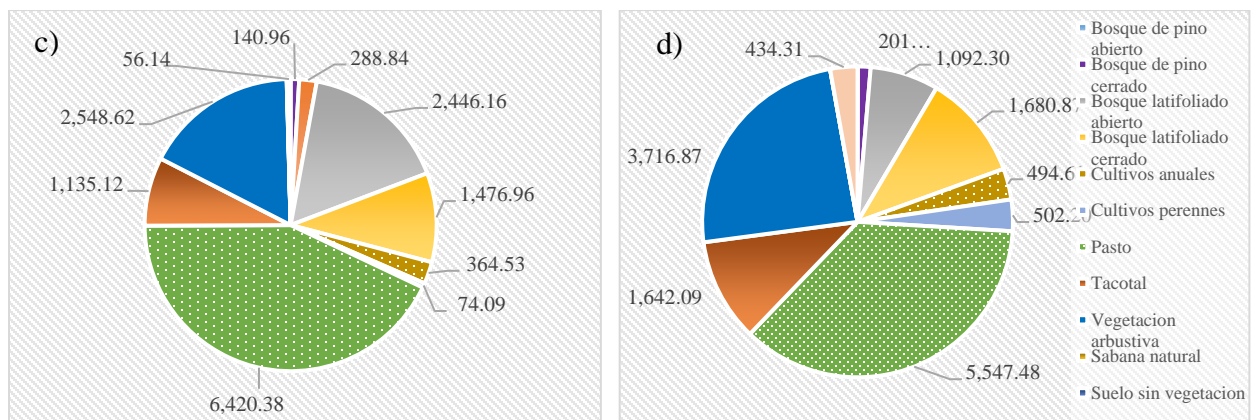
## Municipio de San Lucas - Madriz

Se ubica entre las coordenadas 13.39° y 13.37° latitud norte y -86.74 y -86.57° longitud oeste. Posee una altitud promedio de 790 msnm y una extensión territorial de 153.18 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el municipio de Somoto, al sur con el municipio de Las Sabanas, al este con el municipio de Pueblo Nuevo y al oeste con el país de Honduras. Con una población total de 16,715 gran parte de esta población es rural (13,151 habitantes) y tal solo 3,564 de la población es urbana (INIDE 2021).

Los suelos presentan, como características principales, un relieve fuertemente inclinado (8 a 15%), textura arcillo-limoso, bajo porcentaje de materia orgánica, moderadamente profundos (60 a 90cm), bien drenados, erosión hídrica moderada y altamente degradados (INETER 2021). Lo que respecta al uso y cobertura del suelo predominante en el municipio son los pastos con 36.21%, seguido de la vegetación arbustiva con 24.26%, el bosque cubre 18% del territorio esto debido a que se ubica en el área protegida Tepesomoto-La Patasta y los cultivos albergan al menos un 6.51% del área total del municipio (INETER 2020). Ver Cuadro 2 y Figura 3.

**Cuadro 2.** Uso y cobertura del suelo de los municipios de Totogalpa y San Lucas, INETER (2020)

Uso del suelo	Totogalpa		San Lucas	
	Ha	%	Ha	%
Bosque de pino abierto	140.96	0.94	6.30	0.04
Bosque de pino cerrado	288.84	1.93	201.38	1.31
Bosque latifoliado abierto	2,446.16	16.35	1,092.30	7.13
Bosque latifoliado cerrado	1,476.96	9.87	1,680.87	10.97
Cultivos anuales	364.53	2.44	494.61	3.23
Cultivos perennes	74.09	0.50	502.20	3.28
Pasto	6,420.38	<b>42.91</b>	5,547.48	<b>36.21</b>
Tacotal	1,135.12	7.59	1,642.09	10.72
Vegetacion arbustiva	2,548.62	<b>17.03</b>	3,716.87	<b>24.26</b>
Sabana natural	3.57	0.02	N/D	N/D
Suelo sin vegetacion	5.84	0.04	N/D	N/D
Centros poblados	56.14	0.38	434.31	2.84
<b>Total general</b>	<b>14,963.06</b>	<b>100</b>	<b>15,318.41</b>	<b>100</b>



**Figura 3.** Distribución de uso de suelo del municipio de Totogalpa (c) y San Lucas (d)-Madriz (área en hectáreas).

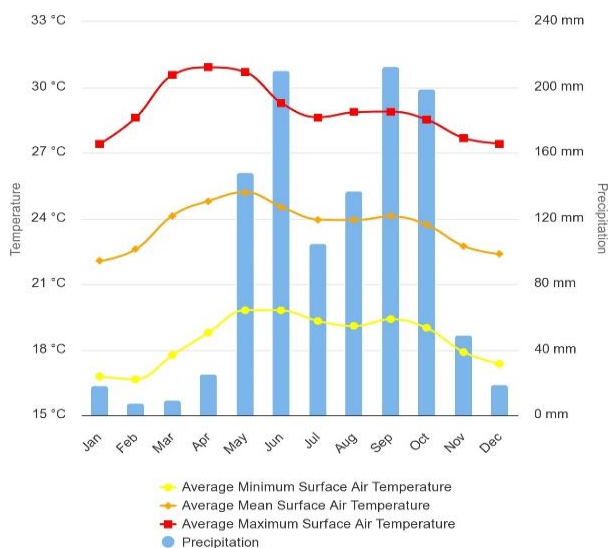


### 2.3. Condiciones climáticas de la zona de estudio

Como el resto del corredor seco centroamericano, la zona de estudio (Estelí y Madriz) está expuesta a un sin número de eventos vinculados a la variabilidad climática natural, como la sequía cíclica relacionada con el fenómeno de “El Niño” de la Oscilación Sur (ENOS) (The World Bank 2023), una distribución irregular de la precipitación dentro del periodo lluvioso (Cardona 2007), que oscilan entre 970-1400 mm/anuales, con temperaturas mínimas de 14°C y temperaturas máximas de 29°C (The World Bank 2023), y un periodo canicular bien definido entre julio y agosto, así mismo las variaciones más relevantes indican que las estaciones secas (enero a mayo), en los últimos años, han sido más prolongadas y las precipitaciones máximas exceden las medias históricas (INIDE-MAGFOR 2013).

#### 2.3.1. Patrón climático del departamento de Estelí

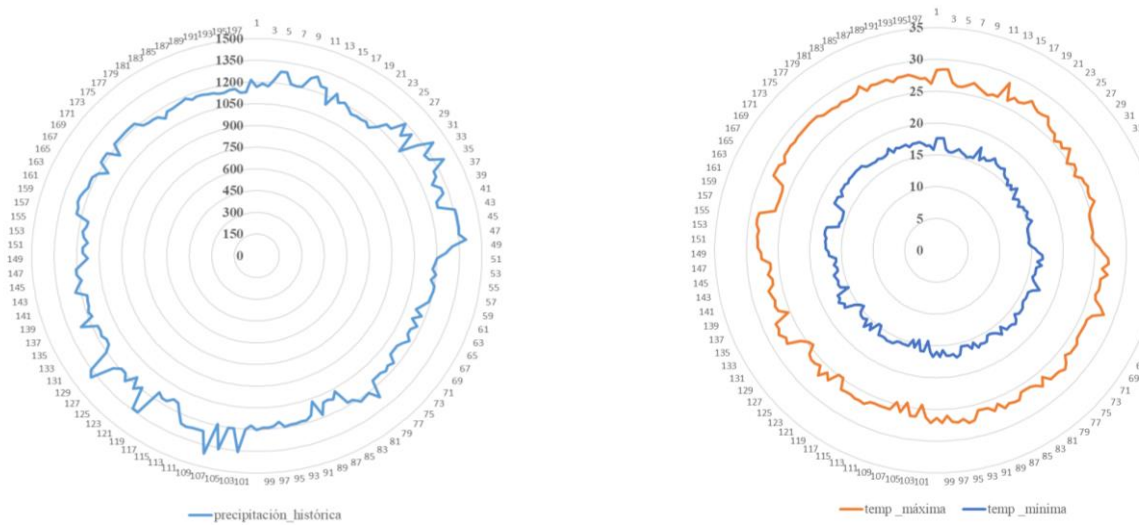
En lo que respecta a las condiciones climáticas del departamento de Estelí, éste se caracteriza por presentar un clima tropical de sabana (categoría Aw) según la clasificación climática de Köppen-Geiger. El nivel de precipitaciones anuales promedio oscila entre 848 - 1386 mm y temperatura anual promedio 16.6°C y 30.9°C, según registros meteorológicos compartidos por El Banco Mundial (2023). Ver *Figura 4*.



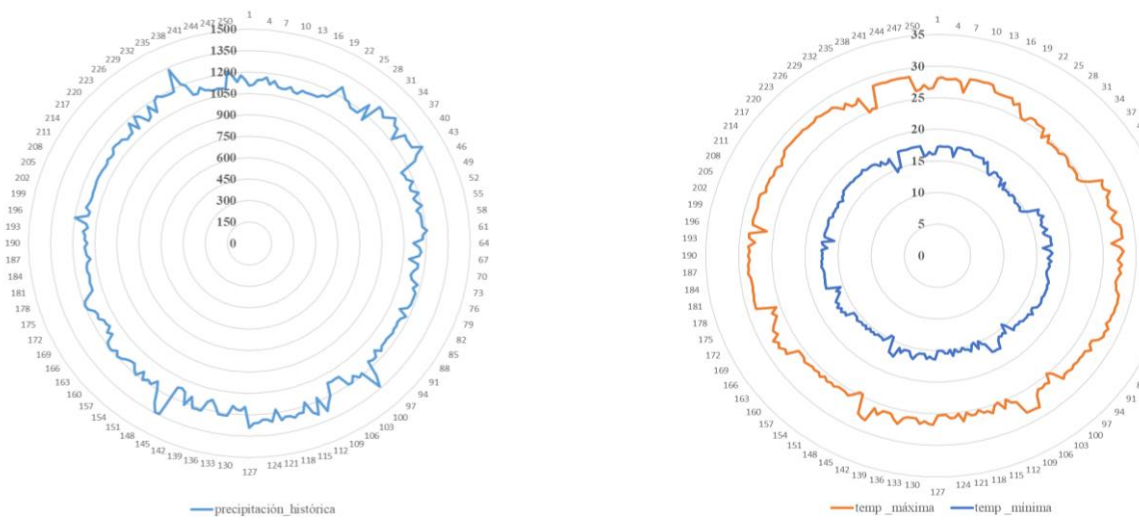
**Figura 4.** Climograma que representa el promedio histórico mensual de temperatura y precipitación 1991-2020, Estelí-Nicaragua.

Fuente: Tomado de The World Bank-2023

Específicamente, las fincas de estudio ubicadas en los municipios de Condega y Pueblo Nuevo presentan un comportamiento de precipitaciones históricas anuales de 1187 mm, temperaturas mínimas de 16.2°C y temperaturas máximas de 28.75°C, asociadas al rango que se presentan a nivel departamental. Dentro del este territorio se encuentran 450 obras de cosecha de agua, correspondiendo 198 obras/fincas en Condega y 252 en Pueblo Nuevo. En la *Figura 5* y *Figura 6* se muestran la precipitación histórica y temperatura a nivel de estas fincas (donde se ubican las obras).



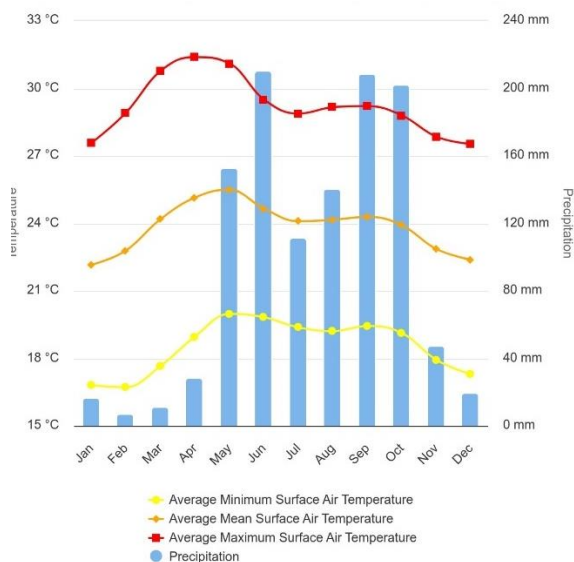
**Figura 5.** Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Condega-Estelí.



**Figura 6.** Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Pueblo Nuevo-Estelí.

### 2.3.2. Patrón climático del departamento de Madriz.

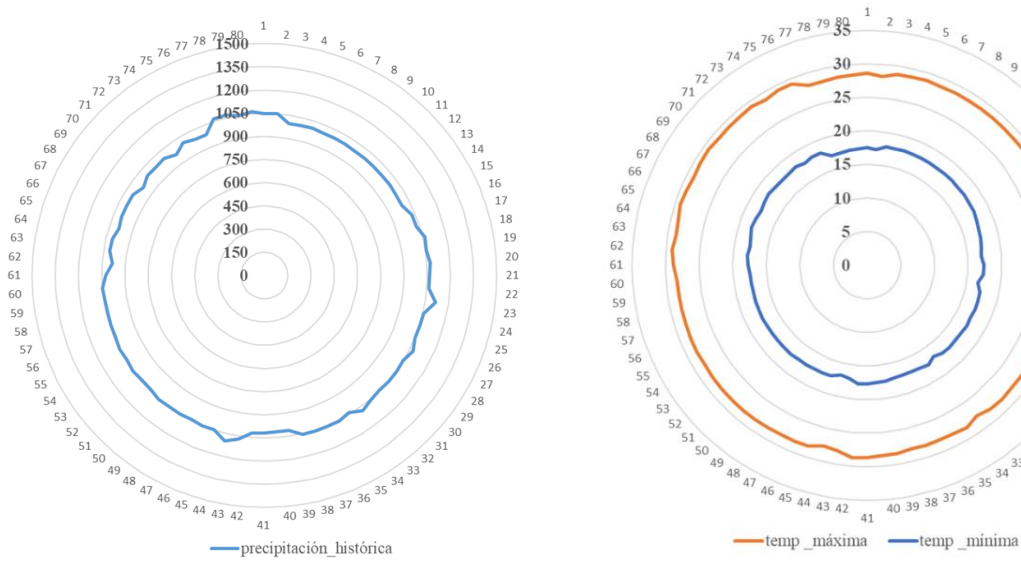
El departamento de Madriz presenta un patrón climático caracterizado por un clima tropical de sabana (categoría Aw) según la clasificación climática de Köppen. Los niveles de precipitaciones anuales observados se muestran en promedio entre 848-1415mm y temperatura promedios entre 16.8°C y 31.3°C, según registros meteorológicos del Banco Mundial (2023). Ver Figura 7.



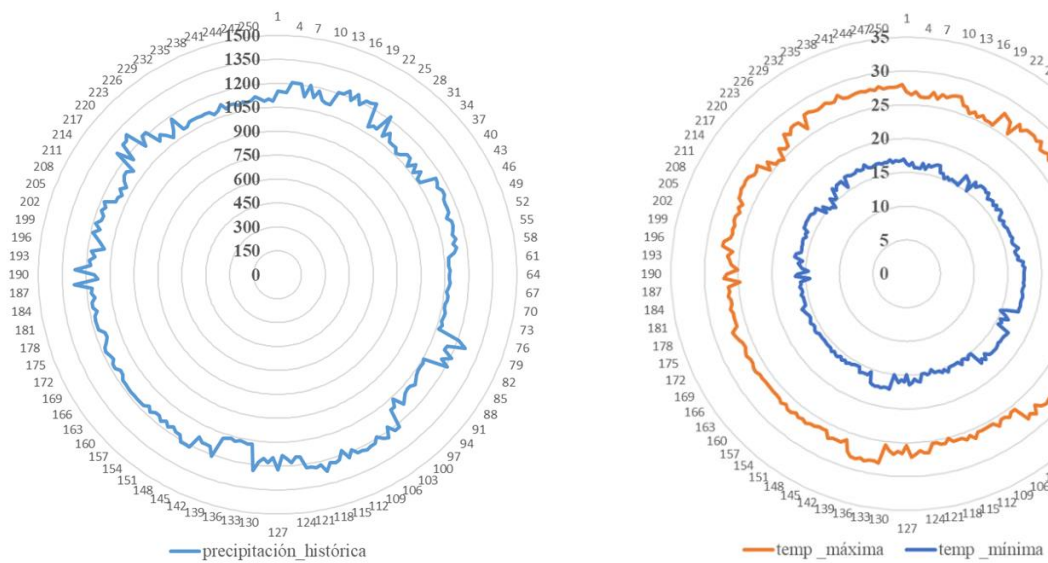
**Figura 7.** Climograma que representa el promedio histórico mensual de temperatura y precipitación 1991-2020, Madriz-Nicaragua.

Fuente: Tomado de The World Bank-2023.

Las fincas de estudio ubicadas en los municipios de Totogalpa y San Lucas de este departamento, presentan un comportamiento de precipitaciones históricas anuales de 1118 mm y temperaturas medias entre 14.4°C y 29.2°C. En este territorio se encuentran 332 obras de cosecha de agua, correspondiendo 80 obras/fincas a Totogalpa y 252 a San Lucas. En la *Figura 8* y *Figura 9* se muestra la precipitación histórica y temperatura a nivel de estas fincas.



**Figura 8.** Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, Tototalpa – Madriz.

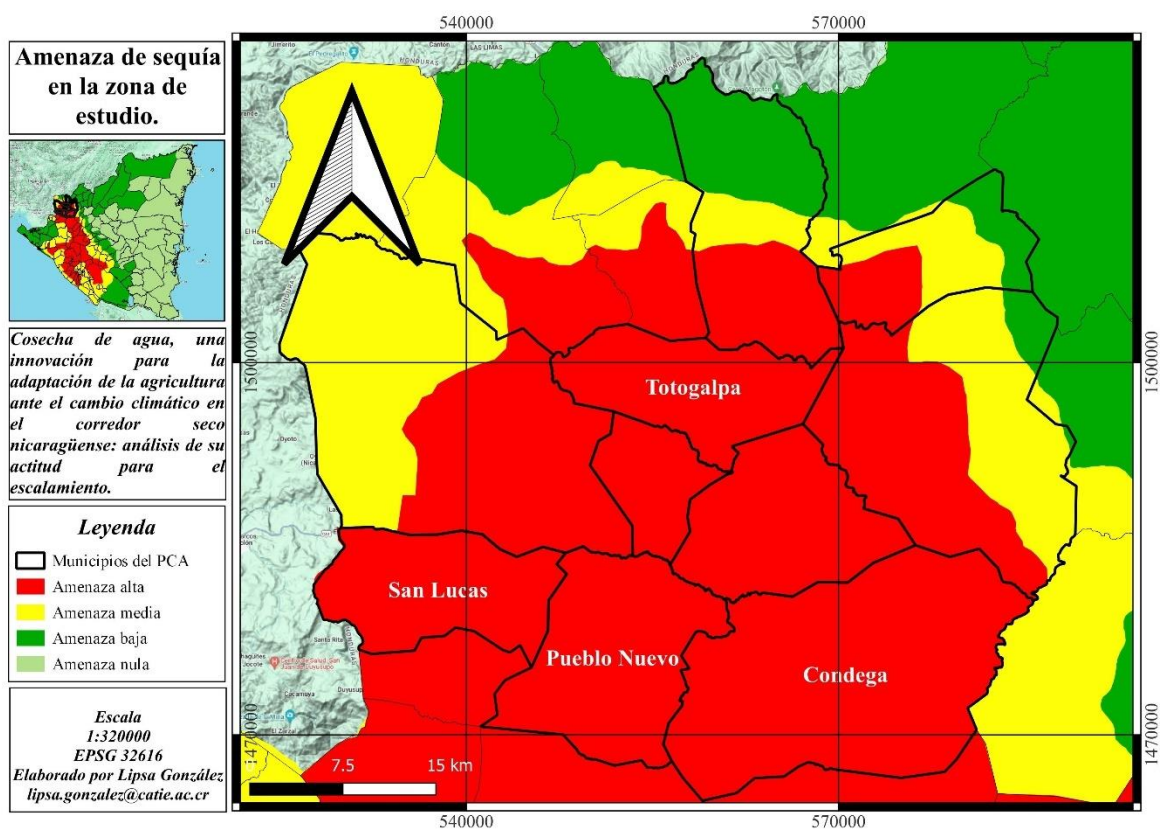


**Figura 9.** Rangos promedios históricos (1991-2020) de precipitación y temperatura a nivel de fincas, San Lucas-Madriz.

## 2.4. Amenaza de sequía.

Este comportamiento histórico de las precipitaciones y temperaturas registradas en la zona de estudio, coinciden con las proyecciones de riesgo climático asociado a variables hídricas, de acuerdo a los resultados del “mapa de vulnerabilidades y amenaza de sequía” proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2018).

Según el INETER (2018), en Nicaragua, 596 comunidades están en niveles de alto riesgo ante la amenaza de sequía, y entre los departamentos con mayor riesgo se encuentran las regiones del pacifico y el centro del país, destacando los departamentos de Madriz y Estelí. Específicamente, como se muestra en la *Figura 10*, los municipios de Totogalpa, San Lucas, Pueblo Nuevo y Condega presentan amenaza alta de sequía.



**Figura 10.** Amenaza de sequía en los cuatro municipios de estudio.



## 2.5. Proceso metodológico

La presente investigación es un estudio mixto cuantitativo-cualitativo descriptivo, que ha tomado como referencia de la metodología “*Scaling Readiness*” (Sartas *et al.* 2020). A continuación, se describen el concepto y los pasos que conforman esta metodología.

### 2.5.1. *Scaling Readiness* un enfoque para el escalamiento de innovaciones<sup>1</sup>.

*Scaling Readiness* es un enfoque planteado por Sartas *et al.* (2020) con el propósito de ayudar a organizaciones, proyectos y programas a lograr sus ambiciones de escalar innovaciones y lograr impacto. *Scaling Readiness* fomenta la reflexión crítica sobre qué tan listas están las innovaciones para escalar y qué acciones apropiadas podrían acelerar o mejorar los procesos de escalamiento.

### 2.5.2. Etapas del enfoque metodológico de *Scaling Readiness*.

*Scaling Readiness* es un proceso que se realiza paso a paso y facilita el desarrollo de una estrategia de escalamiento de manera organizada. Sartas *et al.* (2020), afirman que *Scaling Readiness* se desarrolla a partir de una combinación de conceptos existentes adaptados y nuevos conceptos introducidos por los autores.

La misma está constituida por cinco pasos, la *Figura 11* esquematiza dicho proceso:

1. Caracterizar
2. Diagnosticar
3. Estrategia
4. Acuerdos
5. Monitoreo

Estos pasos, a su vez, se dividen en pasos más pequeños y manejables, que tienen objetivos específicos, métodos y resultados esperados. Es importante resaltar que la metodología incluye un paso 0 que busca el acuerdo de las partes interesadas en utilizar la metodología.

Por tanto, una vez alcanzado el acuerdo de las partes interesadas en utilizar la metodología, el trabajo de campo se realizó teniendo en consideración los cinco pasos propuestos por la metodología, haciendo énfasis en la identificación de la aptitud para el escalamiento de las innovaciones de cosecha de agua (pasos 1 y 2).



**Figura 11.** Pasos del enfoque metodológico de *Scaling Readiness*. Sartas *et al.* (2020).

<sup>1</sup> Sartas *et al.* (2020: 15) identifica que una Innovación pueden ser prácticas, productos, servicios, tecnologías, modelos y arreglos institucionales novedosos que tengan un uso social o económico.

### 2.5.3. Paso 1: Caracterización de las innovaciones de cosecha de agua

Para cumplir con el paso 1, la metodología recomienda tener como referencia las siguientes preguntas: ¿Qué innovación principal estamos tratando de escalar? ¿Por qué es importante el uso de esa innovación a escala? ¿Qué tipo de paquetes de innovación se requieren para que la innovación contribuya a un impacto positivo a escala? En este contexto según Sartas *et al.* (2020:15) define Paquete de Innovación como: La combinación de innovaciones centrales/principales y complementarias que se necesitan para escalar en una ubicación y contexto específico.

En respuesta a las interrogantes anteriores se realizó la categorización de las innovaciones principales de cosecha de agua – lo que a su vez permitió definir la muestra en la que se basa esta investigación-, la identificación y descripción de las innovaciones complementarias, y de las condiciones habilitantes que conforman cada paquete de cosecha de agua teniendo en cuenta el contexto y la caracterización de actores.

#### 2.5.3.1. Categorización de las innovaciones principales de cosecha de agua.

Para categorizar las innovaciones principales, a partir de la base de datos del PCA (2,500 productores), primeramente, se realizó una depuración de los datos. Dejando solamente los productores atendidos en los cuatro municipios de interés del estudio, y los productores beneficiarios con algún tipo de obra de cosecha de agua asociado a un sistema productivo. De tal manera, que el universo de estudio fueron 782 productores.

Luego se realizó el cruce de dos variables categóricas: a) el tipo de obra (Tanque Tipo Zamorano -TTZ-, reservorios, manantiales) y b) tipo de sistema productivo (Sistema Silvopastoril -SSP- y Sistema Agroforestal -SAF-), para identificar la frecuencia y la relación entre las mismas y poder categorizar los sistemas de cosecha de agua más promovidos en el PCA esta zona (ver Cuadro 3).

*Cuadro 3. Categorización de los sistemas de cosecha de agua, a partir de la relación del tipo de obra y sistema productivo.*

Tipo de Obra	Sistema Productivo			Total, general
	Agroforestal	Patio	Silvopastoril	
<b>Escorrentía</b>	192	-	282	474
<b>Manantial</b>	145	-	11	156
<b>Techo</b>	-	152	-	152
<b>Total, general</b>	<b>337</b>	<b>152</b>	<b>293</b>	<b>782</b>

Estos sistemas de cosecha de agua categorizados, les llamaremos a partir de ahora “innovaciones principales”.

Las innovaciones principales son el foco de la intervención o proyectos, es lo que se busca escalar. Por tanto, para identificar y caracterizar la/s innovación/es principal/es se responde a la pregunta ¿Qué es lo que estamos tratando de escalar?

### **2.5.3.2. Identificación y descripción de las innovaciones complementarias y condiciones habilitantes.**

Las innovaciones complementarias y las condiciones habilitantes constituyen las innovaciones necesarias para escalar las innovaciones principales y que contribuyen a que éstas tengan un impacto a escala. Estas **innovaciones** puede ser una **tecnología agropecuaria**, que según Pérez y Larios-Medal (2018), es el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación y satisfacción de necesidades esenciales de las personas. O también, estos mismos autores continúan afirmando que las **innovaciones** orientadas a las **prácticas agropecuarias** son el conjunto de procedimientos y recomendaciones técnicas aplicables de forma sistemática en la producción agropecuaria.

La identificación de las innovaciones complementarias partió de las innovaciones principales ya identificadas. Luego a través de información secundaria (Fascículos CdA. 2020) y consultas con personal de la gerencia del PCA se realizó una primera lista de las innovaciones complementarias y las condiciones habilitantes. Posteriormente, este listado fue validado a través de visitas *in situ* en el área de estudio, y finalmente, fueron revisados, validados y aprobados a través de consultas con los especialistas de cosecha de agua. En este momento también se realizó la descripción concisa de cada innovación complementaria.

### **2.5.3.3. Identificación de expertos que participan en el proceso de implementación de Cosecha de Agua en el PCA.**

La identificación y caracterización de los expertos claves, se realizó a partir de las reuniones coordinadas con la gerencia del proyecto, teniendo en cuenta la categorización de los sistemas de cosecha de agua, siendo este último un elemento determinante para la identificación de los mismos. La muestra del grupo de implementadores (productores) fue seleccionada inicialmente con base en recomendaciones de los técnicos del PCA, a partir de la base de datos de 782 productores atendidos por el proyecto. Posteriormente, al realizar las visitas *in situ* se realizaron selecciones por “cadena de referencia”.

Los expertos fueron priorizados con base en los siguientes criterios: que formaran parte del equipo de intervención y que tuvieran experiencia en los diferentes componentes de cosecha de agua, que fueran decisores en la temática, implementadores de las prácticas o innovaciones y con disponibilidad a participar en el estudio compartiendo evidencia de las innovaciones, accesibilidad a las fincas con sistemas de cosecha de agua, líderes comunitarios, casos exitosos y no tan exitosos en la implementación de las innovaciones.

Luego, los expertos se organizaron por grupos de partes interesadas según las competencia y roles que tienen en la implementación de las innovaciones de cosecha de agua (ver *cuadro 4*). Esto se hace con el fin de garantizar que los expertos evalúen solamente aquellas innovaciones de las que tienen conocimiento y, de esta forma, puedan proveer evidencias acerca del nivel de preparación y uso de las mismas, buscando evitar en la medida de lo posible, la evaluación subjetiva.

Una vez seleccionada la muestra, se realizaron entrevistas semi estructuradas a cinco especialistas tomadores de decisiones del PCA, se realizó un grupo focal virtual dirigido a 10 técnicos/as (23% mujeres) de campo para orientar la autoadministración de la “encuesta



diagnóstica *Scaling Readiness*”, y se realizaron 45 encuestas diagnóstico *Scaling Readiness* de manera personal a productores/as beneficiarios/as (31% mujeres) del PCA.

**Cuadro 4.** Caracterización de expertos en función del nivel de intervención en la implementación de las innovaciones de cosecha de agua en el marco del PCA.

	<b>Grupo</b>	<b>Actor</b>	<b>Competencia</b>	<b>Rol</b>
<b>Otros Expertos</b>	Gestores tomadores de decisiones y/o de	Gerencial	Dirigir y coordinar	Coordinador del proyecto
			Coordinar	-Responsable de la gestión del conocimiento.
	Líderes de intervención	Especialistas en Cosecha de agua	Ejecutar	- Ingeniero Civil, encargado de la construcción de tecnologías de cosecha de agua (reservorios, y TTZ).
				-Especialista en escalamiento de cosecha de agua con gremios ganaderos. -Responsable de asistencia técnica. -Responsable de Monitoreo y seguimiento.
	Miembros del equipo de intervención	Supervisores técnicos	Gestionar	Supervisión técnica en campo Velar por la implementación y seguimiento de actividades de campo entre los técnicos y familias productoras.
		Técnicos	Capacitar	Técnicos de campo encargados de las acciones operativas en campo, en vínculo directo con productores beneficiarios.
<b>Expertos Implementadores</b>	Implementadores o usuarios de las innovaciones	Líderes comunitarios	Implementar y Difundir	Promotor Implementador y difusor de las innovaciones de cosecha de agua y prácticas productivas.
		Productores/as beneficiarios/as.	Implementar	Beneficiarios Implementadores de las prácticas e innovaciones productivas.

Por tanto, a los expertos del grupo gestor y/o tomadores de decisiones se les aplicó entrevistas semiestructuradas para abordar y calificar innovaciones complementarias y/o condiciones habilitantes generales como, por ejemplo: modelos de cofinanciamiento, programas crediticios, asistencia técnica especializada.

Al grupo de Líderes de intervención y/o actores especialistas en cosecha de agua, calificaron innovaciones complementarias como, por ejemplo: enfoques de concentración o construcción de obras en grupos, diseño o modelos de obras de cosecha de agua, entre otros. Así mismo, el grupo de miembros del equipo de intervención (técnicos y supervisores), calificaron la mayoría de innovaciones complementarias y principales, de los 5 paquetes de cosecha de agua en estudio, como, por ejemplo: instalación, manejo y mantenimiento de las obras (reservorio o TTZ), acceso a semillas, implementación de potreros rotacionales etc.

Los expertos implementadores (productores beneficiarios) también calificaron las innovaciones complementarias y principales como, por ejemplo: asistencia técnica, modelos de cofinanciamiento, acceso a semillas y/o uso de pastos mejorados, uso del método para la medición de la volumétrica entre otras. La particularidad de la evaluación de este grupo de expertos, radica en la conformación de sub grupos, de acuerdo al paquete de innovación de uso correspondiente; es decir, a las familias productoras que tienen un sistema de “cosecha de agua de lluvia de manantial para uso silvopastoril” calificaban las innovaciones correspondientes a dicho paquete; a diferencia de las familias productoras que cuentan con un sistema de “Cosecha de agua con TTZ para captación de agua de techo para uso en la producción de patio diversificado” éstas calificaban únicamente las innovaciones correspondientes a este otro paquete.

#### **2.5.4. Paso 2: Diagnóstico**

La información recopilada en la caracterización, permitió definir los instrumentos de investigación para la colecta de datos en campo, que fueron la base para diagnosticar la madurez/aptitud para escalar de cada uno de los paquetes de innovación de cosecha de agua. El diagnóstico incluye, el análisis de la madurez/aptitud y la identificación de cuellos de botellas.

##### **2.5.4.1. Análisis de los niveles de madurez/aptitud de los paquetes de innovaciones en cosecha de agua.**

Este análisis consiste en recopilar evidencias que ayuden a medir dos variables diferentes. Según Sartas *et al* (2020), la preparación (desempeño funcional) y el uso (uso real) son la métrica para analizar el potencial de impacto de cada innovación.

En primer lugar, la preparación de la innovación, esto determina si una idea ha sido o no probada y validada en un entorno controlado o en condiciones reales para cumplir un objetivo, en un contexto espacio-temporal específico en donde la innovación contribuye a lograr impacto, con el apoyo o no de proyectos. En segundo lugar, el uso de la innovación, esta es la medida en que ya está disponible la innovación y es utilizada de manera común o poco frecuente por los usuarios que están vinculados a la intervención de proyectos, o es utilizada por usuarios independientes al desarrollo de la innovación.

Ambas variables se analizan a través del uso de una escala Likert de puntuación del 1 a 9, la cual se encuentran descritas en el Anexo 1 y Anexo 2. La multiplicación de la puntuación de

“Preparación por Uso”, es igual al potencial de escalabilidad del paquete, que se traduce como la madurez/aptitud del paquete de innovación de cosecha de agua. Los puntajes se pueden proporcionar para innovaciones principales o complementarias individuales, o se puede promediar la “Moda” de todas las innovaciones para un obtener la madurez/aptitud del paquete de innovación completo, en una escala del 1 a 81.

*Madurez/aptitud de la innovación: = Preparación × Uso*

*Madurez/aptitud del paquete de innovación: = Moda de Preparación × Moda de Uso*

#### **2.5.4.2. Identificación de los cuellos de botellas y posibles alternativas para ser abordados.**

Sartas *et al.* (2020) explican que las innovaciones principales o complementarias individuales que obtienen la puntuación más baja de madurez/aptitud, constituyen los denominados cuellos de botella, que podrían representar una barrera para escalar la innovación principal y limitar lograr un impacto a escala de todo el paquete de innovaciones -en una ubicación y condiciones específicas-. Este principio también se le conoce como la “Ley del mínimo” o “Ley de Von Liebig”, una innovación de cuello de botella puede ser una innovación principal o complementaria, o una condición habilitadora dentro de un paquete de innovación con baja madurez/aptitud para escalar.

## **2.6. Análisis de la información**

Para el análisis de la información recopilada en las encuestas dirigidas a los diferentes expertos, se realizó la sistematización en una base de datos, haciendo uso del software Microsoft Excel, donde se agrupan en datos numéricos la puntuación de cada innovación según como lo dicta la metodología de *Scaling Readiness*. Lo que permitió calcular el nivel de Preparación y Uso de cada innovación, y la moda de las mismas, para obtener la madurez/aptitud por paquete de cosecha de agua analizado.

La aplicación de la encuesta de diagnóstico *Scaling Readiness*, a expertos implementadores (productores) y otros expertos (técnicos), permite obtener dos percepciones de la madurez/aptitud de todos los paquetes en estudio.

Para evaluar si existe efecto de tipo de experto (productores, técnicos), madurez del paquete de innovación (preparación, uso) y su posible interacción se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para la evaluación de cada uno de los cinco paquetes de innovaciones, además, en estos modelos se declaró el efecto del ítem dentro de cada paquete como un efecto aleatorio (bloque). A continuación, se detalla el modelo ajustado.

$$Y = \mu + E_i + M_j + E_iM_j + item_k + \varepsilon_{ijk}$$

- Y**= Variable respuesta del *p*-ésimo Tipo de Experto y la *j*-ésima Madurez del paquete de Innovación en el *k*-ésimo ítem.  
 **$\mu$** = Media general  
 **$E_i$**  = Efecto del *i*-ésimo Tipo de Experto  
 **$M_j$** = Efecto de la *j*-ésima Madurez del paquete de Innovación  
 **$T_iM_j$** = Interacción del Tipo de Experto y la madurez.  
 **$item_k$** = Efecto aleatorio de las innovaciones  
 **$\varepsilon_{ijk}$** = Error

### Hipótesis Nula y Alternativas

$$H_0 = \mu_a = \mu_t$$

$$H_1 = \mu_a \neq \mu_t$$

$$H_0 = \mu_p = \mu_u$$

$$H_1 = \mu_p \neq \mu_u$$

**$H_0$** = No existe interacción entre Tipo de experto y Madurez.

**$H_1$** = Existe interacción entre Tipo de experto y Madurez.

Por otro lado, el análisis de las innovaciones principales y complementarias, se representaron en cinco gráficos de dispersión correspondientes a cada paquete de cosecha de agua, donde se mostró el nivel de madurez/aptitud de las innovaciones e identificaron los cuellos de botella.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de las innovaciones de cosecha de agua

##### 3.1.1. Categorización de las innovaciones principales de cosecha de agua promovidas por el Proyecto Cosecha de Agua en Nicaragua.

El resultado del cruce de variables: tipo de obra y tipo de sistema productivo, identifica cinco innovaciones principales de cosecha de agua que se han promovido desde el PCA: 1) Techo para patio diversificado, 2) Escorrentía para uso en Sistema Silvopastoril, 3) Manantial para uso en Sistema Silvopastoril, 4) Manantial para uso agroforestal y 5) Escorrentía para uso agroforestal (*Ver más detalles de la descripción de las innovaciones en Anexo 3*).

##### 3.1.2. Identificación y descripción de las innovaciones complementarias y condiciones habilitantes.

Se identificaron 14 innovaciones complementarias, entre las que se encuentran: Manejo del área de recarga, uso de la baliza, sifón, sistema de riego, acceso a semilla, bebederos eficientes, pastos mejorados, potreros rotacionales, entre otros. La lista completa y más detalles de cada innovación se presentan en el *Anexo 4*.

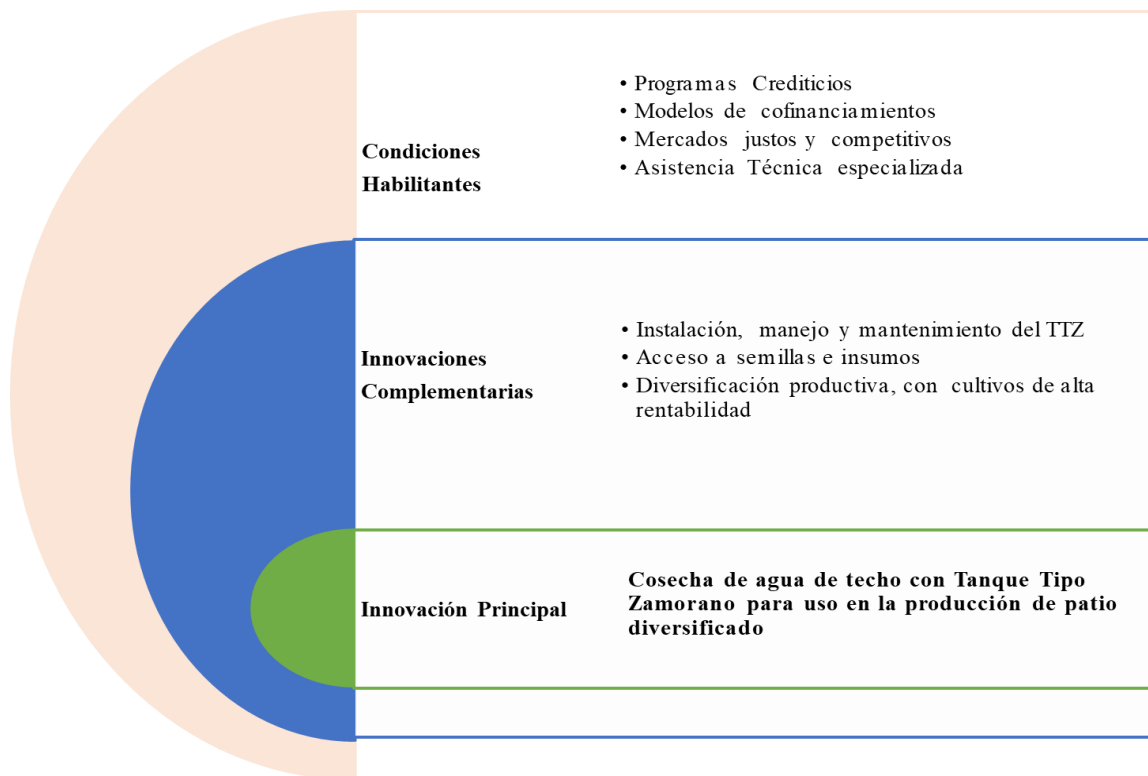
Además, en este estudio se identificaron cuatro condiciones habilitantes en la implementación de las innovaciones de cosecha de agua en el territorio del corredor seco nicaragüense, como: Asistencia técnica, modelos de cofinanciamientos entre otras, las cuales se describen en el *Anexo 5*. Se considera que estas condiciones habilitadoras son clave para el escalamiento exitoso de las citadas innovaciones.

En general, las innovaciones descritas en conjunto forman cinco “paquetes de innovaciones de cosecha de agua” que se describen a continuación.

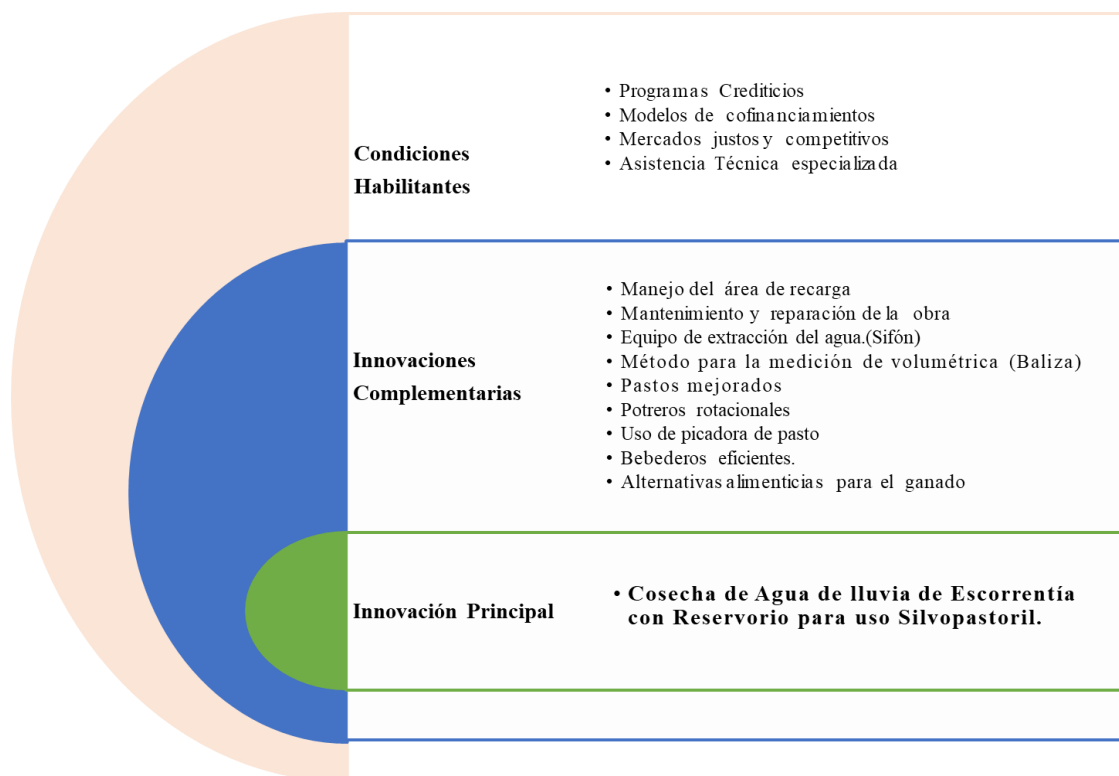
##### 3.1.2.1. Descripción de los paquetes de innovación de cosecha de agua.

Los cinco paquetes de innovaciones en cosecha de agua obtenidos de la caracterización, constan de una innovación principal, entre 3 y 9 innovaciones complementarias y 4 condiciones habilitantes.

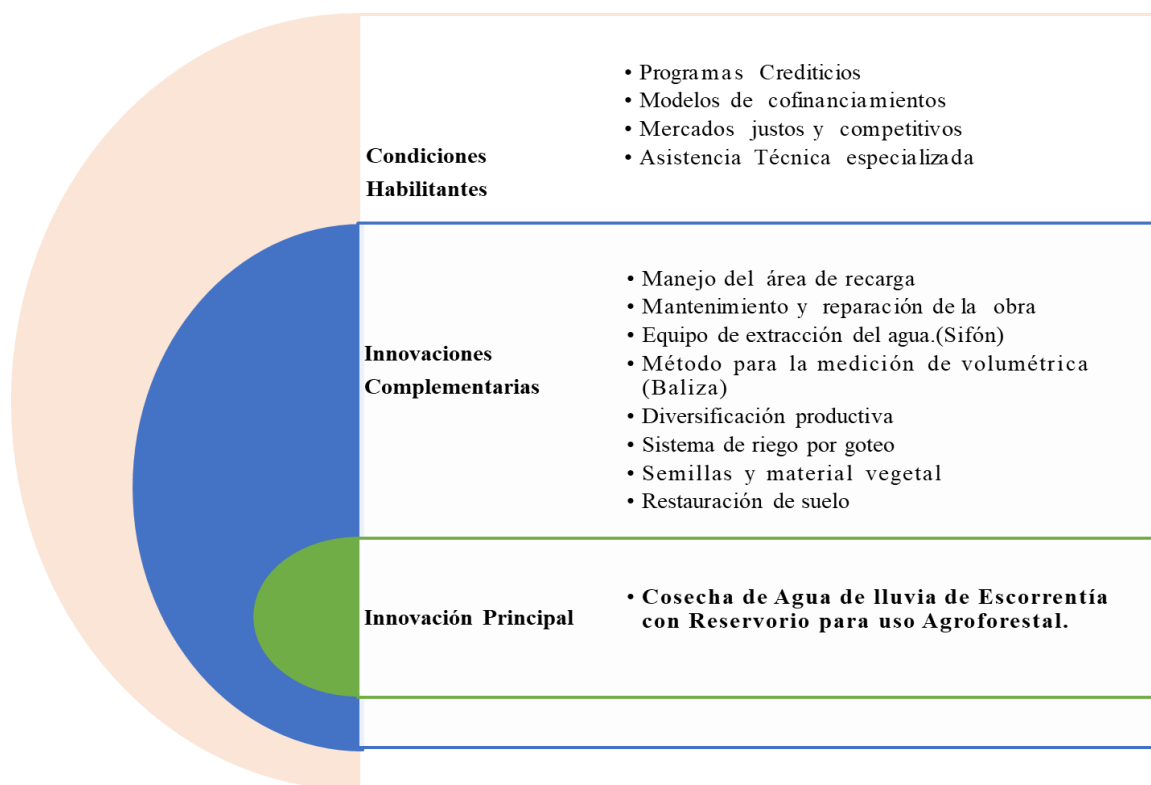
En las figuras siguientes se muestra la distribución de las innovaciones en cada paquete.



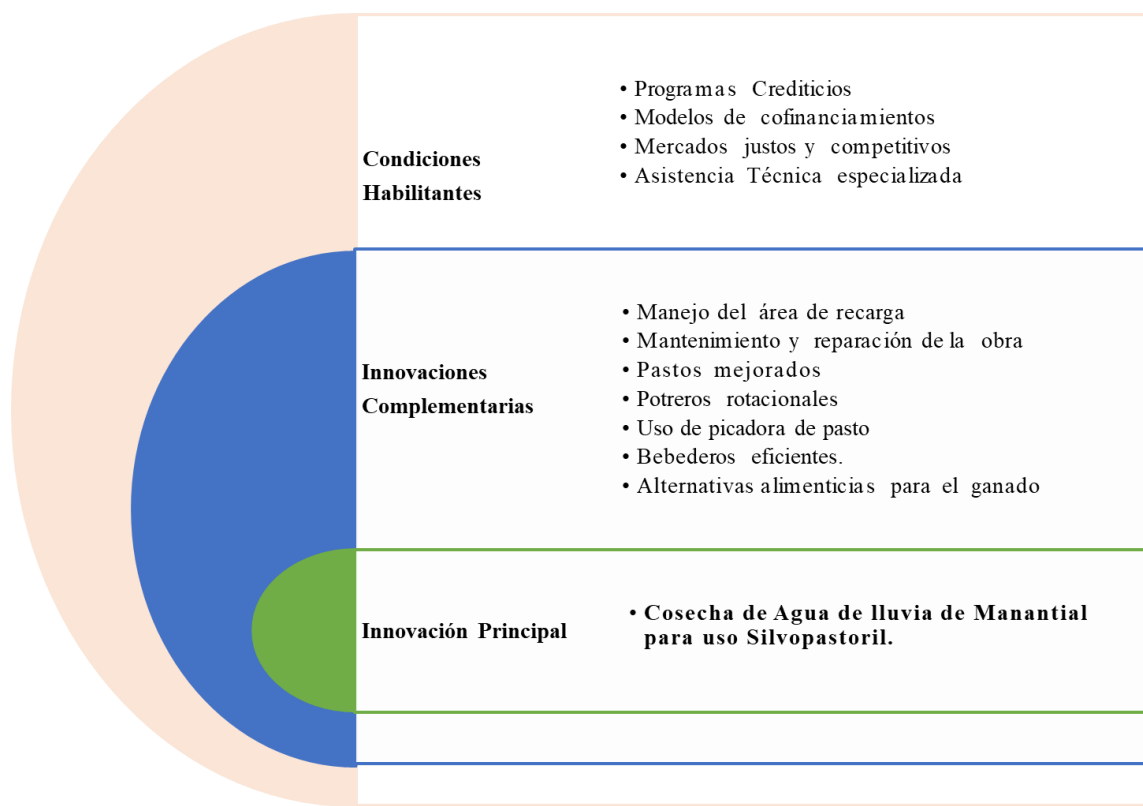
*Figura 12. Innovaciones del paquete de cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado.*



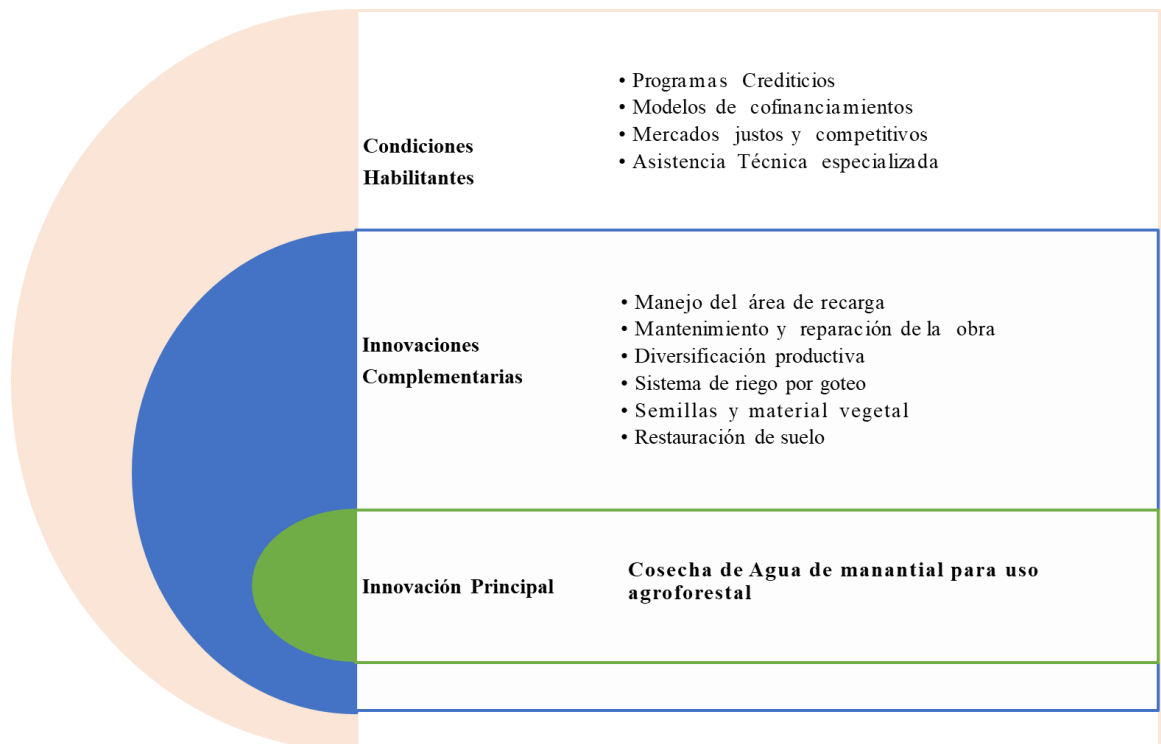
*Figura 13. Innovaciones del paquete de cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso silvopastoril.*



*Figura 14. Innovaciones del paquete de cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso agroforestal.*



*Figura 15. Innovaciones del paquete de cosecha de agua de manantial para uso silvopastoril.*



*Figura 16. Innovaciones de cosecha de agua de manantial para uso agroforestal.*



### 3.2. Análisis del nivel de madurez/aptitud para el escalamiento de las innovaciones de cosecha de agua en el Corredor Seco de Nicaragua.

Para los cinco paquetes de innovaciones evaluados, solo se encontró efecto significativo para el factor de madurez, siendo siempre la valoración de preparación mayor que la de uso (*Cuadro 5*).

*Cuadro 5. Estadístico F y p-valor asociado para los factores Expertos, Madurez y su interacción según paquetes de cosecha de agua.*

Paquete	Nombre_paq	Factor	F-Value	p-Value
1	TTZ-Patio	Expertos	0.19	0.6677
		Madurez	10.71	<b>0.0042</b>
		Experto-Madurez	0.43	0.5210
2	Escorrentía-SSP	Expertos	0.03	0.8532
		Madurez	6.49	<b>0.0153</b>
		Experto-Madurez	0.47	3.4988
3	Escorrentía-SAF	Expertos	2.63	0.1142
		Madurez	14.67	<b>0.0005</b>
		Experto-Madurez	1.52	0.2262
4	Manantial-SSP	Expertos	0.89	0.3517
		Madurez	23.77	<b>&lt;0.0001</b>
		Experto-Madurez	0.26	0.6742
5	Manantial-SAF	Expertos	0.63	0.4350
		Madurez	4.92	<b>0.0351</b>
		Experto-Madurez	0.10	0.7537

Si bien, la encuesta diagnóstica fue aplicada a expertos implementadores y otros expertos con el fin de analizar el nivel de madurez/aptitud de las innovaciones de los cinco paquetes de cosecha de agua, el análisis estadístico mostró que no hubo interacción entre los factores (Expertos-Madurez), por lo que no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en las percepciones de las personas entrevistadas, por tanto, la información se consolidó en una sola base de datos y los resultados del nivel de madurez/aptitud se presentan de manera conjunta por cada paquete de innovación de cosecha de agua analizado.

El análisis estadístico mostró que existe diferencia ( $p < 0.05$ ) del nivel de madurez/aptitud entre todos los paquetes de innovaciones de cosecha de agua (*Cuadro 5*).

A continuación, se describe el nivel de madurez/aptitud de los paquetes de las innovaciones de cosecha de agua.

### 3.2.1. Nivel de madurez/aptitud de los paquetes de las innovaciones de cosecha de agua.

El orden de estos resultados no representa necesariamente el orden de las puntuaciones obtenidas en cada paquete.

#### 3.2.1.1. Cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado (TTZ-patio)

Este paquete presenta un nivel de madurez/aptitud para escalar de 22.04 (siendo éste el nivel de madurez más bajo). Se analizaron 7 innovaciones (Figura 17).

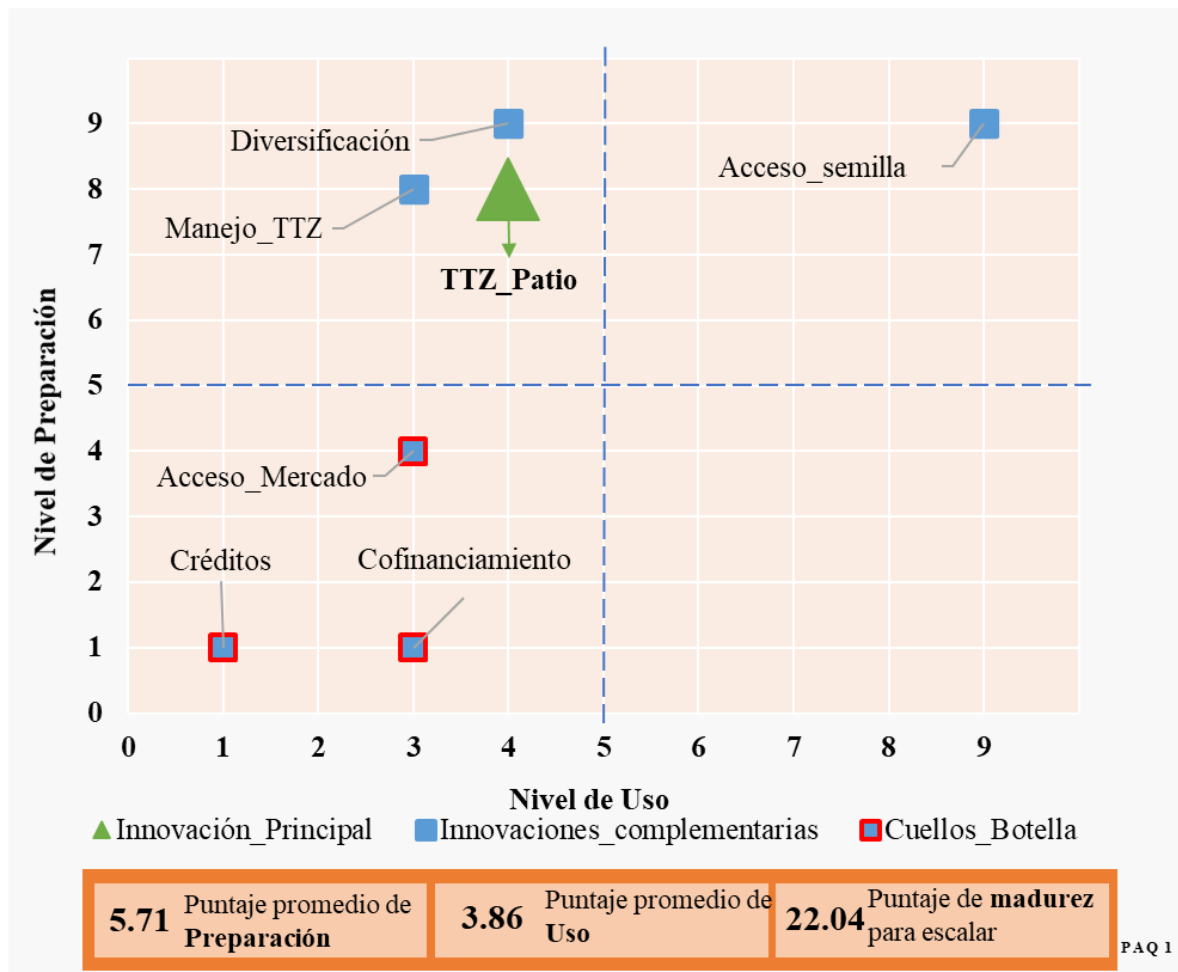
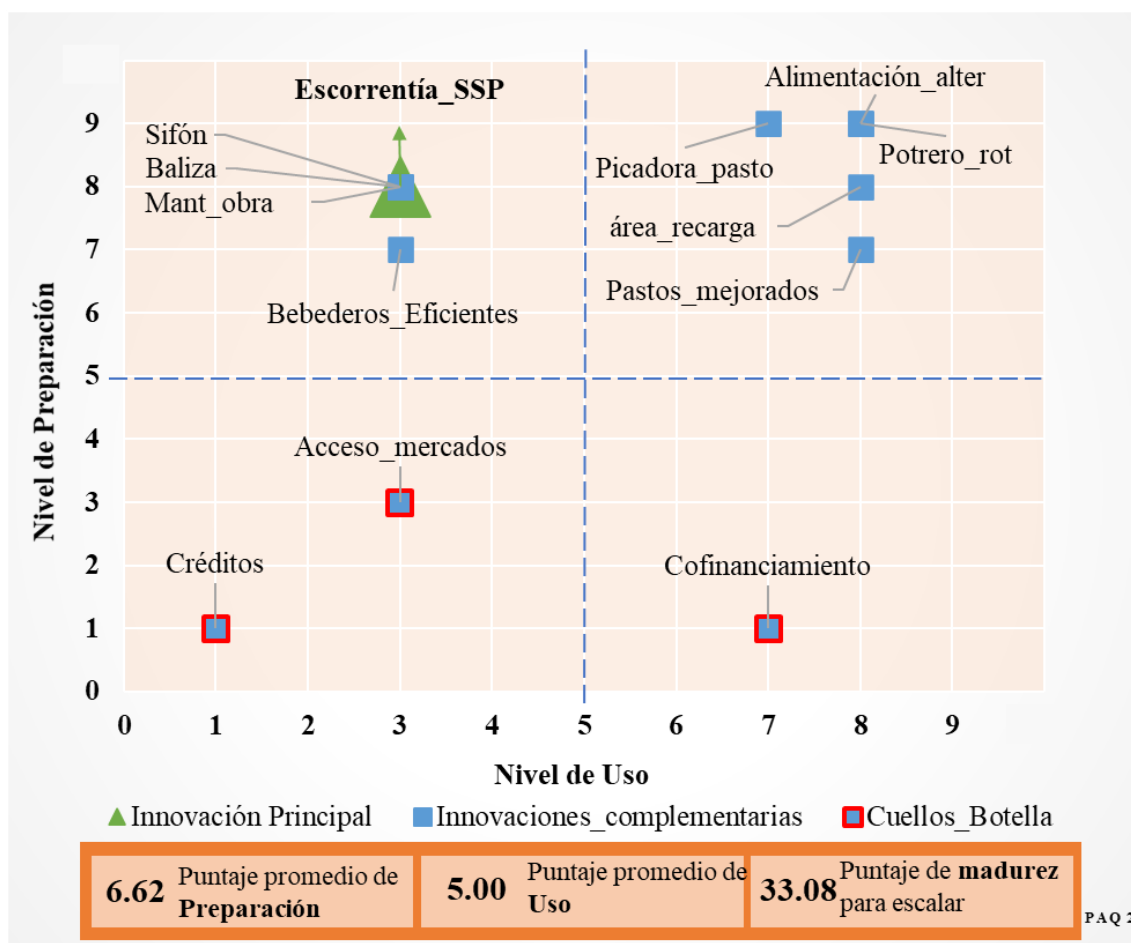


Figura 17. Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua TTZ-Patio.

El paquete TTZ-Patio muestra que acceso a semilla es la innovación con puntuación más alta, es decir, los expertos consideran que esta es una innovación que está experimentada (9) en el territorio y que es usada comúnmente por productores, sean estos beneficiarios o no del proyecto. Sin embargo, las innovaciones de acceso a crédito y modelos de cofinanciamiento son las más bajas y el acceso a mercado presenta una puntuación intermedia de preparación (4) y uso (3), estos tres representan los cuellos de botella para este paquete de innovación.

### 3.2.1.2. Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para uso Silvopastoril (escorrentía-SSP)

Según el análisis de preparación y uso de los paquetes en CdA, desde la perspectiva de los expertos, este paquete presenta nivel de madurez/aptitud para escalar de 33.08. En este paquete se analizaron 13 innovaciones (*Figura 18*).



*Figura 18. Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Escorrentía-SSP.*

El paquete de Escorrentía-SSP (*Figura 18*) a nivel general, muestra una variabilidad en los niveles de preparación y uso en las diferentes innovaciones. En este gráfico se evidencia las innovaciones que corresponden a tecnologías agropecuarias con alto nivel de preparación en un entorno real con el apoyo de proyectos (preparación 7-8), pero que solamente las están usando en los sistemas productivos los beneficiarios del PCA (uso 3).

Por otra parte, en el cuadrante superior derecho se posicionan las innovaciones orientadas a las prácticas agropecuarias con niveles más altos de preparación y uso (por ejemplo: potreros rotacionales, manejo del área de recarga), lo que indica que las innovaciones con dichas puntuaciones están bien experimentadas en el territorio en un entorno real sin apoyo de proyectos (8-9) y están siendo usadas por productores que trabajan con el PCA y además por algunos productores del territorio que trabajan de manera independiente (7-8).

Así mismo, este gráfico muestra tres innovaciones de carácter económico-financieros con bajos niveles de preparación (1-2), y nivel de uso diverso (1-7<sup>2</sup>), correspondiendo a los cuellos de botella para este paquete.

### 3.2.1.3. Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para el uso Agroforestal (escorrentía- SAF)

Este paquete presentó un nivel de madurez/aptitud con puntuación de 25.88. Se analizaron 12 innovaciones (Figura 19).

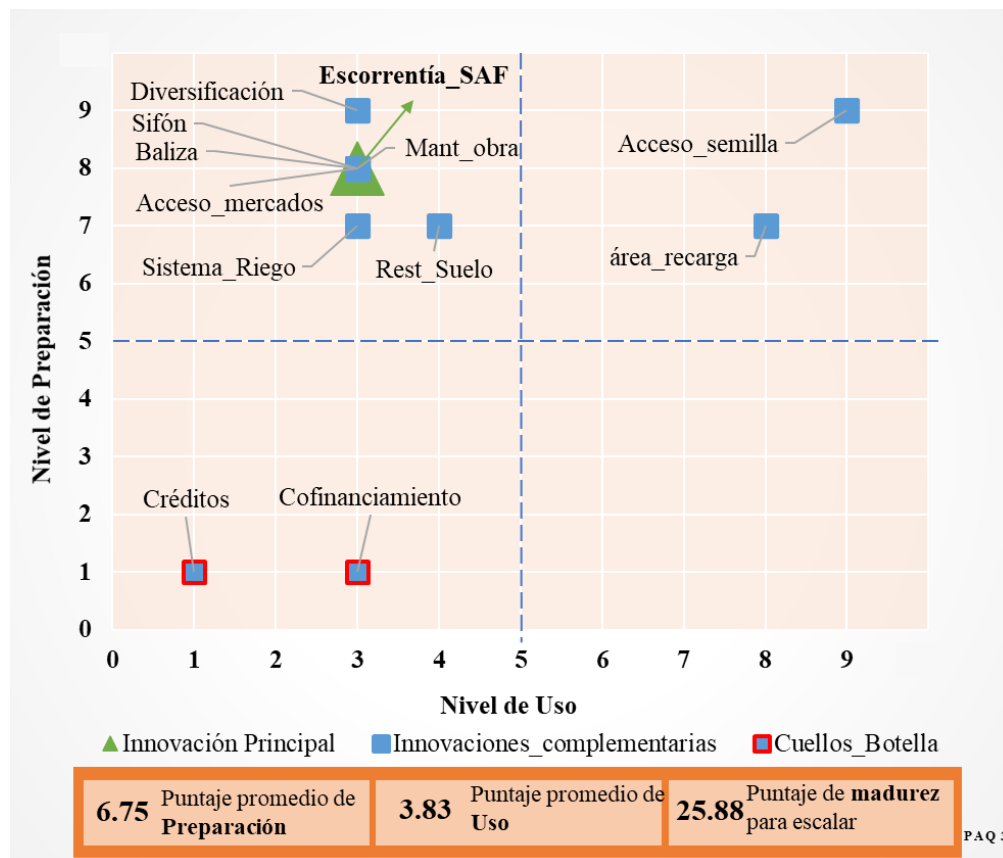


Figura 19. Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Escorrentía-SAF.

El paquete de Escorrentía-SAF, en el cuadrante superior izquierdo muestra 8 de las 12 innovaciones analizadas, con niveles de preparación que indican que estas innovaciones están altamente experimentadas en el territorio (preparación 7-9). Sin embargo, el uso sigue dependiendo del apoyo de proyectos (3-4). Cabe mencionar que este es el único paquete en el que la innovación “acceso a mercado” se encontró en puntuación de preparación alta (8). Así mismo, es importante notar en el cuadrante superior derecho el “acceso a semilla” es la innovación con puntuación de preparación (9) y uso (9) más altos. No obstante, en el cuadrante inferior izquierdo predominan las innovaciones económicas-financieras con puntuación más bajas, siendo los cuellos de botellas para este paquete.

<sup>2</sup> Para obtener la puntuación de uso de la innovación sobre cofinanciamientos y crédito, la pregunta estaba en relación al interés de participar/usar la innovación en futuros proyectos. se preguntó: ¿Usted estaría dispuesto a optar a un cofinanciamiento o crédito para implementar un sistema de cosecha de agua?

### 3.2.1.4. Cosecha de Agua de manantial para uso Silvopastoril (manantial-SSP)

Este paquete alcanzó una puntuación de madurez/aptitud para escalar de 22.30. Se analizaron 11 innovaciones (Figura 20).

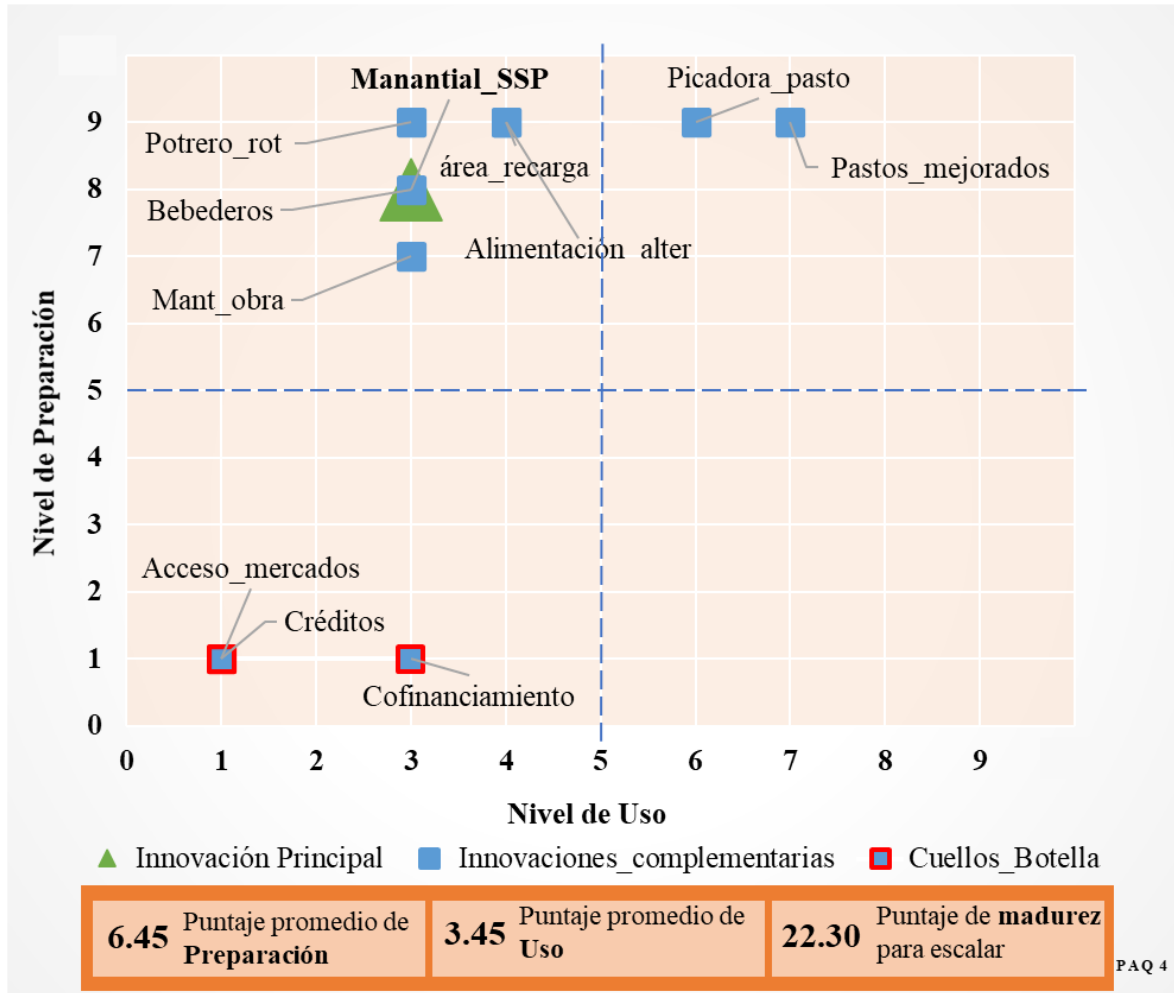


Figura 20. Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Manantial-SSP.

Este paquete en el cuadrante superior izquierdo muestra 6 de las 11 innovaciones analizadas, con niveles de preparación de 7 a 9 indicando que éstas están altamente preparadas en el territorio. Sin embargo, el nivel de uso es bajo (3-4), es decir, estas innovaciones están limitadas al apoyo de proyectos.

Las puntuaciones más altas de preparación las presentan las innovaciones que corresponden a tecnologías agrícolas como el uso de pastos mejorado. En este paquete se continúa repitiendo el patrón en el cuadrante inferior izquierdo, las puntuaciones más bajas de preparación y uso las presentan las innovaciones económicas- financieras, “acceso a créditos, mercado y cofinanciamiento”.

### 3.2.1.5. Cosecha de Agua de manantial para uso agroforestal (manantial-SAF)

Este paquete ocupó una puntuación de madurez/aptitud para escalar de 24.60, se analizaron 10 innovaciones (Figura 21).

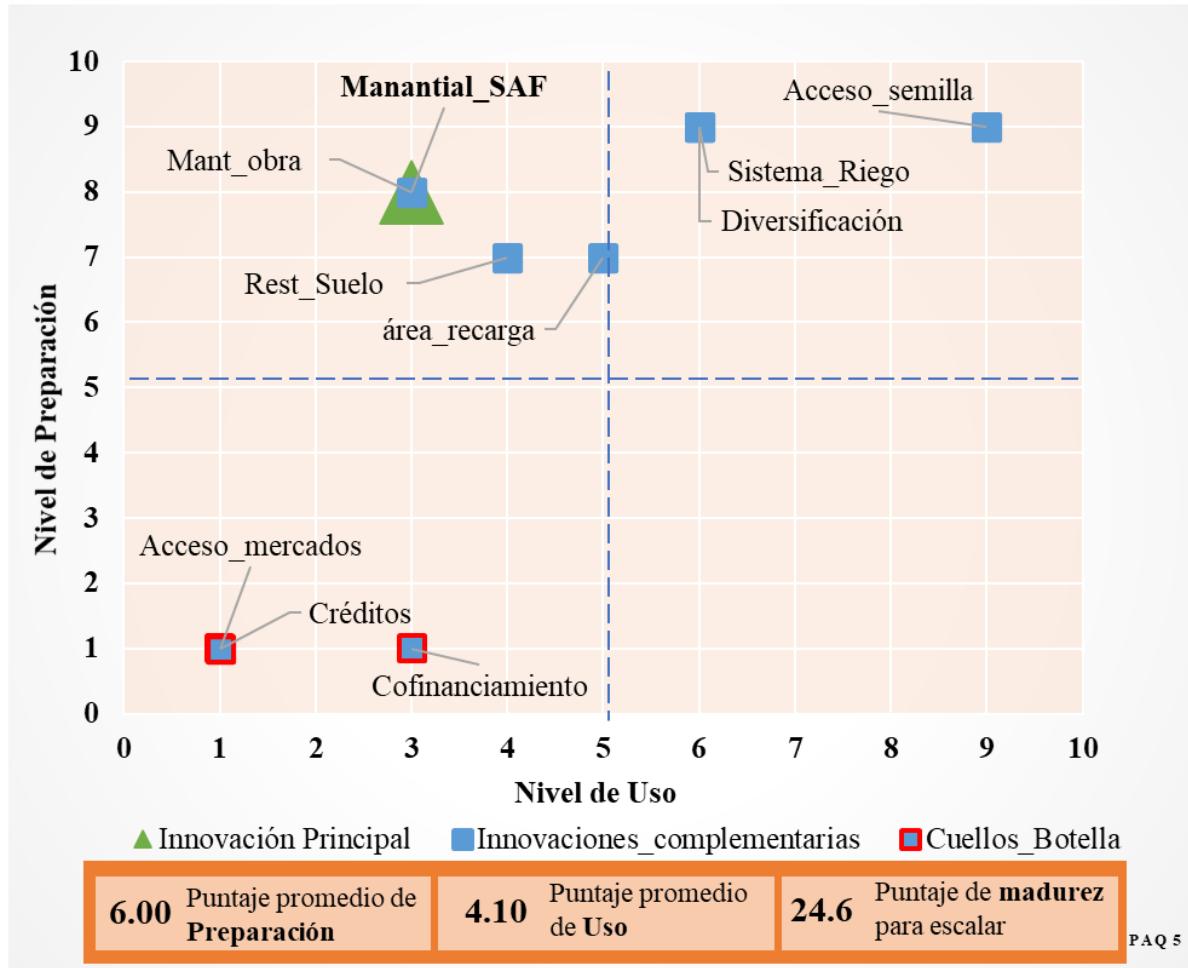
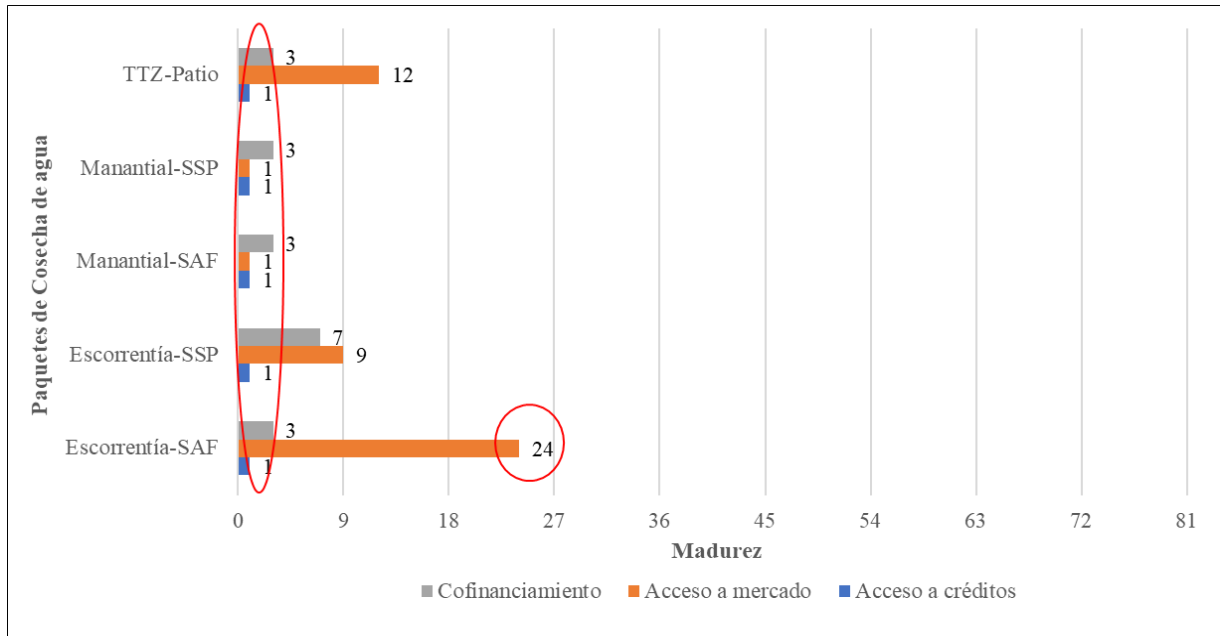


Figura 21. Análisis de la madurez del paquete de cosecha de agua Manantial-SAF.

Este paquete (Figura 21) en el cuadrante superior derecho muestra que las innovaciones relacionadas directamente al sistema productivo (Acceso a semilla, diversificación y sistemas de riego) tienen las puntuaciones de preparación (9) y uso (6-9) más alto y en el cuadrante inferior izquierdo continúan las innovaciones financieras-económicas con las puntuaciones de preparación y uso más bajas (1-3) representando los cuellos de botella para este paquete.

### 3.2.2. Principales Cuellos de botella para el escalamiento.

En el contexto donde se implementan las innovaciones de cosecha de agua en Nicaragua, según los resultados encontrados a través de la encuesta diagnóstica sobre el nivel de madurez/aptitud de las innovaciones, se logró identificar que las puntuaciones más bajas en los 5 paquetes de cosecha de agua analizados, están dadas principalmente por tres innovaciones: modelos de cofinanciamientos, acceso a mercados y acceso a créditos, representando las barreras o cuellos de botella para el proceso de escalamiento de los cinco paquetes de innovaciones de cosecha de agua (Figura 22).



**Figura 22.** Cuellos de botella por paquete de Innovaciones de cosecha de agua.

Como se muestra en la Figura 22, el nivel de madurez/aptitud para escalar, de la innovación “Acceso a crédito” es la más baja (1) en todos los paquetes, seguido de los modelos de cofinanciamiento, esta innovación en el paquete de “Escorrentía-SSP” presenta puntuaciones de madurez (7), este dato está dado por el nivel de interés de los productores de este rubro en invertir en cosecha de agua a través de modelos de cofinanciamientos.

Otro dato importante, es la excepción de la innovación de “acceso a mercado” en el paquete “Escorrentía-SAF” que presenta nivel de madurez 24, puntuación mayor entre estas tres innovaciones, sin embargo, según la escala de madurez de *Sartas et al. 2020* (donde la puntuación mayor es 81) estas puntuaciones continúan siendo bajas.

En general, las innovaciones con la preparación y el uso más bajos limitan la capacidad de un paquete de innovación de cosecha de agua para lograr un impacto a escala.

### **3.2.3. Elementos claves para una estrategia de escalamiento de innovaciones de Cosecha de agua y abordar cuellos de botella.**

El análisis de los diferentes paquetes de cosecha de agua que implementa el PCA específicamente en el contexto del corredor seco de Nicaragua, sumado a la experiencia de los actores, permitió identificar elementos claves para lograr un impacto a escala de los sistemas de cosecha de agua en otro territorio -dentro o fuera de Nicaragua- considerando que se debe adecuar la prioridad de estos elementos a un contexto específico. Los elementos claves a considerar son los siguientes:

- 1- Definir los criterios de selección de sitios para la construcción de obras (reservorios).
- 2- Crear diseños técnicos y presupuestarios de las obras, idóneos a los territorios y/o proyectos.
- 3- Definir el diseño del sistema productivo (prácticas, manejo agronómico).
- 4- Identificar un paquete de innovaciones complementarias (esquema adecuado al territorio y demanda).
- 5- Definir los criterios de selección de usuarios de cosecha de agua.
- 6- Asegurar un protocolo de asistencia técnica continua y efectiva.
- 7- Definir mecanismos de aportes de contrapartida para cubrir los costos de inversión en obras y sistema de cosecha de agua.
- 8- Crear alianzas con fuentes de financiamiento y/o cofinanciamientos potenciales.
- 9- Promover alianzas de mercado justos y competitivos.
- 10- Implementar estrategias de formación, divulgación y masificación de cosecha de agua. (p/e: Rutas y/o fincas de aprendizaje).
- 11- Asegurar otras condiciones habilitantes (productos y servicios, maquinarias, acceso de caminos).



## 4. DISCUSIÓN

### 4.1. Madurez/aptitud para el escalamiento de las innovaciones de cosecha de agua.

Dado que las condiciones ecológicas y socioeconómicas del corredor seco nicaragüense son diversas, las innovaciones de cosecha de agua promovidas por el PCA se adaptaron a estas condiciones, a fin de aportar a la seguridad alimentaria y generación de ingresos de las familias productoras (objetivos del PCA).

El análisis de la madurez/aptitud a escalar de los paquetes de cosecha de agua para lograr un impacto en los sistemas productivos silvopastoriles y agroforestales, indican que los elementos varían en función de la preparación (experimentación o desempeño funcional) y uso (real) de las innovaciones principales y complementarias, que contribuyen a lograr un impacto a escala, sobre todo en el contexto del corredor seco nicaragüense, donde el desarrollo de los sistemas productivos se ven limitados por falta de acceso al agua para riego.

A través de la percepción de actores comunitarios que actualmente cuentan con un sistema de cosecha de agua, sea este por escorrentía, manantial o sistema de patio, y otros expertos involucrados en el desarrollo de las innovaciones de cosecha de agua, aducen que existe un nivel de preparación y uso positivo de los cinco paquetes de cosecha de agua estudiados, ya que en general se ha logrado el objetivo de suplir o complementar el agua para usos agropecuarios en época seca.

El paquete de *Cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado*, fue una innovación que el PCA promovió con familias de pequeños y micro productores, la cual tuvo un alto nivel de preparación, pero de bajo uso en este territorio. Entre las razones de este resultado, se puede mencionar la versatilidad, la fácil construcción y el poco requerimiento de área para su instalación. No obstante, una característica que da puntuaciones bajas de uso es la poca capacidad de almacenamiento de agua (volumen máximo 10 m<sup>3</sup>) en relación con las necesidades hídricas de los cultivos que pudieran establecerse en los patios, así como el costo adquisición de esta tecnología versus el poder adquisitivo de la familia.

De acuerdo con los resultados, el paquete de innovación de TTZ-patio diversificado, está en alto nivel de preparación, como consecuencia de la incidencia del PCA en el territorio, ya que previamente esta innovación no era conocida por los productores. Esto implica que el diseño, la construcción y el mantenimiento de la misma, por ahora, solamente se encuentra al alcance de los agricultores atendidos por el proyecto. Según Cadena-Iñiguez *et al.* (2018), adoptar innovaciones tecnológicas es un proceso que demanda tiempo y que además requiere, no solo que la tecnología sea buena, sino que también que los involucrados en su desarrollo cuente con los recursos económicos, para poder desarrollarlas en un entorno real sin el apoyo de un proyecto.

En cuanto al bajo nivel de uso Mercado *et al.* (2020), afirman que la disposición de los recursos económicos por parte de los productores está directamente relacionada en la adopción de las innovaciones tecnológicas. Los productores con menor capacidad adquisitiva tienden a no correr riesgos ante nuevas oportunidades de mejoras en sus fincas, sobre todo si éstas requieren una gran inversión inicial (Martínez-Castro *et al.* 2020), como es el caso del TTZ utilizado en este paquete. Generalmente, los agricultores con visión comercial a escala son quienes adoptan las nuevas tecnologías agropecuarias (CIMMYT 1993).

En cuanto al paquete de “*Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para uso Silvopastoril*” lo mismos actores abordados afirman que, las prácticas agropecuarias asociadas a las innovaciones complementarias como la rotación de potreros, alimentación alternativa para el ganado y el manejo del área de recarga, de este paquete son de más fácil adopción, promoción y masificación en el territorio, evidenciándose en las puntuaciones altas de preparación de estas innovaciones y uso por algunos usuarios finales que no han tenido nada que ver con la intervención del PCA.

En el territorio donde se implementaron estas innovaciones prácticas, distintas entidades gubernamentales y no gubernamentales han desarrollado, previa o paralelamente al PCA, agendas de extensionismo rural que han puesto en contacto a los agricultores con las prácticas analizadas. Muy probablemente, este resultado este influido por estas acciones, ya que según Velasco-Fuenmayor *et al* (2009), la asistencia técnica frecuente tiene efectos positivos en la adopción y masificación de algunas innovaciones prácticas en la región centroamericana. Además, prácticas como la alimentación alternativa del ganado en la época seca, por ejemplo, son necesarias por las condiciones de sequía que caracterizan este territorio, es decir, que los ganaderos ya están familiarizados con éstas.

Por el contrario, las innovaciones tecnológicas como baliza, sifón, bebederos eficientes y sistemas de riego por goteo, tanto en los paquetes de Escorrentía-SSP como en Escorrentía-SAF, presentaron altos niveles de preparación, con un nivel de uso bajo, ya que están directamente asociadas a la infraestructura (reservorio) de los sistemas de cosecha de agua construidas por el PCA. Cabe mencionar que las razones de estas puntuaciones son similares a las del paquete TTZ-Patio diversificado, puesto que igualmente son innovaciones pioneras en el territorio y fueron dependientes a la intervención y apoyo financiero del PCA y otros socios cercanos.

Un aspecto importante a resaltar en el paquete de Escorrentía-SAF, es la puntuación más alta que presenta la innovación “acceso a semilla”, siendo ésta una innovación que los productores desarrollan comúnmente en un entorno real sin apoyo de proyecto. La independencia de esta innovación asegura, de alguna manera, la seguridad alimentaria de las familias, pero además abre oportunidades de mercado.

Dado que el estudio se desarrolla en territorios del corredor seco, estas condiciones hacen que se encuentren muy pocas fuentes de agua de manantial, por lo que se puede considerar menos competitivo, sin embargo, los actores que cuentan con un manantial en sus fincas, presentan una ventaja significativa en la disponibilidad permanente de agua, ya sea esta para fines agrícolas o pecuarios y si sumado a esto se le construye una obra de almacenamiento de agua como pila de concreto o el TTZ.

Si bien, todos estos paquetes mostraron altos niveles de madurez, se debe tener en cuenta que los paquetes comparten cuellos de botella de alta prioridad, y que deben ser abordados y superados para lograr un impacto a escala de las innovaciones de cosecha de agua.

## 4.2. Cuellos de Botella

Los cuellos de botella son restricciones que limitan o retrasan los procesos que conducen a la consecución de las metas planteadas por los proyectos (Gavilanes *et al.* 2018), pueden ser de distinta naturaleza y originarse dentro o fuera de las unidades productivas. La identificación de estos es de suma importancia en el análisis de los procesos de escalamiento, porque permite conocer las condiciones y situaciones que pueden llegar a obstaculizar la masificación de las innovaciones de interés, pero más importante aún, es la posibilidad de plantear, desarrollar y hasta aplicar soluciones a los factores que ralentizan la maduración de las innovaciones agropecuarias.

En esta investigación, los cuellos de botella para el escalamiento de todos los paquetes innovaciones de cosecha de agua, estuvieron relacionados a la disponibilidad y el acceso a recursos monetarios por parte de los productores. La inexistencia de programas crediticios, la implementación de modelos de cofinanciamiento y el acceso a mercados justos y competitivos, fueron con frecuencia las innovaciones con menor nivel de preparación y uso, independientemente del paquete evaluado.

Según el análisis de la escala de madurez/aptitud de la metodología *Scaling Readiness*, que va del 1 al 81, evidenció que estas tres innovaciones que representan los cuellos de botella incidieron directamente en los puntajes bajos a medios (ejemplo: 22.04 – 22.30) de madurez/aptitud de los cinco paquetes de cosecha de agua, lo que representa una limitante en el potencial de los mismos para lograr un impacto a escala.

De acuerdo con la metodología *Scaling Readiness* (Sartas *et al.* 2020), la existencia de programas crediticios para la construcción de obras de cosecha de agua por parte de las entidades del sistema financiero local es solamente una hipótesis. Los productores entrevistados indicaron que las instituciones y las organizaciones presentes en el territorio, sí ofrecen productos crediticios agropecuarios convencionales destinados a la inversión en labores de manejo de cultivos y ganado, la adquisición de semillas, insumos, materiales y equipos, y algunos tipos de infraestructura productiva, pero no incluyen la construcción de obras de escurritía o TTZ.

Al respecto, es probable que, por su relativamente corto periodo de tiempo desde la introducción de las tecnologías de cosecha de agua en el territorio, para integrar estas innovaciones a su portafolio de productos financieros las entidades prestamistas requieran de estudios (flujos de caja, por ejemplo), que les sirvan de insumos para realizar análisis crediticios, y de esta manera, conocer la capacidad de pago de las mismas (Hernández *et al.* 2005) y entonces considerar la creación de normativas habilitantes.

Superar este cuello de botella es muy importante para aumentar el impacto de estas innovaciones, ya que para incrementar la productividad de las unidades agropecuarias es fundamental acceder a nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia de los procesos que se llevan a cabo en estas, pero generalmente los pequeños y medianos agricultores no disponen de los recursos económicos suficientes para adquirirlas. En definitiva, el acceso a crédito es determinante para la toma de decisiones en torno a las inversiones tecnológicas que se harán en las fincas (Olloqui y Fernández 2017).

En este sentido, una opción para lograr este propósito consiste en la asociatividad, pues la presencia de capital social incrementa la probabilidad para la obtención de créditos por la posibilidad de ofrecer mayores garantías (Guiso *et al.* 2004).

En cuanto a los “**modelos de cofinanciamiento**”, en general, los entrevistados indicaron que a pesar de la ausencia de organizaciones que faciliten recursos financieros parciales para la construcción de obras de cosecha de agua, tenían la voluntad de asumir compromisos de aportes monetarios para la adquisición de estas innovaciones, en función de su capacidad económica. Básicamente, esta disposición obedeció, en primera instancia, a la necesidad de satisfacer una demanda productiva de primer orden, y en segunda instancia, a la experiencia que han tenido al ver en funcionamiento los sistemas de cosecha de agua.

Este comportamiento concuerda con lo expresado por García-Salazar *et al.* (2022), quienes mencionan que las condiciones climáticas son determinantes en la adopción y uso de tecnologías, sobre todo cuando se refieren a la optimización del recurso líquido. Así mismo Mercado *et al.* (2020) afirman que los productores necesitan ver y conocer los resultados para tomar la decisión sobre adoptar o no la tecnología, pues naturalmente tienen aversión al riesgo o la incertidumbre.

Ahora bien, el tercer cuello de botella “**acceso a mercados justos y competitivos**” siempre ha estado presente para el agricultor y ha sido la principal dificultad que enfrenta para decidir su continuidad en una actividad productiva (Argüello-Guadalupe *et al.* 2022). La dinámica rural de comercialización siempre se ve atada por un mercado injusto y desigual.

Asociado a este cuello de botella, se encuentra la falta de infraestructura de almacenamiento de la producción, lo que arrastra a los agricultores a negociaciones (poco favorables) con comerciantes o intermediarios locales quienes llegan a hasta las fincas o plantíos a realizar la compra, dejando desde ese momento a los productores fuera de un mercado justo, y expuestos a una estructura de mercado controlada por la demanda a lo que se le denomina “monopsonio” (Ruíz, A 2017); quedando éstos en el eslabón más bajo de la cadena de comercialización (IICA, 2004) e invalida la posibilidad de los productores a optar a un mercado justo y competitivo.

Algunas estrategias de mejora, respecto a esto, son las campañas de sensibilización de los consumidores finales sobre el tema de comercio justo, identificar y posicionar productos estrella, planificación de la producción con miras a evitar la sobreproducción o la escasez de los cultivos o la generación de políticas de protección de la producción local (Argüello-Guadalupe *et al.* 2022).

## 5. CONCLUSIONES

Los cinco paquetes de innovaciones de cosecha de agua evaluados son aptos para el escalamiento, siempre y cuando se tengan en cuenta las condiciones de los territorios y el cumplimiento de los “elementos claves para el escalamiento”. Sin embargo, de los paquetes analizados en este estudio, el que presenta mayor madurez/aptitud para escalar es “Cosecha de agua de lluvia con reservorio para uso silvopastoril”.

Para lograr un impacto a escala de los paquetes de innovaciones de cosecha de agua, es trascendental superar los principales cuellos de botella, con planteamientos de estrategias claras desde la planificación de los proyectos de intervención.

La metodología *Scaling Readiness*, es importante para identificar cuellos de botella, previo al escalamiento de proyectos. Su importancia destaca ante una crisis de financiamientos externos, donde cada vez existe menos recursos por parte de los donantes y éstos, a su vez, esperan impactos sociales significativos a escala.

Se deja en evidencia la falta de modelos cofinanciamientos y créditos dirigidos a las innovaciones de cosecha de agua; lo cual es un reto ante una cultura tradicional, que apela a las subvenciones financieras para impulsar el desarrollo socio-productivo.

## 6. RECOMENDACIONES

Promover la metodología *Scaling Readiness*, como un enfoque práctico y útil para apoyar el escalamiento de innovaciones en proyectos y programas de inversión. Sin embargo, no es recomendable emplear esta metodología en procesos de investigación académica por el tiempo y protocolos definidos por la academia, lo que impide el aprovechamiento a cabalidad y completar los cinco pasos definidos por la misma.

Usar la metodología *Scaling Readiness*, para analizar un solo paquete de innovaciones en un territorio homogéneo, priorizando un número muestral mayor.

Considerar el análisis de las perspectivas de los diferentes actores de forma particular, puede aportar a una mejor interpretación y comprensión del entorno de innovación, para reducir las conclusiones subjetivas de dichas innovaciones.

## 7. BIBLIOGRAFÍA:

- Arguello-Guadalupe, K; Poveda-Gómez, S; Guapi-Auquilla, A; Muñoz-Jácome, E. 2022. Comercio justo estrategias para pequeños agricultores de las parroquias rurales del cantón Riobamba (en línea). Pol. Con. 7(1):479-495. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331424>
- Ayales, Y; Blomstrom, E; Solis, V; Pedraza, D; Perez, P. 2019. Migraciones climáticas en el Corredor Seco Centroamericano: integrando la visión de género. 75(40) Consultado 15 agost 2023. Disponible en: <https://migracionesclimaticas.org/wp-content/uploads/2019/12/2019-migraciones-climaticas-InspirAction.pdf>
- Cadena-Iñiguez, P; Guevara-Hernández, F; Argüello-Aguilar, R; Rendón-Medel, R. 2018. Proceso de comunicación, extensionismo y adopción de tecnologías (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9(4):851-864. Consultado 06 nov 2023. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342018000400851](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000400851)
- Castellanos, E; Tucker, C; Eakin, H; Morales, H; Barrera, J; Díaz, R. 2013. Assessing the adaptation strategies of farmers facing multiple stressors: Lessons from the Coffee and Global Changes project in Mesoamerica. Environmental Science & Policy. 26(-):19-28. Consultado 09 nov 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901112000974>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. (en línea). Programa de economía del CIMMYT. Mexico, DF. 88p. Consultao 06 nov 2023. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/894/42408.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- D'Odorico, P; Chiarelli, DD; Rosa, L; Bini, A; Zilberman, D; Rulli, MC. 2020. The global value of water in agriculture (en línea). Proceedings of the National Academy of Sciences. 117(36):1-9. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2005835117>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).2017. Water for Sustainable Food and Agriculture. A report produced for the G20 Presidency of Germany (en línea). 28 p. Rome. Consultado 09 nov. 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf>
- Franzel, S; Cooper, P; Denning, GL. 2001. Scaling up the benefits of agroforestry research: Lessons learned and research challenges (en línea). Development in Practice. 11(4):524-534. Consultado 09 nov. 2023. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0034893930&origin=inward>

- Gavilanes, S; Acosta, M; Gaibor, J; Tenorio, G. 2018. Cuellos de botella y recursos restringidos por la capacidad en las instituciones del sector privado (en línea). Revista Caribeña de Ciencias Sociales. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/recursos-restringidos-instituciones.html>
- García-Salazar, J; Bautista-Mayorga, F; Reyes-Santiago, E. 2023. Factores que condicionan la tasa de adopción de sistemas de riego tecnificados en México (en línea). Agron. Mesoam. 34(2):51202. Disponible en: [https://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v34n2-01.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_meso/v34n2-01.pdf)
- Guiso, L; Sapienza, P; Zingales, L. 2004. The Role of Social Capital in Financial Development (en línea). American Economic Review. 94(3):526-556. Consultado 12 nov. 2023. Disponible en: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/0002828041464498>
- HábitatHum. 2021. Caracterización del Corredor Seco del Triángulo Norte de Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Hagen1, I; Huggel, C; L Ramajo, L; Chacón, N; Ometto, JP; Postigo, JC; Castellanos, EJ. 2022. Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century (en línea). Environ. Res. Lett. 17(-): 033002. Consultado 09 nov. 2023. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac5271/pdf>
- Hernández, L; Meneses, L; Benavides, J. 2005. Desarrollo de una metodología propia de análisis de crédito empresarial en una entidad financiera (en línea). Estudios Gerenciales. 21(97):129-165. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v21n97/v21n97a07.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2021. 1er Atlas nacional de suelos de la República de Nicaragua 2021 (en línea). Consultado 28 dic. 2023. Disponible en: <https://www.ineter.gob.ni/flipatlassuelo-Ord/publicacionflip/atlassuelo.html>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2018. Mapas Interactivos de Vulnerabilidades y Amenazas Naturales. (en línea) consultado el 20 feb 2024. Disponible en: <https://www.ineter.gob.ni/geoportales/vulnerabilidades-amenazas/index.html>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE a); Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2013. IV Censo Nacional Agropecuario. Departamento de Estelí y sus municipios: uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario (en línea). Managua, Nicaragua. 56 p. Consultado 15 dic 2023. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/38160371/esteli-magfor>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE); Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2013. IV Censo Nacional Agropecuario. Departamento de Madriz y sus municipios: uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario (en línea). Managua, Nicaragua. 74 p. Consultado 15 dic 2023. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/46823639/departamento-de-madriz-y-sus-municipios-magfor>



- IICA. (2004). Cadena Agroindustria del Frijol. Managua. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6579>
- Kukal, M. Irmak, S. 2018. Climate-Driven crop yield and yield variability and climate change impacts on the U.S. Great Plains agricultural production (en línea). Scientific Reports. 8(-):3450. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21848-2#citeas>
- Liu L, Basso B. 2020. Impacts of climate variability and adaptation strategies on crop yields and soil organic carbon in the US Midwest (en línea). PLoS ONE. 15(1):e0225433. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0225433&type=printable>
- Malhi, GS; Kaur, M; Kaushik, P. 2021. Impact of climate change on agriculture and Its mitigation strategies: a review (en línea). *Sustainability*. 13(3):1318. Consultado: 10 nov. 2023. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1318#B75-sustainability-13-01318>
- Madrigal, R; Pacay, E. 2021. Análisis costo beneficio de las obras de cosecha de agua desde la perspectiva privada. 70 p. Proyecto: Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático a través de la Cosecha de Agua en Nicaragua. Consultado 09 sept. 2023.
- Martinez-Castro, C; Ramirez-Seañez, A; Marina-Clemente, J. 2020. Factores socioeconómicos y nivel de adopción tecnológica en unidades de producción de piña en Loma Bonita, Oaxaca, México (en línea). *Investigación y Ciencia*. 28(80):71-79. Consultado 05 nov. 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/674/67464474008/html/>
- Mendelsohn. R. 2009. The impact of climate change on agriculture in developing countries (en línea). *Journal of Natural Resources Policy Research*. 1(1):5–19. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en: <https://scholarlypublishingcollective.org/psup/jnrpr/article/1/1/5/297945/The-Impact-of-Climate-Change-on-Agriculture-in>
- Mercado, F; Ayala, A; Flores, A; Oble, E; Almaguer, G. 2019. Factores que influyen en la adopción de innovaciones en productores de naranja en Álamo, Veracruz (. *Agricultura, sociedad y desarrollo*. 16(2):183-198. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722019000200183](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722019000200183)
- Oloqui, F; Fernández, M. 2017. Financiamiento del sector agroalimentario y desarrollo rural (en línea). Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 41 p. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/financiamiento-del-sector-agroalimentario-y-desarrollo-rural>.
- PCA (Proyecto Cosecha de Agua Nicaragua). 2022. PCA: Mi reserva de lluvia para el verano (en línea). Consultado 07 nov 2022. Disponible en: <https://cosechadeagua.org/>

- Ray, DK; West PC; Clark, M; Gerber JS; Prishchepov, AV; Chatterjee, S. 2019. Climate change has likely already affected global food production. PLoS ONE. 14(5):e0217148. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0217148&type=printable>
- Ríos, N; Benegas Negri, L. 2022. Herramienta geoespacial para la identificación y selección de sitios potenciales para construcción de obras de cosechas de agua de escorrentía en el Corredor Seco Centroamericano (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 57 p. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE, no. 155). Consultado 06 nov 2022. Disponible en: <https://opac.biblioteca.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=150181>
- Ringler, C; Zhu, T; Gruber, S; Treguer, R; Auguste, L; Addams, L; Cenacchi, N; Sulser, TB. 2016. Role of water security for agricultural and economic development – concepts and global scenarios (en línea). In: Claudia Pahl-Wostl, Anik Bhaduri and Joyeeta Gupta (eds). Handbook on water security. Edward Elgar Publishing. Ltd, Aldersho. 183-200 p. Massachusetts, USA. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: <https://www.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9781782548003/9781782548003.00018.xml>
- Ringler, C; Agbonlahor, M; Baye, K; Barron, J; Hafeez, M; Lundqvist, J; Meenakshi, JV; Mehta, L; Mekonnen, M; Rojas-Ortuste, F; Tankibayeva, A; Uhlenbrook, S. 2023. Water for food systems and nutrition (en línea). In: von Braun, J., Afsana, K., Fresco, L.O., Hassan, M.H.A. (eds) Science and Innovations for Food Systems Transformation. Springer, Cham. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15703-5\\_26#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15703-5_26#citeas)
- Ruiz, A; 2017. Monopsonio Introducción a la teoría de los mercados intermediarios. Consultado el 10 nov. 2023. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349849339\\_Monopsonio\\_Interroduccion\\_a\\_la\\_teoría\\_de\\_los\\_mercados\\_intermedios](https://www.researchgate.net/publication/349849339_Monopsonio_Interroduccion_a_la_teoría_de_los_mercados_intermedios).
- Sartas, M; Schut, M; van Schagen, B; Velasco, C; Thiele, G; Proietti, C; and Leeuwis, C. 2020. Scaling Readiness: concepts, practices, and implementation (en línea). CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas (RTB). pp 217. Consultado 28 may 2022. Disponible en: [www.scalingreadiness.org/](http://www.scalingreadiness.org/) and [www.rtb.cgiar.org](http://www.rtb.cgiar.org).
- Shilomboleni, H; Owaygen, M; de Plaen, R; Manchur, W; Husak, L. 2019. Scaling up innovations in smallholder agriculture: Lessons from the Canadian international food security research fund. Agricultural Systems 175:58–65p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.012>
- The World Banck (2023) Climate Change Knowlwdge Portal, Database (en línea). Consultado el 22 dic. 2023. Disponible en: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/nicaragua/climate-data-historical>.

Velasco-Fuenmayor, J; Ortega-Soto, L; Sánchez-Camarillo, E; Urdaneta, F. 2009. Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela (en línea). Revista Científica, 19(2):187-195. Consultado 10 nov 2023. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911642013>

World Water Assessment Programme (WWAP). 2012. The United Nations World Water Report 4: Managing water under uncertainty and risk (en línea). UNESCO. 909 p. París, Francia. Consultado 11 nov. 2023. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215644>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Escala para la evaluación del nivel de Preparación de la Innovación.

Pregunta directriz		¿Cree usted que esta práctica ya ha sido probada en experimentos en campo? o se implementa en este territorio con apoyo de un proyecto? O ¿la práctica la implementan los productores por cuenta propia?	
Nivel de <u>preparación</u> de la Innovación	Nivel	Descripción	entorno
Idea/hipótesis	1	<b>Idea</b> o <b>hipótesis</b> formulada para que una innovación cumpla un objetivo específico para los usuarios previstos.	Planificación/ oficina/ idea
Modelo básico (No Probada)	2	<b>Hipótesis validada</b> de que la innovación puede cumplir objetivos específicos utilizando pruebas científicas básicas.	
Modelo básico (Probado)	3	Principios <b>validados</b> de que la innovación puede cumplir <b>objetivos específicos</b> utilizando pruebas científicas básicas.	
Aplicación del Modelo (No Probada)	4	Capacidad investigada de la innovación para cumplir objetivos específicos utilizando <b>pruebas de ciencia aplicada</b> .	Ensayo/ experimento/ simulación
Aplicación del Modelo (Probada)	5	Capacidad validada de la innovación para cumplir objetivos específicos mediante <b>pruebas de ciencia aplicada</b> .	
Aplicación (No Probada)	6	Capacidad probada de la innovación para cumplir objetivos específicos en un <b>entorno controlado</b> .	
Aplicación (Probada)	7	Capacidad probada de la innovación para cumplir objetivos específicos en un <b>entorno controlado con el apoyo de un proyecto</b> .	Real
Incubación	8	Capacidad probada de la innovación para cumplir objetivos específicos en un <b>entorno real CON el apoyo de un proyecto</b> .	
Listo	9	Capacidad validada de la innovación(práctica) para alcanzar objetivos en un <b>entorno real SIN el apoyo de un proyecto</b> .	

**Fuente:** Sartas et al (2020, pp:45)

## Anexo 2. Escala para la evaluación del nivel de Uso de la Innovación.

Nivel de <u>Uso</u> de la Innovación	Nivel	Descripción
Jefes del proyecto	1	La innovación <b>aún no es utilizada</b> por el equipo del proyecto, pero es adoptada por los <b>líderes del proyecto</b> .
Equipo del proyecto	2	La innovación <b>solo la utiliza el equipo</b> del proyecto.
Socios del proyecto	3	La innovación <b>es utilizada</b> por el equipo de proyecto y los <b>socios directos</b> o efectivos que participaron en el desarrollo del proyecto y <b>reciben financiación del proyecto</b> .
Red de Innovación (poco frecuente)	4	La innovación <b>es utilizada por algunas organizaciones</b> o personas que <b>no participan</b> totalmente en el proyecto, pero que están relacionadas con los socios del mismo.
Red de Innovación (Común)	5	La innovación <b>suele ser utilizada</b> por <b>algunas</b> organizaciones o personas que <b>no participan</b> totalmente en el proyecto, pero que están relacionadas con los socios del mismo.
Sistema de Innovación (poco frecuente)	6	La innovación <b>es utilizada por algunas organizaciones</b> o individuos que trabajan en la innovación en <b>el territorio</b> , pero q <b>no</b> están directamente relacionados con los socios del proyecto.
Sistema de Innovación (Común)	7	La innovación <b>es utilizada habitualmente</b> por <b>organizaciones</b> o personas que trabajan el territorio, pero que <b>no</b> están directamente relacionados con los socios del proyecto.
Sistema de Subsistema (poco frecuente)	8	La innovación <b>es utilizada por algunos</b> usuarios finales previstos que no han tenido nada que ver con el desarrollo de la innovación ni con la intervención.
Sistema de Subsistema (común)	9	La innovación <b>es utilizada habitualmente</b> por usuarios finales que no han tenido nada que ver con el desarrollo de la innovación ni con la intervención.

Fuente: Sartas et al (2020, pp:46-47)

### Anexo 3. Descripción de las cinco innovaciones principales de Cosecha de agua.

N°	Nombre de la innovación	Nombre Corto	Descripción	Paquete*	
Innovaciones principales	1	Cosecha de agua de techo con Tanque Tipo Zamorano para uso en la producción de patio diversificado.	TTP-Patio	El agua almacenada en los TTZ es para uso en patio diversificado donde se manejan en promedio 10 especies de cultivos.	1
	2	Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para uso Silvopastoril.	Escorrentía-SSP	El uso del agua de este sistema es principalmente para abrevadero del ganado. El agua es extraída del reservorio con un sifón hacia una estructura/abrevadero eficiente.	2
	3	Cosecha de Agua de lluvia de escorrentía con reservorio para el uso Agroforestal.	Escorrentía-SAF	El uso del agua de este sistema es para riego por goteo de un área diversificada con hortalizas y árboles frutales. El agua es extraída del reservorio por gravedad con un sifón.	3
	4	Cosecha de Agua de manantial para uso Silvopastoril.	Manantial-SSP	El uso del agua de este sistema es principalmente para abrevadero del ganado. El agua es extraída del manantial por gravedad hacia una estructura/abrevadero eficiente.	4
	5	Cosecha de Agua de manantial para uso Agroforestal.	Manantial-SAF	El uso del agua de este sistema es para el riego de un área diversificada con hortalizas y árboles frutales. La particularidad es el uso una infraestructura (TTZ o pila de concreto) para el almacenamiento del agua y el posterior conducción -por gravedad- hacia el sistema de riego por goteo al área productiva.	5

\*Paquete: En esta columna se marcan los paquetes que incluyen la práctica descrita.

**Anexo 4. Descripción de las innovaciones complementarias de los paquetes de cosecha de agua.**

N°	Nombre de la innovación	Nombre Corto	Descripción	Paquete*
1	Manejo del área de recarga	Manejo_a-recarga	Se realizan diferentes prácticas de manejo y/o OCS en la zona de recarga del reservorio o manantial: Reforestación, regeneración natural, diques, barreras vivas, barreras muertas. (éste puede ser bosque o área agrícola)	2,3,4,5
2	Instalación, manejo y mantenimiento del TTZ	Manejo_TTZ	Existe personal capacitado o empresa/emprendimiento que preste el servicio de instalar el TTZ, o los beneficiarios tienen la capacidad de darle mantenimiento al TTZ y manejar de manera efectiva todo el sistema.	1,4,5
3	Prácticas de manejo, mantenimiento y reparación de la obra (reservorio/manantial)	Mantenimient_Obra	Los beneficiarios tienen la capacidad de darle mantenimiento a la obra y manejar de manera efectiva todo el sistema (revestimiento natural de talud, uso de plantas de crecimiento rápido). O existen proveedores de servicios del mantenimiento de la obra.	2,3,4,5
4	Método para la medición de volumétrica (baliza)	Baliza	Uso de Baliza en los reservorios para el monitoreo y registro constante del volumen de agua y manejo de las pérdidas, para la planificación previa del uso en los sistemas agropecuarios.	2,3
5	Equipo de extracción del agua del reservorio (Sifón).	Sifón	Para extraer el agua por gravedad desde el reservorio hacia el área productiva y/o abrevadero, se utiliza una línea de conducción basada en el principio físico de "sifón".	2,3
6	Sistema de riego por goteo para los cultivos. (hortalizas y/o árboles frutales)	Sistema_Riego	Sistema de riego localizado de alta frecuencia y bajo consumo de agua.	5

N°	Nombre de la innovación	Nombre Corto	Descripción	Paquete*
7	Diversificación productiva, con cultivos de alta rentabilidad	Diversificación	Es el asocio y rotación de más de 5 cultivos, que permite al productor mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos.	1,3,5
	Acceso a semillas y material vegetal (árboles)	Acceso a semillas	Los beneficiarios tienen capacidad de reproducir semillas, pueden comprarlas en el mercado local o dependen del suministro de un proyecto.	1,3,5
9	Manejo de la fertilidad y restauración del suelo del área productiva.	Fertilización_suelo	Prácticas orientadas a la conservación, restauración y mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	3,5
10	Bebedores eficientes automatizados	Bebedores_Eficientes	Recipiente u obra gris para la disposición de agua para el ganado, con un mecanismo de suministro automatizado.	2,4
11	Pastos mejorados y material vegetal para bancos forrajeros (energético y de proteínas)	Pastos_mejorados	Son áreas compactas de pastos mejorados y de corte, así como especies proteínicas.	2,4
12	Alternativas alimenticias para el ganado (ensilaje...)	Alternativas Alimentación	Se refiere a las alternativas alimenticias del ganado, principalmente para complementar la alimentación en la época seca. (ensilaje, bloques nutricionales, amonificación del rastrojo etc.)	2,4
13	Uso de picadora de pasto.	Picadora_pasto	Uso de equipo especializado para aprovechamiento de pastos de corte.	2,4
14	Potreros rotacionales.	Potreros Rotacionales	Técnica de uso eficiente de pasturas.	2,4

**\*Paquete:** En esta columna se marcan los paquetes que incluyen la práctica descrita.



**Anexo 5. Descripción de las condiciones habilitantes de los paquetes de cosecha de agua.**

N°	Nombre de la innovación	Nombre Corto	Descripción	Paquete*	
Condiciones habilitantes	1	Asistencia técnica	A. Técnica	Asistencia técnica especializada en prácticas agropecuarias y con competencia para el acompañamiento en el manejo de todo el sistema.	1,2,3,4,5
	2	Programas crediticios	Créditos	Interés de las financieras, organismos o instituciones de invertir en obras de Cosecha de agua (TTZ o Reservorios), pastos, ganado, agricultura y/o tecnificación.	1,2,3,4,5
	3	Modelos de cofinanciamientos	Cofinanciamiento	Capacidad y compromiso de los productores/beneficiarios de asumir un porcentaje de los costos de inversión del paquete de CdA promovido. (p/e: 50/50)	1,2,3,4,5
	4	Acceso a mercado justos y competitivos	Acceso mercados	Espacios y canales de comercialización que incentiven al productor a dedicarse permanentemente al rubro en cuestión.	1,2,3,4,5

**\*Paquete:** En esta columna se identifican los paquetes afectados por las condiciones habilitadoras

## Anexo 6. Galería fotográfica.



a) Cosecha de agua de techo con TTZ.  
Municipio Totogalpa-Madríz



b) Cultivo de hortalizas en bancales aéreos regados con agua almacenada en el TTZ.



c) Reservorio para almacenar agua de lluvia.  
Comunidad El Bramadero, Condega- Estelí.



d) Cultivo de cebolla regado con agua de lluvia almacenada en reservorio.



e) Agua del reservorio para uso silvopastoril.  
Municipio Pueblo Nuevo-Estelí



f) Pasto estrella como cobertura en el talud de reservorio.  
g) Ganado abrevado con agua del reservorio.





*h) uso de geomembrana para almacenar agua de manantial.*



*i) Ganadería y hortalizas usando agua manantial para suplir las necesidades hídricas.*



*j) Aplicando encuesta diagnóstica Scaling Readiness a productores con sistema Escorrentía-SSP*



*k) La encuesta diagnóstica también fue aplicada en consenso familiar, sistema Manantial-SAF.*



*l) Aplicando encuesta diagnóstica Scaling Readiness a productor con sistema Escorrentía-SAF.*



*m) La participación de los técnicos fue clave en la recopilación de información sobre los sistemas de cosecha de agua.*